

**ENI S.p.A.  
UPSTREAM DICS**

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
CAMPO BONACCIA NW**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA  
DALL'INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA  
BONACCIA NW**

-----  
**FASE DI PRODUZIONE**

**RAPPORTO FINALE**

**2° ANNO**

**(dal pre-survey a dicembre 2017)**

**RAPPORTO n. 6**

**OPERATORE SCIENTIFICO:  
CNR – ISMAR UOS ANCONA**

**COORDINATORE:  
GIANNA FABI**

**RESPONSABILE SCIENTIFICO:  
ALESSANDRA SPAGNOLO**

**RAPPORTO A CURA DI:  
GIANNA FABI  
ALESSANDRA SPAGNOLO  
ENRICO NICOLA ARMELLONI  
MIRENO BORGHINI  
DANIELE CASSIN  
ANNA MARIA DE BIASI  
AMELIA DE LAZZARI  
LUDMILA KOZINKOVA  
VERA SALVALAGGIO  
ANNA NORA TASSETTI**

**ANCONA, Settembre 2018**



# INDICE

## INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	MATERIALI E METODI.....	5
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE.....	5
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	5
2.1.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE.....	7
2.1.3.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	8
2.1.4.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	10
2.1.5.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA.....	11
2.1.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	11
2.1.6.1	Campionamenti di pesca.....	11
2.1.6.2	Investigazioni acustiche.....	12
2.1.6.3	Indagini video in prossimità della piattaforma.....	14
2.1.7.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI.....	14
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI.....	15
2.2.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	15
2.2.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	22
2.2.3.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	25
2.2.3.1	<i>Dunaliella tertiolecta</i> .....	25
2.2.3.2	<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®).....	27
2.2.3.3	<i>Corophium orientale</i> .....	27
2.2.3.4	<i>Crassostrea gigas</i> .....	28
2.2.6.5	Ricerca di metalli pesanti in <i>Hediste diversicolor</i> .....	30
2.2.4.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA.....	31
2.2.4.1	Inquinanti organici e inorganici.....	31
2.2.4.2	Biomarker.....	34
2.2.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	39
2.2.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	43
2.2.6.1	Campionamenti di pesca.....	43
2.2.6.2	Investigazioni acustiche.....	45
2.2.6.3	Indagini video in prossimità della piattaforma.....	48
3.	RISULTATI.....	49
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	49
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	49
3.1.2.	NUTRIENTI.....	57
3.1.3.	PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO.....	64
3.1.4.	IDROCARBURI TOTALI, IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX.....	70
3.1.5.	GLICOLE ETILENICO.....	73
3.1.6.	METALLI PESANTI.....	73

3.1.7.	CONSIDERAZIONI E ANALISI DEI DATI SUL CICLO ANNUALE .....	78
3.1.7.1	Indagini fisiche, chimiche e biologiche.....	88
3.1.7.2	Metalli e inquinanti organici .....	80
3.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE .....	82
3.3.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI .....	87
3.3.1.	GRANULOMETRIA .....	87
3.3.2.	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI .....	91
3.3.3.	IDROCARBURI TOTALI .....	95
3.3.4.	METALLI PESANTI.....	97
3.3.5.	SOSTANZA ORGANICA.....	109
3.3.6.	TOTAL ORGANIC CARBON (TOC).....	111
3.4.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	112
3.4.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i> .....	112
3.4.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i> (SISTEMA MICROTOX®) .....	114
3.4.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i> .....	114
3.4.4.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i> .....	116
3.4.5.	RICERCA DI METALLI PESANTI IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i> .....	117
3.5.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA .....	122
3.5.1.	INQUINANTI ORGANICI E INORGANICI .....	122
3.5.1.1	Materia organica estratta (MOE).....	122
3.5.1.2	Idrocarburi Alifatici (IA).....	123
3.5.1.3	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	123
3.5.1.4	Metalli pesanti .....	124
3.5.2.	BIOMARKER.....	126
3.5.2.1	Stress on stress.....	126
3.5.2.2	Micronuclei.....	127
3.5.2.3	Valutazione del contenuto di lipofuscine .....	127
3.5.2.4	Valutazione del contenuto di lipidi neutri .....	128
3.5.2.5	Stabilità delle membrane lisosomiali.....	129
3.5.2.6	Catalasi .....	130
3.5.2.7	Malondialdeide .....	130
3.5.2.8	Metallotioneine.....	130
3.5.2.9	Polymerase Chain Reaction (qPCR) .....	131
3.6.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	133
3.6.1.	DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P) .....	133
3.6.2.	AFFINITÀ BIOCENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE.....	171
3.6.3.	DOMINANZA .....	174
3.6.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S) .....	176
3.6.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA ( $S_M$ ) .....	179
3.6.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA ( $H'$ ) .....	180
3.6.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).....	181
3.6.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE .....	183
3.5.8.1	Indice W di Clarke.....	183
3.5.8.2	Indice AMBI.....	184
3.5.8.3	Indice BENTIX .....	184
3.5.8.4	Stato ecologico .....	184
3.6.9.	<i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i> .....	190
3.7.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	192

3.7.1.	CAMPIONAMENTI DI PESCA.....	192
3.7.1.1	Ricchezza specifica e Diversità specifica.....	192
3.7.1.2	Rendimenti di pesca e composizione delle catture.....	197
3.7.1.3	Affinità delle specie catturate con i substrati duri.....	200
3.7.1.4	PERMANOVA e Principal Coordinate analysis (PCO) .....	204
3.7.2.	INVESTIGAZIONI ACUSTICHE.....	205
3.7.3.	INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA .....	213
3.8.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI .....	214
4.	CONCLUSIONI.....	215
5.	BIBLIOGRAFIA.....	226
ALLEGATO A	Schede tecniche della strumentazione utilizzata nelle indagini .....	I
- ALL. A1	Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua .....	II
- ALL. A2	Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti .....	VII
- ALL. A3	Indagini sulla comunità bentonica.....	XII
- ALL. A4	Indagini sul popolamento ittico.....	XIV
- ALL. A5	Analisi in <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....	XX
ALLEGATO B	Schede granulometriche 4° survey post lavori (estate 2017) .....	XXVIII

## PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

Coordinatore	G. Fabi	CNR - ISMAR Ancona
Responsabile Scientifico	A. Spagnolo	CNR - ISMAR Ancona
Analisi chimiche e fisiche colonna d'acqua	A. Boldrin F. Acri D. Cassin M. Casula L. Dametto A. De Lazzari S. Leoni G. Lorenzetti G. Manfè S. Pasqual A. Pesce P. Polidori M. Borghini P. Celentano	CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR La Spezia CNR - ISMAR La Spezia
Misure correntometriche	M. Borghini L. Mazzei	CNR - ISMAR La Spezia CNR - ISMAR La Spezia
Analisi dei sedimenti ed ecotossicologia	A.M. De Biasi G. Bontà Pittaluga S. Dell'Ira L. Kozinkova M. Pertusati S. Polese O. Spinelli	CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno
Comunità bentonica	C. Cuicchi L. Montagnini P. Polidori E. Punzo V. Salvalaggio A. Santelli P. Strafella	Cooperativa Mare Ricerca Ancona Cooperativa Mare Ricerca Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona
Comunità ittica	P. Polidori E.N. Armellini C. Ferrà Vega F. Masnadi G. Pellini M. Scanu A.N. Tassetti	CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona Cooperativa Mare Ricerca Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona
Censimento mammiferi e rettili marini	V. Salvalaggio P. Strafella C. Ferrà Vega	CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona

Hanno inoltre collaborato allo svolgimento dei campionamenti in mare i Sigg.ri Giampaolo Gaetani e Antonio Marziali imbarcati sulla M/R TecnoPesca II del CNR-ISMAR UOS Ancona utilizzata per le indagini.

## 1. INTRODUZIONE

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-ISMAR UOS Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma alla già esistente Bonaccia.

Bonaccia NW è installata in Adriatico centrale, a circa 60 km in direzione Est dalla costa marchigiana di Ancona, su un fondale di circa 87 m nella zona delle sabbie pelitiche del largo.

L'area in cui è stata posizionata la struttura è particolarmente interessante dal punto di vista idrodinamico in quanto, trovandosi sulla mid-line, non è influenzata in maniera consistente dalla circolazione generale dell'Adriatico (verso Nord nel versante croato e verso Sud in quello italiano). Tuttavia, in alcuni periodi dell'anno può essere soggetta a un maggiore idrodinamismo dovuto al passaggio sul fondo di acque dense formatesi nel Nord Adriatico durante la stagione invernale con caratteristiche chimico-fisiche differenti da quelle presenti in zona e che possono modificare le caratteristiche biogeochimiche e la distribuzione spaziale dei sedimenti. La parte più superficiale, vista l'ubicazione della piattaforma, può essere interessata da eventi di Bora anche abbastanza consistenti, che possono determinare variazioni brusche di correnti nella parte più superficiale della colonna d'acqua (10-20 m).

Sulla base di tali considerazioni e delle esperienze condotte o tuttora in corso dal CNR-ISMAR presso analoghe strutture situate in Adriatico centro-settentrionale (Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2017a; 2018a; 2018b; 2018c) e delle prescrizioni dell'ARPAM, per quanto concerne la piattaforma si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche idrologiche della colonna d'acqua (correnti, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, sali nutritivi, fluorescenza, ecc.);
2. caratteristiche delle comunità fito- e zooplanctoniche (come da indicazioni ARPAM del 06/02/2015, Prot. 003920);
3. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile circostante;
4. ecotossicologia dei sedimenti circostanti;
5. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti;

6. analisi di inquinanti in organismi marini (*Hediste diversicolor*);
7. analisi di inquinanti e di biomarkers in organismi marini (*Mytilus galloprovincialis*) insediati sulle parti sommerse della piattaforma;
8. evoluzione del popolamento ittico;
9. rilevamento del passaggio di cetacei.

Il monitoraggio comprende le seguenti fasi (Tab. 1-I):

- a. Fase precedente alla posa in opera della struttura;
- b. Fase di installazione della piattaforma e perforazione dei pozzi: le indagini ai punti 1) e 2) dell'elenco sopra riportato sono state condotte su base bimestrale per tutta la durata della fase: le indagini di cui ai punti 3-6 sono state effettuate nel corso di un survey. Il rilevamento del passaggio di cetacei è avvenuto mediante operatori MMO (Leonori *et al.*, 2016).
- c. Fase di produzione: le indagini previste ai punti 1 (solo correntometria), 3-9 verranno condotte per 5 anni dopo la fine dei lavori di installazione delle strutture e perforazione dei pozzi. Per le indagini sedimentologiche, ecotossicologiche, sulla comunità bentonica e la ricerca di inquinanti e biomarkers in organismi marini sono previsti survey stagionali (inverno ed estate). I campionamenti per lo studio della comunità ittica saranno mensili, mentre l'osservazione di mammiferi marini sarà effettuata mediante 3 campionamenti/mese. Le indagini previste al punto 1 (eccetto correntometria) verranno effettuate per tutta la durata dell'esercizio dell'impianto mediante campionamenti bimestrali. Le indagini di cui al punto 2 non sono previste in questa fase.
- d. Fase di fine produzione:
  1. pre-smantellamento: verranno condotte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8; eccetto lo studio della comunità ittica si prevede un survey per ogni tipologia di indagini che verrà effettuato subito prima dell'inizio dei lavori di smantellamento. Per la comunità ittica verranno condotti 3 survey;
  2. smantellamento: in questa fase verranno condotte le indagini di cui ai punti 1, 3-5 e 8; si prevede come minimo n. 1 survey che potrà essere ripetuto in funzione della durata dei lavori;
  3. post-smantellamento: tutte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8 verranno condotte per un periodo di 3 anni dallo smantellamento della piattaforma. Quelle riguardanti i sedimenti e la comunità bentonica si svolgeranno in inverno e/o



estate, il popolamento ittico verrà invece investigato mensilmente. Le indagini riguardanti la colonna d'acqua (punto 1) avranno la durata di 1 anno e si svolgeranno con cadenza bimestrale.

Per le fasi a) e b) sono stati previsti monitoraggi semplificati rispetto a quelli successivi all'installazione a causa dell'assenza fisica della struttura (pre-survey) e di problemi tecnici e di sicurezza legati alla presenza dei mezzi di lavoro (fase di installazione).

Per quanto concerne la fase d), data la lunga durata della fase di produzione di una piattaforma, si precisa che le modalità di monitoraggio e le indagini sono state redatte sulla base delle esperienze maturate sino ad oggi, ma è verosimile che nel tempo gli approcci metodologici riguardanti sia la dismissione delle strutture che le metodiche di monitoraggio ambientale si evolveranno. Pertanto il piano proposto potrebbe necessitare di modifiche sulla base delle nuove conoscenze acquisite.

Nel presente rapporto sono descritti i risultati conseguiti per la piattaforma Bonaccia NW dal pre-survey al 2° anno post lavori di installazione.

**Tab. 1-I** – Survey previsti durante il programma di monitoraggio ambientale.

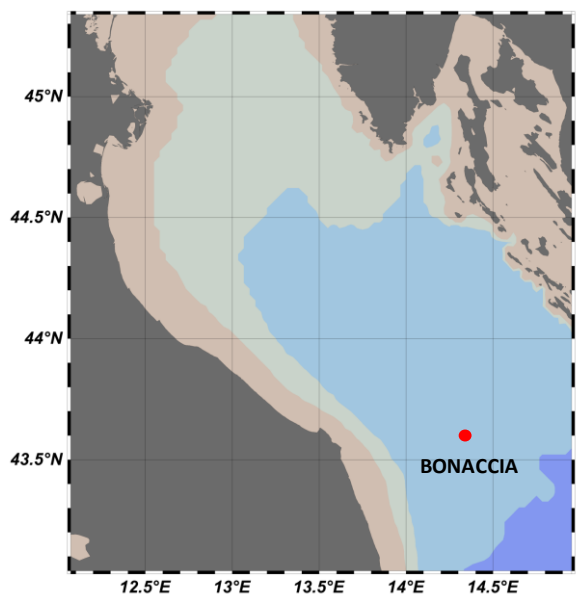
<b>Fase</b>	<b>Comparti d'indagine</b>	<b>Piattaforma Bonaccia NW</b>
<b>Ante operam</b>	Colonna acqua	1-3 survey
	Comunità planctoniche	1-3 survey
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Rilevamento cetacei	3-5 survey
<b>Cantiere</b>	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Comunità planctoniche	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	*
<b>Esercizio</b>	Correntometria	Per tutta la durata della fase
	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	5 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	5 anni
	Comunità bentonica	5 anni
	Comunità ittica	5 anni
	Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini	5 anni
	Rilevamento cetacei	5 anni
<b>Pre smantellamento</b>	Colonna d'acqua	**
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Comunità ittica	3 survey
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
<b>Smantellamento</b>	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
<b>Post smantellamento</b>	Colonna acqua	1 anno
	Sedimenti	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	3 anni
	Comunità bentonica	3 anni
	Comunità ittica	3 anni
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione

\* Monitoraggio in continuo da parte di operatori MMO (rif. DM punto A.7-a)

\*\* Incluso nella fase di Esercizio

## 2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Bonaccia NW è ubicata a circa 60 km in direzione Est dalla costa marchigiana di Ancona, su un fondale di circa 87 m (fig. 2.1). Le coordinate del punto in cui è avvenuta l'installazione della struttura sono riportate in Tab. 2-I. I lavori di posa in opera sono terminati a fine gennaio 2016.



**Fig. 2.1** - Ubicazione della piattaforma Bonaccia NW.

**Tab. 2-I** – Coordinate geografiche del punto in cui è stata installata la piattaforma Bonaccia NW.

Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma Bonaccia NW	43°35'59",289N 14°20'08",604E

### 2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

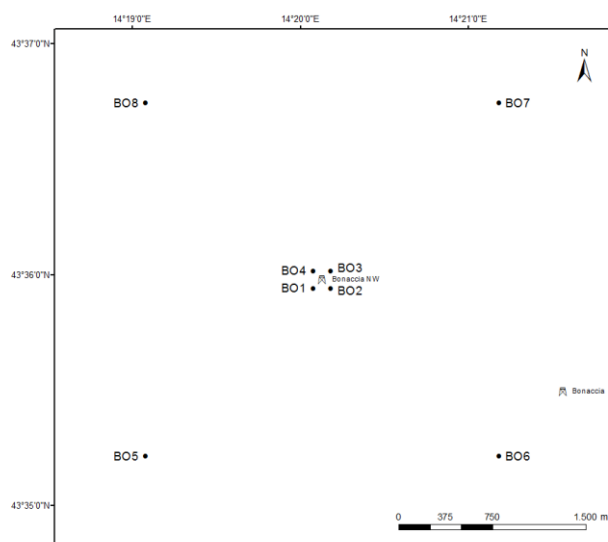
#### 2.1.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Per lo studio delle caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua nel 2° anno di produzione (2017) sono stati condotti 6 survey (gennaio, marzo e maggio, settembre, ottobre e dicembre).

Il campionamento, come da disciplinare tecnico, è stato effettuato in 8 stazioni disposte a croce lungo le direttrici NW-SE e NE-SW e aventi come punto di intersezione la piattaforma, di cui 4 poste entro un raggio di 100 m dalla piattaforma stessa e 4 a una distanza di circa 2000 m da essa (fig. 2.1; Tab. 2-I).

In tutte le stazioni sono stati misurati parametri in continuo mediante una sonda

multiparametrica (CTD; All. A1-I) della Sea Bird modello SBE19plusV2 equipaggiata, oltre che con i sensori standard di pressione, temperatura e conducibilità, con un fluorimetro Turner - Cyclops7 per la misurazione della concentrazione di clorofilla *a*, con un torbidimetro (Backscatterometro) Turner - Cyclops7 per la misurazione del particolato sospeso (TSM) e con un sensore di ossigeno SBE43 per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto e con un altimetro Teledyne Benthos Altimetro PSA-916. La sonda è stata calibrata dalla Ditta costruttrice per i parametri di pressione, temperatura e conducibilità. I sensori di ossigeno disciolto, fluorescenza e torbidità sono stati calibrati con campioni raccolti *in situ* durante ogni campagna e analizzati per il contenuto di ossigeno disciolto (metodo Winkler), di pigmenti clorofilliani (Chl, metodo HPLC) e per il contenuto di materiale particolato totale (TSM, metodo gravimetrico). La sonda ha una frequenza di acquisizione di 4 serie di dati al secondo (4 Hz).



**Fig. 2.2** - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma per le indagini idrologiche.

**Tab. 2-II** - Coordinate geografiche dei siti di campionamento utilizzati per le indagini idrologiche.

Stazione	Distanza da Bonaccia NW (m)	Posizione rispetto alla piattaforma	Coordinate geografiche
BO1	100	SW	43° 35' 57"N 14° 20' 05"E
BO2	100	SE	43° 35' 57"N 14° 20' 12"E
BO3	100	NE	43° 36' 02"N 14° 20' 12"E
BO4	100	NW	43° 36' 02"N 14° 20' 05"E
BO5	2000	SW	43° 35' 13"N 14° 19' 06"E
BO6	2000	SE	43° 35' 14"N 14° 21' 12"E
BO7	2000	NE	43° 36' 45"N 14° 21' 11"E
BO8	2000	NW	43° 36' 45"N 14° 19' 05"E

Lungo la colonna d'acqua sono stati registrati i seguenti parametri:

- profondità (pressione);
- temperatura;
- conducibilità (da cui si ricava la salinità);
- ossigeno disciolto;
- fluorescenza;
- torbidità (Backscatterometro).

Presso ogni stazione sono stati anche prelevati campioni di acqua a 4 quote (superficie, -20 m, -40 m e fondo) mediante “rosette” Sea-Bird Electronics mod. SBE 32C Carousel Water Sampler con bottiglie GO da 5 litri accoppiata alla sonda CTD SBE19 plusV2 (All. A1-I).

Su tali campioni sono stati misurati i seguenti parametri:

- ossigeno disciolto tramite metodo Winkler;
- azoto inorganico come Ammoniaca, Nitriti e Nitrati;
- fosforo inorganico disciolto come Ortofossato;
- silicio inorganico disciolto come Ortosilicato;
- carico solido totale come peso secco;
- concentrazione di pigmenti clorofilliani;
- Idrocarburi totali;
- Idrocarburi alifatici (IA);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Solventi organici aromatici (BTEX);
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);
- glicole etilenico.

Tutti i campioni raccolti sono stati mantenuti in luogo fresco e al buio fino al momento delle analisi. I campioni dei nutrienti e i filtri per i solidi sospesi e per i pigmenti clorofilliani sono stati conservati a -20°C fino al momento dell'analisi.

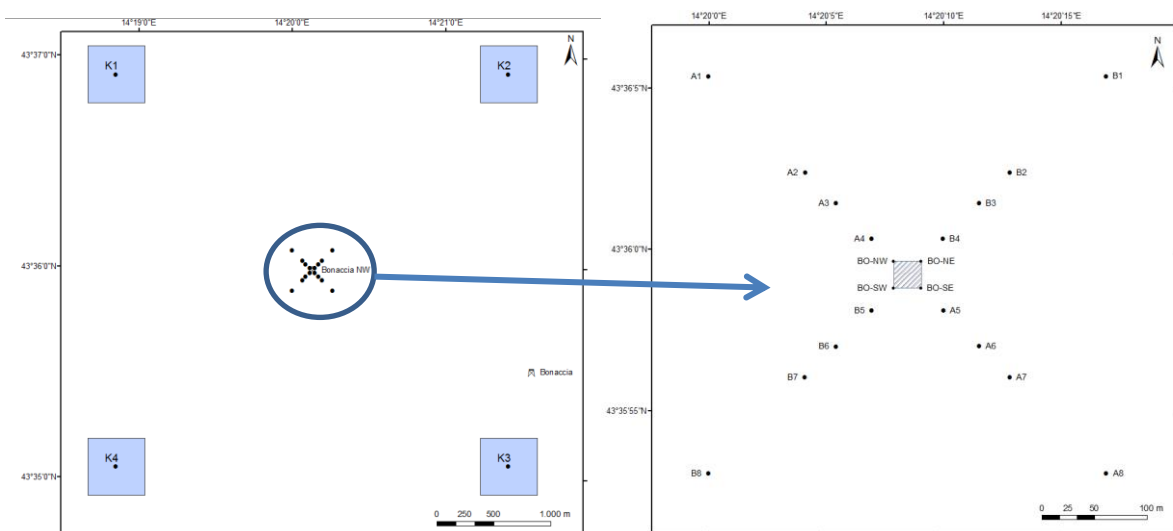
### **2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE**

Analogamente al 1° semestre 2017, anche nel 2° è stato posizionato un ormeggio correntometrico in prossimità di Bonaccia NW (43°36,010' N, Longitudine 14°20,148' E) a circa 86 m di profondità. Tale ormeggio era costituito da un correntometro acustico Teledyne RDI (All. A1-II), del peso in acqua di circa 13 kg, da tre boe di spinta in materiale plastico con spinta positiva di circa 20 kg ciascuna, da uno sganciatore acustico

Edge Tech e da una zavorra di ferro a perdere di circa 110 kg. Tale strumento è stato periodicamente controllato e i dati sono stati scaricati. Il correntometro acustico (ADCP), oltre a registrare la direzione e la velocità della corrente nei vari strati, misura la temperatura e la pressione nel luogo in cui è posizionato. La sua accuratezza è di circa 0,3 cm/s e la risoluzione di 0,1 cm/s. Lo strumento è stato effettuare registrazioni ogni ora in 25 celle da 4 m, coprendo in questo modo gran parte della colonna d'acqua. Sono stati registrati dati sino al 31 dicembre 2017.

### 2.1.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Nel 2017, analogamente al 2016, i prelievi hanno interessato un'area di circa 2000x2000 m all'interno della quale sono state posizionate 20 stazioni lungo due transetti ortogonali tra di loro e aventi come punto di intersezione la piattaforma stessa (fig. 2.3). Il primo transetto (transetto A) è stato orientato da NW verso SE e il secondo (transetto B) da NE verso SW, ortogonalmente alla linea di costa. Le stazioni sono state poste a distanze crescenti dalla struttura (<5 m, 30 m, 60 m, 120 m, 250 m). Sono stati campionati anche 4 siti di controllo posizionati in modo random all'interno di aree (500x500 m) poste a circa 2000 m dalla struttura. La distanza e la posizione delle singole stazioni dal punto "Bonaccia NW" e le profondità relative al monitoraggio condotto nell'estate 2017, corrispondente al 4° survey post lavori di installazione, sono riportate in Tab. 2-III.



**Fig. 2.3** - Schema di campionamento utilizzato per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nella fase di produzione di Bonaccia NW, con il particolare dei 20 siti posti attorno alla piattaforma.

**Tab. 2-III** - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 4° survey post lavori di installazione per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso i punti di campionamento in corrispondenza di Bonaccia NW.

	Distanza dal sito Bonaccia NW (m)	Posizione rispetto alla piattaforma	Coordinate geografiche	Profondità (m)
A1	250	NW	43°36'136N 14°19'990E	86.0
A2	120	NW	43°36'094N 14°20'090E	86.6
A3	60	NW	43°36'069N 14°20'107E	86.9
A4	30	NW	43°36'055N 14°20'116E	86.3
BO NW	0	NW	43°36'047N 14°20'123E	86.2
BO SE	0	SE	43°36'024N 14°20'166E	86.9
A5	30	SE	43°36'011N 14°20'184E	86.9
A6	60	SE	43°36'002N 14°20'190E	87.0
A7	120	SE	43°35'991N 14°20'221E	87.0
A8	250	SE	43°35'978N 14°20'320E	86.8
B1	250	NE	43°36'081N 14°20'273E	86.8
B2	120	NE	43°36'052N 14°20'213E	87.0
B3	60	NE	43°36'039N 14°20'182E	87.0
B4	30	NE	43°36'040N 14°20'169E	86.8
BO NE	0	NE	43°36'035N 14°20'156E	86.6
BO SW	0	SW	43°36'014N 14°20'125E	86.0
B5	30	SW	43°36'000N 14°20'106E	86.8
B6	60	SW	43°35'988N 14°20'089E	86.8
B7	120	SW	43°35'973N 14°20'068E	86.8
B8	250	SW	43°35'940N 14°19'978E	86.6
K1	2000	NW	43°37'040N 14°18'825E	88.7
K2	2000	NE	43°36'979N 14°21'940E	84.7
K3	2000	SE	43°34'640N 14°21'452E	85.2
K4	2000	SW	43°35'095N 14°18'846E	85.8

**Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti** - Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.4; All. A2-I).

In situ sono stati rilevati i seguenti parametri:

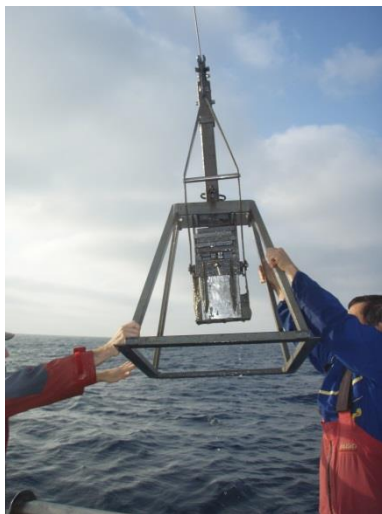
- aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale presenza di frammenti di conchiglie, concrezioni, ecc.);
- tessitura;
- presenza di strutture sedimentarie di varia natura;

Da ciascun campione, dopo la descrizione degli aspetti sopra elencati, sono state prelevate porzioni di sedimento ripartite in due aliquote per le seguenti analisi:

- granulometria;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Idrocarburi totali;
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);
- sostanza organica totale;

– Total Organic Carbon (TOC).

I campioni sono stati congelati e conservati a  $-18^{\circ}\text{C}$  ad eccezione di quelli utilizzati per la granulometria, mantenuti a  $+4^{\circ}\text{C}$ .



**Fig. 2.4** – Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti.

**Indagini sulle comunità bentoniche** - Tutte le stazioni sono state campionate mediante una benna di tipo Van Veen avente una capacità di 12 l e un'apertura di  $0,095\text{ m}^2$  (fig. 2.5; All. A3-I). Presso ogni stazione sono state effettuate 6 repliche. I campioni sono stati lavati e setacciati con maglia da 0,5 mm (All. A3-II) e fissati in formaldeide diluita in acqua di mare al 5%.



**Fig. 2.5** – Benna Van Veen utilizzata per le indagini sulla comunità bentonica.

#### **2.1.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI**

Presso le stazioni di campionamento BO SE, A3, B3, A6, B6, K1, K2, K3 e K4 (fig. 2.3) sono stati prelevati mediante benna Van-Veen anche campioni di sedimento per lo svolgimento dei seguenti saggi ecotossicologici:

– *Dunaliella tertiolecta* (accrescimento);



- *Vibrio fischeri* (variazione della bioluminescenza);
- *Corophium orientale* (mortalità dopo 10 giorni);
- *Crassostrea gigas* (embriotossicità).

La ricerca di inquinanti è stata effettuata su esemplari di *Hediste diversicolor*; le prove di bioaccumulo hanno riguardato i seguenti metalli pesanti: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco.

Dal campione di sedimento è stata prelevata solo la porzione superficiale (5-10 cm) eliminando lo strato di fango venuto a contatto con le pareti della benna, al fine di evitare eventuali contaminazioni. Il materiale così ottenuto è stato posto in recipienti puliti e conservato a circa 5°C.

### **2.1.5. ANALISI INQUINANTI E BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA**

Nel 1° anno post lavori di installazione della piattaforma Bonaccia NW e nel 1° semestre 2017 non era stato possibile eseguire tale tipo di analisi per la mancanza di esemplari di *Mytilus galloprovincialis* adesi sulle parti sommerse della struttura (Fabi *et al.*, 2016b; 2017b; 2017c). Pertanto tali indagini sono iniziate nell'estate 2017. I campioni sono stati prelevati vicino gli anodi sacrificali e lontano da essi, oltre che da un impianto di mitilicoltura situato al largo di Senigallia (AN) in un'area di mare aperto. Quest'ultimo campione è considerato come controllo.

Le taglie medie degli esemplari prelevati nell'estate 2017 dai due siti della piattaforma e al controllo (lunghezza della conchiglia  $\pm$  dev.st) sono state le seguenti:

1. Controllo: 4,57 $\pm$ 0,54 cm
2. Vicino anodo: 5,51 $\pm$ 0,65 cm
3. Lontano anodo: 5,56 $\pm$ 0,58 cm.

### **2.1.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO**

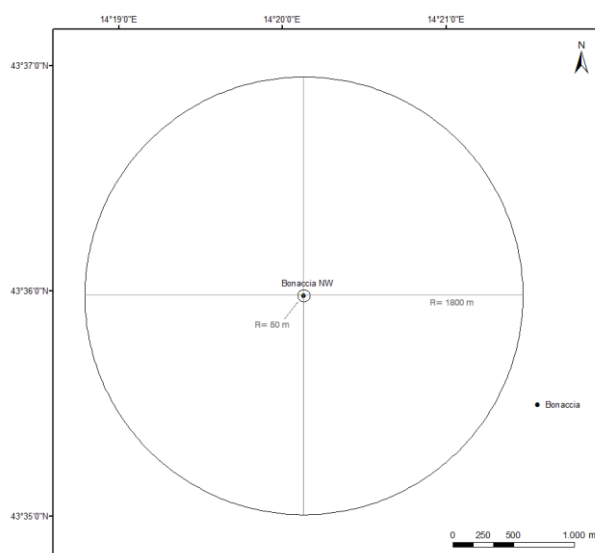
#### **2.1.6.1 Campionamenti di pesca**

Analogamente al 2016, anche nel 2017 sono stati condotti campionamenti di pesca mensili sia nei pressi della piattaforma Bonaccia NW (entro un raggio di 50 m dalla struttura), sia in due aree di controllo prive di substrati duri naturali o artificiali, situate sulla stessa batimetria della struttura e a una distanza di circa 1800 m, in modo da non essere influenzate dalla sua presenza. I campionamenti presso le due aree di controllo sono stati

condotti in due dei quattro quadranti (NW, NE, SW e SE) intorno alla piattaforma, scelti in maniera casuale ad ogni campionamento (fig. 2.6).

Lo strumento utilizzato è una rete da posta tipo “tremaglio” avente le seguenti caratteristiche: lunghezza totale 300 m; altezza 3 m; pannello interno in monofilamento di poliammide con maglie di 72 mm di apertura; pannelli esterni in monofilamento di poliammide con maglie di 400 mm di apertura (All. 4-I).

La rete veniva calata al tramonto e salpata all'alba del giorno seguente, per una permanenza in mare di circa 12 h. I campionamenti sono stati effettuati contemporaneamente nei tre siti, al fine di operare nelle medesime condizioni meteo-marine. In entrambi gli anni (2016 e 2017) sono stati effettuati 12 campionamenti, ma nel dicembre 2016 le reti da pesca sono state perse e dunque non si dispone di dati per quel mese.



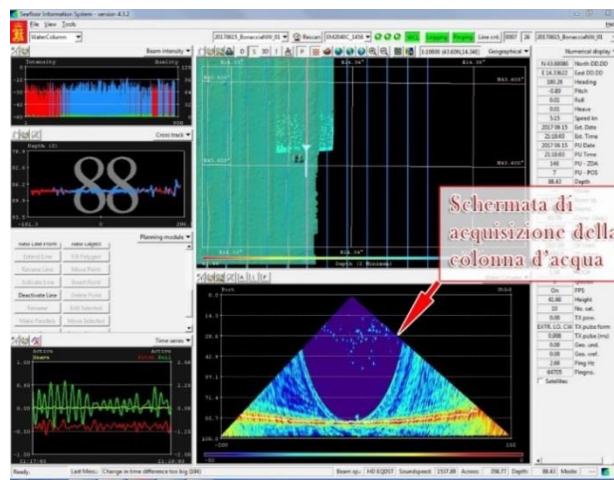
**Fig. 2.6** - Schema di campionamento per le indagini sulla comunità ittica mediante campionamenti di pesca.

### 2.1.6.2 Investigazioni acustiche

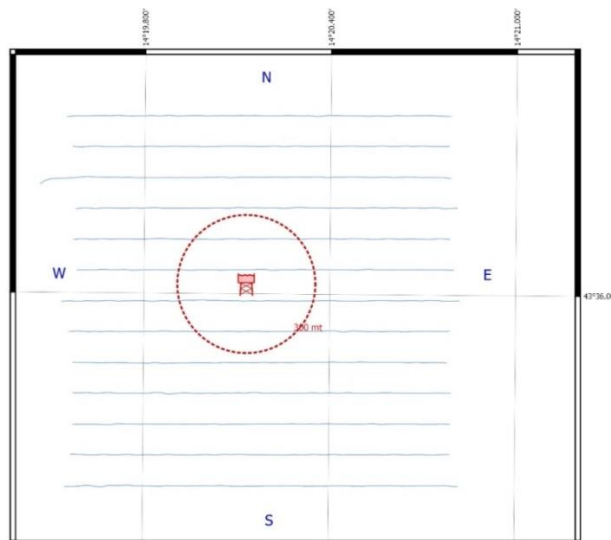
Le investigazioni acustiche, condotte contemporaneamente ai campionamenti di pesca, sono state eseguite con sistema multibeam echosounder (MBES; Kongsberg Simrad EM3002D; All. 4-II) installato a bordo della Tecnopesca II di proprietà del CNR-ISMAR Ancona sino a dicembre 2016, sostituito nel 2017 con il sistema MBES Kongsberg EM2040CD (QAll. A4-III). Questo nuovo strumento è un multibeam echosounder ad alta risoluzione che lavora a frequenze variabili che possono essere scelte dall'utente in un range che va da 200 a 400 kHz modulabili di 10 in 10. Il sistema oltre alla completa mappatura del fondale marino, è in grado di acquisire dati acustici riguardanti la colonna

d'acqua (fig. 2.7) restituendo dati geometrici e morfologici di eventuali aggregazioni di pesce e/o altri riflettori presenti lungo la colonna stessa e relative immagini tridimensionali.

La fig. 2.8 illustra lo schema di campionamento adottato durante i survey che è consistito in 13 transetti, di interasse pari a 125 m circa. L'area investigata è centrata sulla piattaforma e ha dimensioni 1500x1500 m. Negli schemi planari di campionamento dei vari mesi si evidenzia un'area circolare di raggio 300 m dalla piattaforma in quanto, da studi effettuati (Scarcella *et al.*, 2011), si è potuto determinare che tale è l'area di influenza della struttura in ambiente naturale: la circonferenza in planimetria definisce una colonna d'acqua cilindrica entro la quale si può apprezzare la variazione di popolazione ittica nel tempo e relazionarla all'esistenza della struttura.



**Fig. 2.7** - Schermata di acquisizione dati del software SIS utilizzato dal sistema multibeam EM2040CD. Il sistema è in grado di visualizzare e acquisire dati acustici relativi alla colonna d'acqua.



**Fig. 2.8** - Schema di campionamento adottato durante i survey effettuati con MBES. Al centro il simbolo della piattaforma e il limite dei 300 m (in rosso).

Un totale di 800 beam acustici è stato campionato digitalmente, creando un'immagine della porzione di massa d'acqua insonificata dal trasduttore. Considerando una profondità media di circa 76 m e un angolo di apertura del cono acustico di 130° in totale, è stato possibile investigare circa 320 m di areale per ogni transetto effettuato.

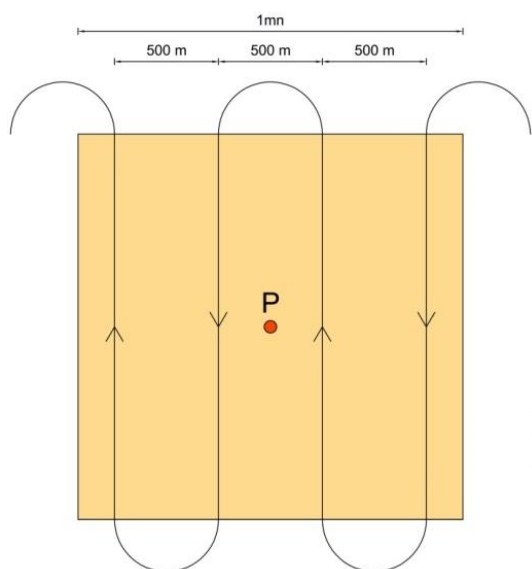
Tutti i campionamenti sono stati eseguiti nello stesso arco temporale della giornata (dalle 11:00 alle 16:00 circa), con condizioni di mare da calmo a poco mosso.

### 2.1.6.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

Durante i survey, ogni qualvolta vi fossero condizioni di buona visibilità, sono state realizzate riprese con telecamera subacquea Quasi Stellar Color (All. 4-IV) che consente la visione diurna a colori del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità ( $\geq 200$  m 200 m), con intensità di appena 2 millesimi di lux. Le registrazioni sono state effettuate immergendo la telecamera in prossimità della piattaforma a vari step di profondità, controllando contemporaneamente le registrazioni dal monitor del notebook ad essa collegato: in tal modo si sono acquisiti filmati sulle aggregazioni rilevate ed è stata individuata la quota a cui sono state riscontrate nella colonna d'acqua.

### 2.1.7. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI

Gli avvistamenti di cetacei attorno alla piattaforma Bonaccia NW sono stati effettuati in un'area di circa 1 mn<sup>2</sup> avente al centro il punto Bonaccia NW. All'interno di tale area sono stati tracciati dei transetti distanti circa 500 m l'uno dall'altro e percorsi a una velocità media di 5 nodi (fig. 2.9).



**Fig. 2.9** - Schema di campionamento adottato per gli avvistamenti dei cetacei nell'area interessata dalla presenza della piattaforma Bonaccia NW. P = piattaforma.

Durante il survey due operatori osservavano simultaneamente l'eventuale presenza di cetacei registrandola sul quaderno di campo annotando l'ora, il numero degli esemplari, la loro posizione rispetto alla piattaforma e, ove possibile, la specie. Tali survey sono stati condotti sia nel corso delle campagne di campionamento della colonna d'acqua, dei sedimenti e delle comunità bentonica e ittica, sia durante apposite crociere. Nel periodo gennaio - dicembre 2017 sono stati effettuati 3 avvistamenti/mese.

## **2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI**

### **2.2.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA**

I campioni di acqua raccolti sono stati analizzati in laboratorio per valutare il contenuto dei sali nutritivi disciolti (nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati e ortosilicati), dell'ossigeno disciolto, dei solidi totali sospesi (TSM: Total Suspended Matter) e della concentrazione di pigmenti clorofilliani. Sono stati inoltre ricercati i vari inquinanti elencati nel Cap. 2.1.1.

**Ossigeno disciolto** - E' stato quantificato direttamente a bordo con metodo Winkler (1888): i campioni di acqua appena raccolti sono stati fissati con una soluzione di cloruro di manganese e una soluzione alcalina di ioduro di sodio, e conservati al buio fino alla determinazione. La titolazione è stata effettuata con tiosolfato di sodio con metodo potenziometrico ed elettrodo di platino, entro le 4 h successive, utilizzando la buretta automatica Metrohm Basic Titrino 794 (All. A1-III) e confronto con soluzione standard di iodato di potassio (Strickland e Parsons, 1972; Saggiomo *et al.*, 1990). Le analisi di ossigeno disciolto effettuate sono state utilizzate per calibrare i valori misurati dal sensore SBE 43 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

**Sali nutritivi** - I campioni per l'analisi dei macro-nutrienti inorganici sono stati prelevati dalle bottiglie di campionamento, dopo filtrazione con filtro in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 µm; Ø = 47 mm), e conservati al buio ad una temperatura di -20°C fino all'analisi.

L'analisi dei nutrienti è stata eseguita tramite un analizzatore colorimetrico automatico EasyChem Plus™ della ditta Syssta s.r.l. (All. A1-IV), seguendo le metodiche espone in Grasshoff *et al.* (1999), in particolare:

- azoto da ammoniaca N-NH<sub>3</sub>: il metodo prevede che l'ammoniaca reagisca in ambiente alcalino con fenolo e ipoclorito per formare blu di indofenolo letto a 660 nm;
- azoto da nitriti N-NO<sub>2</sub>: lo ione nitrito è fatto reagire in ambiente acido con sulfanilamide e naftiletildiamina per formare un composto diazoico di colore rosso.

L'assorbanza del prodotto di reazione è misurata a 540 nm;

- azoto da nitrati N-NO<sub>3</sub>: il metodo si basa sulla loro riduzione a nitriti e sul successivo dosaggio dei nitriti totali utilizzando la metodica sopra esposta. La riduzione viene effettuata facendo passare il campione attraverso una colonna di cadmio fornita dalla ditta Systea s.r.l.;
- ortofosfati P-PO<sub>4</sub>: il campione viene trattato con ammonio molibdato in ambiente acido; il complesso che ne risulta viene ridotto con acido ascorbico a blu di molibdeno. Si misura l'intensità della colorazione così prodotta a 880 nm;
- ortosilicati Si-SiO<sub>4</sub>: il metodo automatico prevede la misurazione fotometrica del prodotto di riduzione (blu di molibdeno) che si forma in presenza di acido ascorbico, quando lo ione silicio reagisce con ammonio molibdato in ambiente acido. Il complesso è letto a 880 nm; l'acido ossalico viene addizionato allo scopo di eliminare le interferenze dei fosfati.

Per ogni parametro i limiti di rilevabilità (IRSA-CNR, 1994) sono:

- N-NH<sub>3</sub>: 0,05 µM;
- N-NO<sub>2</sub>: 0,01 µM;
- N-NO<sub>3</sub>: 0,10 µM;
- P-PO<sub>4</sub>: 0,01 µM;
- Si-SiO<sub>4</sub>: 0,02 µM.

**Pigmenti clorofilliani** - I campioni per la determinazione delle diverse clorofille sono stati prelevati mediante bottiglie idrologiche e filtrati a bordo, immediatamente dopo il prelievo, su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 µm; Ø = 47 mm), e opportunamente conservati in freezer a -20°C fino al momento dell'analisi. La filtrazione è stata effettuata per aspirazione, con la minore depressione possibile per evitare la rottura delle cellule, in ogni caso minore di 200 mm Hg<sup>-1</sup>.

Le analisi delle clorofille *a*, *b* e *c* sono state effettuate secondo il metodo Vidussi *et al.* (1996) mediante HPLC (High Performance Liquid Chromatography; All. A1-V) HP 1090 dotato di detector DAD (photodiode array detector), utilizzando una colonna *Synergy-Hydro Reversed-phase* (150 mm x 3 cm x 4 µm). I dati sono stati acquisiti tramite integratore HP 3396 series II. L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200 µl e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 0,8 ml/min con un gradiente binario lineare fra il solvente A (metanolo:ammonio acetato 0.5 N, 70:30 v:v) e il solvente B (metanolo puro), avente il seguente programma (minuti, %A, %B): 0, 75, 25 - 1, 50,50 - 15, 0, 100 - 18,5, 0,

100 - 19, 75, 25. L'identificazione dei pigmenti è stata effettuata per confronto con standard esterni (DHI Laboratories) settando la lunghezza d'onda per la lettura a 440 nm. I valori di clorofilla sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di fluorimetria Turner Cyclops-7 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

**TSM (solidi sospesi totali)** - Il carico solido totale è stato determinato con la seguente procedura: i campioni prelevati mediante bottiglie idrologiche sono stati filtrati *in situ* su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0.7  $\mu\text{m}$ ;  $\text{Ø}$  = 47 mm), pesati a freddo con bilancia analitica Mettler 0,01 mg (All. A1-V) e riposti in singoli portafiltri numerati. La filtrazione è stata effettuata per aspirazione, con la minore depressione possibile per evitare la rottura delle cellule, in ogni caso minore di 200 mm Hg<sup>-1</sup>. Per eliminare i residui salini il filtro è stato risciacquato nella fase finale della filtrazione del campione per 3 volte con acqua Milli-Q. Al termine della filtrazione i filtri sono stati conservati a -20°C in essiccatore fino al momento dell'analisi. La determinazione in laboratorio del peso secco totale è avvenuta per via gravimetrica, dopo essiccazione a 50-60°C per 4 ore, secondo le indicazioni riportate da Strickland and Parsons (1972). Il peso dei singoli filtri combusti è stato sottratto al peso del filtro corrispondente su cui è stato filtrato il campione. Le concentrazioni di TSM (total suspended matter) sono state espresse in mg/l. I valori di TSM sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di torbidità Turner Cyclops-7 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

Per la misura di inquinanti lungo la colonna d'acqua sono state utilizzate le metodiche elencate in Tab. 2-IV.

**Metalli pesanti** - Eccetto il silicio, per tutti gli altri metalli stata adottata la tecnica della spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente, indicata con la sigla ICP-MS. Tale tecnica sfrutta l'utilizzo di una torcia al plasma ICP per produrre la ionizzazione del campione e uno spettrometro di massa separa e rileva gli ioni prodotti.

Si è proceduto con l'agitazione del campione e il trasferimento di 100 ml in una beuta da 125 ml; dopo l'aggiunta di 5 ml di acido nitrico, la beuta è stata riscaldata su una piastra e il campione è stato fatto evaporare fino al raggiungimento di un volume di 10-20 ml. Completata la mineralizzazione, alla soluzione sono state aggiunte due successive aliquote di 5 ml di acqua. Una volta raffreddato, il campione è stato portato a volume con acqua per la successiva introduzione nello strumento di analisi. Lo strumento usato è uno spettrometro di massa con sorgente al plasma ICP-MS 7500ce, con cella di collisione Shield Torch e sistema ISIS, Agilent Technologies, dotato di autocampionatore ASX520, Cetac (All. A1-VI).

Per la valutazione del silicio la base del metodo consiste nella misura delle intensità delle radiazioni elettromagnetiche emesse dagli atomi/ioni eccitati delle specie presenti nel campione, mediante tecniche spettrometriche con sorgente al plasma (ICP-OES). Il campione è trasportato nel plasma, dove, in seguito a fenomeni di eccitazione, avviene la produzione dello spettro di emissione composto dalle righe caratteristiche degli elementi presenti. Tali righe, dopo essere state separate mediante un sistema di dispersione, vengono inviate su un rivelatore (fotomoltiplicatore o a stato solido) che produce un segnale elettrico di intensità proporzionale all'intensità delle righe di emissione. Le intensità di emissione vengono rilevate, simultaneamente o in sequenza, e la concentrazione di analita presente nel campione viene determinata per confronto con una soluzione di riferimento a concentrazione nota.

Per la misurazione del silicio è stato utilizzato uno spettrometro simultaneo ad emissione atomica con plasma ad accoppiamento indotto ICP-AES Vista-MPX dotato di autocampionatore SPS-3, Varian (All. A1-VII).

**Solventi organici aromatici (BTEX)** - La determinazione è stata effettuata mediante gascromatografia accoppiata a spazio di testa dinamico ("Purge & trap"). Soltanto i composti scarsamente solubili in acqua, relativamente volatili, tendono ad occupare lo spazio di testa e quindi possono essere trasferiti nel gascromatografo; in tal modo è possibile minimizzare eventuali interferenze e/o contaminazioni della colonna gascromatografica e del rivelatore.

Il metodo prevede l'estrazione dalla matrice acquosa delle sostanze organiche volatili, con bassa solubilità in acqua, mediante il gorgogliamento di un gas inerte (elio) direttamente nelle vials di campionamento (40 ml). I composti così estratti vengono intrappolati in apposito materiale adsorbente. Terminata l'estrazione, la trappola viene riscaldata e gli analiti sono trascinati dal flusso del gas all'interno del gas cromatografo equipaggiato con rivelatore a massa.

Lo strumento utilizzato per la determinazione dei BTEX è uno spettrometro di massa quadrupolare HEWLETT-PACKARD GC/MS 5973 Network, munito di 1 autocampionatore a 51 posizioni per spazio di testa 4552 Purge & Trap e sistema di Purge & Trap Eclipse 4660 O.I. Analytical (All. A1-VIII).



**Tab. 2-IV** - Elenco degli inquinanti analizzati lungo la colonna d'acqua e metodi di analisi utilizzati.

METALLI			
	unità di misura	limite rilevabilità	metodo
Alluminio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Arsenico	µg/L	0,1	EPA 6020A
Bario	µg/L	0,1	EPA 6020A
Cadmio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Cromo	µg/L	0,1	EPA 6020A
Ferro	µg/L	5	EPA 6020A
Mercurio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Nichel	µg/L	0,1	EPA 6020A
Piombo	µg/L	0,1	EPA 6020A
Rame	µg/L	0,1	EPA 6020A
Vanadio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Zinco	µg/L	0,1	EPA 6020A
Indio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Silice	mg/L	0,01	EPA 200.7
<b>SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (BTEX)</b>			
Benzene	µg/L	0,1	EPA 5030C + EPA 8260C
Etilbenzene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Stirene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Toluene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Xilene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
<b>ALTRE SOSTANZE</b>			
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/L	30	EPA 5021A + EPA 3510C + 8015D
Etilenglicole	mg/L	10	M.U. 1367:99
Idrocarburi policiclici aromatici	µg/L	0,01-0,1	EPA 3510C + EPA 8310
Idrocarburi alifatici	µg/L	1	EPA 3510C + EPA 8270D

EPA METHOD 6020A, 2007 - Inductively coupled plasma-mass spectrometry.

EPA METHOD 200.7, 2001 - Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.

EPA METHOD 5030C, 2003 - Purge-and-trap for aqueous samples.

EPA METHOD 8260C, 2006 - Volatile organic compounds by gaschromatography/ mass spectrometry (gc/ms).

EPA METHOD 5021A, 2003 - Equilibrium headspace.

EPA METHOD 3510C, 1996 - Separatory funnel liquid-liquid extraction.

EPA METHOS 8015D, 2003 - Nonhalogenated organics using gc/fid.

EPA METHOD 8310, 1986 - Polynuclear aromatic hydrocarbons.

EPA METHOD 8270D, 2007 - Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (gc/ms).

M.U. 1367:99 - Metodi Unichim, Qualità dell'acqua: determinazione di glicoli: etilenico, dietilenico, propilenico, dipropilenico e trietilenico - Metodo gascromatografico.

**Idrocarburi totali** - Questo parametro relativamente alle acque è da intendersi come somma delle due seguenti classi:

- i composti che, dopo i processi di estrazione e purificazione, sono rivelati mediante GC-FID, su colonna capillare non polare con tempi di ritenzione compresi tra quelli del n-decano (C10 H22) e del n-tetracontano (C40 H82) (frazione estraibile).
- i singoli idrocarburi, determinati mediante spazio di testa e analisi in gascromatografia con rivelatore FID, compresi tra il n-pentano (C5 H12) e in n-decano (C10 H12) inclusi (frazione volatile).

*Analisi frazione volatile:* Il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici

che hanno una volatilità sufficientemente elevata da essere efficacemente rimossi dal campione, mediante la procedura di equilibrio in spazio di testa.

In laboratorio, parte del campione d'acqua è stato trasferito in una vial per spazio di testa. All'interno della vial è stato inoltre aggiunto un modificatore di matrice e il relativo standard interno; successivamente, la vial chiusa e ben mescolata è stata posizionata nell'autocampionatore e mantenuta a temperatura ambiente. Il modificatore di matrice ha lo scopo di ben separare i composti volatili all'interno dello spazio di testa. Circa 1 ora prima dell'analisi, le singole fiale sono state riscaldate e miscelate per vibrazione meccanica.

L'autocampionatore ha quindi pressurizzato le vials con gas elio il quale ha spinto la miscela gassosa, formatasi nello spazio di testa attraverso una linea di trasferimento riscaldata, nella colonna GC. Le analisi sono eseguite utilizzando un GC con rivelatore a fiamma (FID).

*Analisi frazione estraibile:* In un cilindro graduato è stato misurato 1 l di campione che è stato travasato dal cilindro nell'imbuto separatore. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2', con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10' e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego di gascromatografo con rivelatore a fiamma (FID) con colonna capillare.

Gli idrocarburi totali sono stati determinati con un gascromatografo GC 8000 FISON INST. con colonna capillare e rivelatore F.I.D., munito di autocampione per spazio di testa statico a 50 posizioni (All. A1-IX).

**Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Idrocarburi Alifatici (IA)** - I campioni di acqua sono stati preparati utilizzando la stessa metodica di laboratorio appena descritta per l'analisi della frazione estraibile degli Idrocarburi totali sino all'essiccazione del campione dell'estratto tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente, per IPA e IA è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente (acetone e isoottano rispettivamente per analisi di IPA e IA) per la successiva analisi cromatografica.

Nel caso degli **IPA**, la concentrazione di 16 IPA (priority pollutants per la USEPA)

(Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenz(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indenopirene) è stata determinata con cromatografo liquido ad alte prestazioni HPLC PE 200, accoppiato a un rivelatore a fluorescenza programmabile serie 200A. La colonna utilizzata è una Supelcosil LC-PAH (L = 150 mm  $\phi$  = 3 cm, 5 micron) a fase inversa (All. A1-X). L'eluizione è avvenuta in gradiente ed è stata eseguita con acetonitrile-acqua come fase mobile ad un flusso di 0,8 ml/min. La colonna è stata termostata a 40°C. Un programma di lunghezza d'onda variabile è stato sviluppato per consentire il rilevamento ottimale di tutti i composti. L'identificazione e la quantificazione dei composti si basa sul confronto con i tempi di ritenzione e sulla misurazione dell'area dei picchi di standard di riferimento esterni. Il limite di rilevabilità è compreso tra 0,01 e 0,1  $\mu\text{g/l}$ . Campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

Gli **IA** sono analizzati mediante gascromatografia capillare con gascromatografo Agilent 7820A accoppiato a rivelatore di massa sistema MSD Agilent 7820A accoppiato a rivelatore di massa sistema MSD Agilent Serie 5977A con autocampionatore a 50 posizioni (All. A1-XI).

L'identificazione degli IA si basa sul confronto con il tempo di ritenzione di soluzioni standard e la quantificazione è stata determinata dalle curve di taratura per ciascun composto analizzando cinque standard esterni. I limiti di rilevazione sono stati misurati con il metodo della curva di calibrazione e campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero del campione e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

**Glicole etilenico** - È stato misurato nei campioni di acqua mediante tecnica gas cromatografica utilizzando il rilevamento a ionizzazione di fiamma (FID). L'analisi in campioni d'acqua di mare non prevede la preparazione del campione, che è stato pertanto iniettato direttamente nello strumento previo prelievo di aliquota tarata.

Analogamente agli idrocarburi totali, l'etilenglicole è stato determinato con un gascromatografo GC 8000 FISON INST. con colonna capillare e rivelatore F.I.D., munito di autocampione per spazio di testa statico a 50 posizioni (All. A1-IX).

I dati raccolti sono stati restituiti in forma grafica in modo da descrivere l'andamento dei

parametri lungo la colonna d'acqua, lungo transetti e spazialmente utilizzando appositi software.

Per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite le sonde CTD è stato utilizzato un software fornito dalla casa produttrice seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (UNESCO, 1988) e riportate sul manuale "Handbook of method protocols" (Artegiani, 1996); le grandezze derivate, come salinità e anomalie della densità, sono state calcolate secondo gli algoritmi dell'UNESCO (UNESCO, 1983).

Per le varie elaborazioni grafiche sono stati utilizzati il software Grapher™ Vers. 11.3. della Golden Software, Inc., e il software Ocean Data View © Vers: 4.7.7 (Schlitzer, 2016).

Nel presente report sono discussi i risultati relativi al 2° semestre 2017. Per i precedenti consultare Fabi *et al.*, 2015b, 2016b, 2016c, 2017b e 2017c.

### **2.2.2. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI**

**Granulometria** - In laboratorio i campioni di sedimento sono stati pesati tal quali per la determinazione del peso umido utilizzando una bilancia elettronica tipo "Europe" (All. A2-II). Successivamente sono stati posti in contenitori di alluminio e introdotti in stufa (All. A2-III) a 110°C per almeno 24 h. Una volta raggiunta la completa essiccazione si è proceduto alla misurazione del peso secco.

Per la separazione in sabbie e peliti ogni campione è stato immerso in acqua tiepida sino alla sua completa disgregazione; si è quindi proceduto alla setacciatura con maglie da 63 µ. Il materiale trattenuto dal setaccio, definito come sabbie, è stato fatto essiccare in stufa a 130°C per almeno 24 h ed è stato sottoposto ad indagine granulometrica, ovvero è stata analizzata la distribuzione percentuale in peso dei grani costituenti il campione secondo le loro dimensioni. Per questa analisi è stato utilizzato un set di setacci (All. A2-IV) aventi dimensioni delle maglie decrescenti (4000 µ, 2000 µ, 1000 µ, 500 µ, 250 µ, 125 µ, 63 µ). Una volta terminata la setacciatura sono stati pesati i residui di ogni setaccio ed è stata determinata la percentuale conchigliare presente. I dati così ottenuti sono stati riportati su un diagramma semilogaritmico e uniti mediante la cosiddetta "curva granulometrica".

Le peliti (materiale inferiore a 63 µ) sono state fatte decantare ed essiccare in stufa a 130°C sino a completa evaporazione. E' stata quindi eseguita l'aerometria mediante l'utilizzo di un densimetro (All. A2-V) per terreni secondo il metodo di Casagrande basato su due proprietà: a) velocità con cui si depositano i grani in sospensione in un liquido viscoso in

quiete dipende dal volume, dalla forma e dal peso dei granuli stessi (Legge di Stokes); b) la densità della sospensione ad un dato istante è funzione della qualità del prodotto solido non ancora depositato.

**IPA** - Per la determinazione degli IPA ogni campione è stato scongelato e privato dell'eventuale frazione più grossolana; in seguito, l'analisi è stata compiuta su un'aliquota di circa 20 g (peso umido), mentre una seconda aliquota è stata utilizzata per la determinazione del peso secco.

La determinazione degli IPA è stata effettuata mediante gas cromatografia utilizzando un Gas cromatografo doppia colonna (All. A2-VI). I componenti della miscela (IPA), separati tra loro, sono stati rilevati con la tecnica FID (rilevatore ionizzazione di fiamma), che consente di valutare i tempi di ritenzione e l'ampiezza dei picchi relativi. Il limite di rilevabilità dello strumento è 0,2 µg/kg.

Sono stati ricercati nei siti di campionamento i 16 IPA indicati dall'EPA come contaminanti di interesse prioritario, espressi in µg/kg di sostanza secca: Naftene, Acenaftalene, Acenaftene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benz(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, DiBenzo(a,h)Antracene, Fluorene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene. Le rette di calibrazione sono state preparate con la tecnica della standardizzazione esterna utilizzando come IPA di riferimento il Perilene, che permette anche di normalizzare le aree dei picchi dei singoli componenti la miscela e di confrontarle tra loro ai fini della quantizzazione.

**Idrocarburi totali** - Per gli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) sono stati seguiti i metodi EPA 5021A (2003a) e EPA 8015D (2003b). 5 g di sedimento sono posti in vial in cui sono stati aggiunti 10 ml di acqua procedendo al riscaldamento della miscela a 65°C per 1 h. Successivamente 0,5 ml sono stati iniettati nello spazio di testa in Gascromatografia (GC) con rilevatore FID (All. 2-VI).

Gli idrocarburi pesanti ( $C > 12$ ) sono stati determinati seguendo il metodo ISO 16703 (2004). I campioni sono stati essiccati all'aria e una quantità nota omogeneizzata è stata estratta mediante sonificazione con acetone /n-eptano. Nella soluzione estraente è stata aggiunta la soluzione di riferimento per la finestra dei tempi di ritenzione (RTW) contenente n-tetracontano e n-dodecano. L'estratto è stato purificato su colonna Florisil. Un'aliquota dell'estratto purificato è stata quindi analizzata in GC-FID ed è stata misurata l'area totale dei picchi presenti nell'intervallo delimitato dalle due soluzioni di riferimento di n-tetracontano e n-dodecano. La quantità di idrocarburi è stata determinata mediante confronto con una soluzione di riferimento esterno costituito da quantità uguali di due

differenti tipi di oli minerali.

**Metalli pesanti** - Sono stati analizzati i seguenti elementi, espressi in percentuale o mg/kg di sostanza secca: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio e zinco.

La mineralizzazione dei campioni è stata effettuata su circa 0,3 g di sostanza secca, mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, aggiungendo a 3 ml di HNO<sub>3</sub>, 1 ml di HCl e 4 ml di H<sub>2</sub>O.

Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua ultrapura. Gli acidi impiegati sono tutti rigorosamente ultrapuri. L'analisi per la determinazione del **mercurio** è stata condotta mediante tecnica AAS previa decomposizione termica ed amalgamazione (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV; All. A2-VII) seguendo la metodica EPA 7473 (2007a). La prova è stata effettuata direttamente sul campione tal quale (senza passaggio di mineralizzazione) pesando aliquote comprese tra 10 e 100 mg.

Le determinazioni di **cadmio**, **arsenico** e **piombo** sono state condotte mediante spettroscopia di assorbimento atomico in fornetto di grafite (Varian SpectrAA-240Z. All. A2-VIII), secondo la procedura EPA 7010 (2007b).

Le concentrazioni di **alluminio**, **bario**, **cromo**, **nichel**, **rame**, **silicio**, **ferro**, **vanadio** e **zinco** sono state ottenute mediante tecnica ICP-AES (Varian ICP-720ES; All. A2-IX) seguendo la metodica EPA 6010C (2007c).

La mineralizzazione del campione di sedimento è stata effettuata su circa 0,45 g di sostanza secca mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 9 ml di HNO<sub>3</sub>, 3 ml di HCl (acidi concentrati). Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua Millipore.

L'analisi per la determinazione dell'indio è stata effettuata tecnica ICP-MS (Agilent Mod. 7700; All. A2-X) previa mineralizzazione acida impiegando un sistema "Digiprep" specifico per l'introduzione di campioni nell'ICP MS. Sono stati utilizzati circa 0,5 g di sostanza secca, mineralizzati con 10 ml di Acido Nitrico e portati a un volume finale di 50 ml utilizzando acqua Millipore.

L'accuratezza delle procedure di digestione e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento (LGC 6137 o MESS-3).

In Tab. 2-V si riportano i dettagli relativi al controllo di qualità del dato analitico per i metalli ricercati.

**Tab. 2-V** - Accuratezza, incertezza, LOQ e LOD relativi ai metalli ricercati.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	In	Ni	Pb	Si	V	Zn
Accuratezza (minima accettabilità del recupero)	25%	25%	25%	30%	25%	25%	20%	25%	nd	25%	25%	nd	25%	25%
Incertezza (%)	21	25	25	25	21	20	20	20	nd	20	21	nd	20	20
LOQ (mg/kg)	170	0,3	1,2	0,02	1,2	1,2	170	0,005	0,02	1,2	0,3	5	1,2	1,2
LOD (mg/kg)	5	0,07	0,2	0,002	0,04	0,12	5	0,002	0,01	0,25	0,07	205	0,07	0,6

**Sostanza organica** - La determinazione della sostanza organica è stata eseguita mediante calcinazione in muffola: sono stati prelevati circa 3 grammi di sostanza essiccata (in stufa per 48h a 40°C) che sono stati successivamente posti in muffola a 375°C fino a peso costante.

**TOC** - Il Total Organic Carbon è stato determinato seguendo il Metodo VII.3 - *Determinazione del carbonio organico* (metodo walkley-black, DM 13/09/1999 - Ministro per le Politiche Agricole). Il carbonio organico è stato ossidato ad anidride carbonica, in condizioni standardizzate, con soluzione di potassio bicromato in presenza di acido solforico. La velocità della reazione viene favorita dall'innalzamento della temperatura conseguente alla brusca diluizione dell'acido. Dopo un tempo stabilito, la reazione è stata interrotta per aggiunta di opportuna quantità di H<sub>2</sub>O e la quantità di potassio bicromato che non ha reagito è stata determinata per titolazione con una soluzione di ferro (II) solfato eptaidrato. Il punto finale della titolazione è stato accertato con l'aggiunta di un opportuno indicatore di ossidoriduzione.

### 2.2.3. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

#### 2.2.3.1 *Dunaliella tertiolecta*

Il saggio di crescita algale con la cloroficea *Dunaliella tertiolecta* è stato eseguito secondo le indicazioni riportate nella linea guida ASTM E1218-04 (2004a). Il saggio consiste nell'esposizione di una quantità definita di clone algale in condizioni di crescita esponenziale a diverse diluizioni di campione (nella fattispecie elutriato) e al controllo negativo costituito da sola acqua marina artificiale. Prima dell'inoculo del clone algale, tutti i trattamenti, compreso il controllo, sono stati arricchiti con macro- e micronutrienti secondo le specifiche riportate in USEPA (1995).

Preparazione degli elutriati - L'elutriato è stato preparato secondo il metodo ICRAM (2001), utilizzando come acqua di lavorazione il medium preparato secondo le specifiche

riportate nella norma UNI EN ISO 10253:2000 (2000).

Esecuzione del saggio – Il saggio con *D. tertiolecta* è stato condotto in triplicato, effettuando 5 diluizioni a partire dal campione tal quale; come supporto sono state utilizzate piastre sterili di polistirene da 24 pozzetti della capacità di 3 ml ciascuno. Parallelamente, per ogni piastra è stato eseguito anche un test con un controllo negativo costituito da acqua di diluizione (acqua di mare ISO a cui sono state aggiunte concentrazioni note di nutrienti). A ciascuna diluizione e al controllo è stata aggiunta una concentrazione nota di clone algale in rapporto di 1:1000. Una volta inoculato il clone algale (concentrazione iniziale  $2 \times 10^3$  cellule  $\text{ml}^{-1}$ ), le piastre sono state trasferite per 72 h in camera fitologica a condizioni di temperatura e luminosità controllate ( $T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ , luminosità  $< 10000$  lux). Al termine dell'esposizione è stata verificata la crescita algale nel campione, espressa come densità algale, mediante lettura al Coulter Counter; si è proceduto quindi al conteggio delle tre repliche del campione tal quale e del controllo e al loro confronto statistico, per verificare eventuali aumenti o diminuzioni significative della crescita algale nel campione rispetto al controllo e procedere eventualmente alla lettura delle altre diluizioni.

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio possono essere riportati come percentuale di inibizione della crescita algale e, qualora la tossicità del campione lo consenta, in termini di  $EC_{50}$  o  $EC_{20}$ . L' $EC_{50}$  e l' $EC_{20}$  si calcolano utilizzando il foglio Excel sviluppato dalla DTU (Danmarks Tekniske Universitet) denominato "KOK457T3" che utilizza i programmi statistici LOG457.EXE e LOG457W.EXE elaborati per la determinazione della relazione concentrazione-effetto in endpoint continui (Christensen *et al.*, 2009).

Sulla base dei risultati espressi in termini di inibizione/stimolazione della crescita e dell'analisi statistica del dato eco-tossicologico (eseguita secondo lo schema USEPA, 1991), i risultati del saggio possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

- *assenza di effetto*: percentuale di inibizione/stimolazione inferiore al 20% ed assenza di differenze significative;
- *presenza di significativo effetto eutrofizzante*: percentuale di biostimolazione  $> 20\%$  e differenza significativa rispetto alla crescita nel controllo;
- *presenza di significativo effetto tossico*: inibizione della crescita  $> 20\%$  e differenza significativa con il controllo.

QA/QC - La sensibilità di ogni clone algale impiegato per i test con i campioni di elutriato è stata verificata mediante il test di controllo positivo eseguito con bicromato di potassio il



cui risultato, espresso come EC<sub>50</sub>, è stato confrontato con i dati della carta di controllo del laboratorio il cui intervallo è compreso tra 5,8 e 9,9 mg/l come cromo; altri parametri che devono essere rispettati affinché il test sia considerato valido sono:

- la densità cellulare dopo 72 h deve aumentare di un fattore non inferiore a 16 rispetto al valore di partenza ( $2 \times 10^3$  cellule ml<sup>-1</sup>);
- il coefficiente di variazione nei controlli e nel campione tal quale (CV%)  $\leq 15\%$ .

### 2.2.3.2 *Vibrio fischeri* (sistema Microtox®)

Preparazione dell'elutriato - Gli elutriati sono stati preparati dai sedimenti freschi secondo il protocollo indicato in ICRAM (2001).

Un'aliquota del sedimento da testare è stata unita con il volume calcolato dell'acqua di mare naturale filtrata in rapporto 1:4. Le sospensioni ottenute sono state poste in agitazione per 1 h e centrifugate a temperatura di 10°C per 20' a 3000 rpm. Il sopranatante, che rappresenta l'elutriato, è stato prelevato con cautela e conservato a temperatura di -30°C. Prima dell'allestimento del test sono misurati il pH e la salinità dell'elutriato. La scala di tossicità adottata è riportata in Tab. 2-VI.

**Tab. 2-VI** - Scala di tossicità adottata per il saggio Microtox®.

Critério	Tossicità
EC20 $\geq 90\%$	Assente
EC20 < 90% e EC50 $\geq 90\%$	Bassa
20% $\leq$ EC50 < 90%	Media
EC50 < 20%	Alta

### 2.2.3.3 *Corophium orientale*

Il saggio effettuato con esemplari di *Corophium orientale* è stato allestito secondo il protocollo ISO 16712:2005(E) (2005). Il principio del saggio biologico "a breve termine" (di tossicità acuta) consiste nell'esposizione di un numero stabilito di organismi per 10 gg al sedimento tal quale, con la finalità di stimare la percentuale di mortalità degli organismi stessi.

Gli anfipodi sono campionati setacciando il loro sedimento nativo con setaccio a maglia di 0,5 mm, che permette di selezionare organismi di ~4 mm idonei per il test, scartando gli individui maturi e le forme giovanili. Gli anfipodi selezionati sono quindi stati portati in laboratorio e acclimatati alle seguenti condizioni del test:

- temperatura dell'acqua: 16 $\pm$ 2°C
- salinità: 36 $\pm$ 2‰

- illuminazione: continua
- O<sub>2</sub> disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento: >60%.

Procedimento del saggio - Circa 200 cc di sedimento da testare sono stati introdotti in un barattolo di vetro da 1 l e sono stati aggiunti circa 750 cc di acqua di mare naturale filtrata. Per ogni campione sono state allestite 4 repliche. Dopo 24 h sono stati immessi 25 individui in ciascun barattolo. Come sedimento di controllo è stato utilizzato il sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. I barattoli contenenti gli organismi sono stati coperti per ridurre l'evaporazione dell'acqua, posti alla temperatura di 16±2°C e areati in continuo. Dopo 10 gg è stato vagliato il contenuto di ogni barattolo contando gli organismi ancora vivi. Sono stati considerati morti gli anfipodi che, dopo una delicata stimolazione, non mostravano alcun movimento degli arti. La sensibilità degli organismi (96hLC50) è stata determinata tramite l'esposizione per 96 h alle concentrazioni di 0,8; 1,6; 3,2 e 6,4 mg l<sup>-1</sup> CdCl<sub>2</sub>.

All'inizio e alla fine del saggio biologico sono stati misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante il sedimento: pH, salinità, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e ossigeno disciolto.

Elaborazione dei dati - Il saggio biologico è considerato valido quando la mortalità media all'interno del sedimento di controllo è ≤15% e quando la mortalità nella singola replica per l'intero periodo di esposizione è ≤20%. Sia nei campioni da testare che nel sedimento di controllo sono state calcolate le percentuali medie (± deviazione standard) degli anfipodi morti. La percentuale di mortalità rilevata in ogni campione è stata confrontata con quella nel sedimento di controllo. Il livello di tossicità è stato valutato prendendo in considerazione la percentuale di mortalità degli organismi osservata nei campioni da saggiare, corretta con la formula di Abbott (M). La scala adottata per la quantificazione della tossicità è riportata in Tab. 2-VII.

**Tab. 2-VII** – Scala di tossicità relativa al test con *C. orientale*.

Tossicità a lungo termine	Giudizio
M<15%	Assente
15%<M≤30%	Bassa
30<M≤60%	Media
M>60%	Alta

#### 2.2.3.4 *Crassostrea gigas*

Il test di embriotossicità con *C. gigas* è stato eseguito in accordo con la linea guida standard ASTM E724-98 (2004b). Il saggio si basa sulla stima della percentuale di larve normoformate (larve D-shape) al termine delle 48 h di esposizione alla matrice di saggio,

in questa circostanza rappresentata dall'elutriato.

Preparazione degli elutriati - L'elutriato è stato preparato secondo il metodo ICRAM (2001), utilizzando come acqua di lavorazione il medium preparato secondo le specifiche riportate nella guida ASTM E724-98 (2004b).

Esecuzione del saggio - Il test di embriotossicità è stato eseguito esponendo zigoti di *C. gigas* fecondati da meno di 4 h a diverse diluizioni del campione di elutriato da saggiare. Come acqua di diluizione è stato utilizzato il medium ASTM a S = 34. Il saggio è stato condotto utilizzando delle piastre sterili in polistirene con 24 pozzetti da 3 ml come supporto, in cui sono stati inoculati 60-70 zigoti per ml. L'esposizione è stata quindi condotta in triplicato, in condizioni di temperatura controllata (20°C), al buio, per 48 h. Al termine del test, il contenuto di tutti i pozzetti è stato fissato con una goccia di formalina tamponata ed è stata determinata la percentuale di larve normoformate (larve D) impiegando un microscopio ottico invertito.

QA-QC - La sensibilità di ogni batch di *C. gigas* è stata valutata mediante l'esecuzione del test con sostanza di riferimento (Cu); i risultati di tale test devono rientrare nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (5-33 µl/l). La % di larve normalmente sviluppate nel controllo con la sola acqua di diluizione deve inoltre essere superiore al 70%.

Espressione e analisi dei dati - I risultati del saggio di embriotossicità possono essere espressi sia in termini di percentuale di successo del test normalizzata (S%) rispetto alla risposta del controllo (acqua marina artificiale), sia in termini di EC<sub>50</sub>, qualora la distribuzione dei dati relativi alle singole repliche ne consenta il calcolo tramite il software Trimmed Spearman Karber v3.1 messo a disposizione da USEPA nel proprio portale. I dati di EC<sub>50</sub> sono successivamente trasformati in unità di tossicità (TU) secondo l'equazione  $TU = 100/EC_{50}$ .

Al dato di tossicità è stato associato un giudizio qualitativo secondo lo schema riportato in Tab. 2-VIII.

**Tab. 2-VIII** - Scala di tossicità per il saggio di embriotossicità con *C. gigas* (da Losso *et al.*, 2007).

Parametro	Giudizio di Tossicità		
S > TL	Assente	Semiscala dell'effetto	S > 50
50 < S ≤ TL	Bassa		
1 ≤ TU < 2	Media	Semiscala delle T.U.	S ≤ 50
2 ≤ TU < 4	Alta		
TU ≥ 4	Molto alta		

Dove:

$$S = [(Sopravvisuti campione) / (Sopravvisuti controllo)] \cdot 100$$

TL = Toxicity limit = Controllo · 90% del controllo

### **2.2.3.5 Ricerca di metalli pesanti in *Hediste diversicolor***

Procedimento del test - Il test di bioaccumulo è stato eseguito secondo i protocolli ASTM E1688-97a (1998; reapproved 2007) ed EPA/600//R-93/183 (1993).

Gli organismi non maturi di *Hediste diversicolor* (taglia 6-10 cm) sono stati campionati manualmente dalle porzioni di un sedimento estuario.

Dopo il trasporto in laboratorio, sono stati sottoposti a spurgo per 3 gg in sabbia quarzifera sommersa in acqua proveniente dal sito di campionamento, areata continuamente. La salinità dell'acqua sovrastante la sabbia quarzifera è stata gradualmente portata al  $36\pm 2\%$ , ovvero a un livello corrispondente alla salinità richiesta nel test.

Allestimento del test - Il test è stato allestito in tre repliche per ogni campione di sedimento da testare poste in barattoli di vetro da 1 lt. In ogni barattolo sono stati inseriti  $\sim 300 \text{ cm}^3$  di sedimento da testare, ai quali sono stati aggiunti circa 600 ml di acqua di mare naturale filtrata ( $36\pm 2\%$ ). I barattoli sono stati quindi sistemati in camera condizionata, coperti e areati in continuo. Dopo 24 h dall'introduzione dei sedimenti sono stati registrati i parametri di inizio del test (pH, salinità,  $\text{NH}_4^+$  e ossigeno disciolto) e in ogni barattolo sono stati immessi 5 individui di *H. diversicolor*. Per l'intera durata del test i barattoli sono stati mantenuti alla temperatura di  $16\pm 2^\circ\text{C}$ , aerati e illuminati senza alcun fotoperiodo. Come sedimento di controllo è stato utilizzato un sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. Il sedimento di controllo non contiene contaminanti o li contiene in concentrazioni molto basse. Il confronto tra il sedimento testato e il controllo consiste nella misura del livello di bioaccumulo. Il confronto degli organismi di controllo all'inizio e alla fine del periodo di esposizione indica se la contaminazione è avvenuta dall'acqua o dal sistema di esposizione. La mortalità degli organismi nel sedimento di controllo non dovrebbe superare il 10%.

Dopo 28 gg sono stati annotati i parametri finali del test e sono stati recuperati gli organismi dai singoli barattoli tramite setacciatura; gli individui vivi sono stati contati e reinseriti in barattoli contenenti sabbia quarzifera e acqua di mare filtrata. Dopo 3 gg i policheti spurgati sono stati recuperati e lavati in acqua distillata per 1 h per liberarli dal muco e dai residui della sabbia. Successivamente, sono stati congelati e sottoposti ad analisi chimica.

Elaborazioni dei dati - Per valutare l'eventuale bioaccumulo nei tessuti degli organismi è stata adottata la seguente formula:

$$D = (C_e - C_b)$$

dove: **D** – variazione (riferita al bianco, ovvero alla quantità di metallo pesante presente nei tessuti degli

organismi prima dell'inizio del test) della concentrazione dei metalli pesanti nei policheti a seguito dell'esposizione al sedimento da testare.

**Cb** - concentrazione del metallo nei tessuti degli organismi prima (bianco) della loro esposizione ai sedimenti testati;

**Ce** - concentrazione del metallo nei tessuti degli organismi dopo la loro esposizione ai sedimenti testati.

Si ritiene significativa al fine della valutazione del bioaccumulo una differenza  $\geq 20\%$ .

## **2.2.4. ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA**

### **2.2.4.1 Inquinanti organici e inorganici**

E' stata prevista la determinazione di:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Materia organica estratta (MOE);
- Idrocarburi Alifatici (IA);
- Metalli pesanti (Alluminio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo, Ferro, Indio, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Silicio, Vanadio, Zinco).

**IPA e Materia organica estratta** – Gli esemplari di mitilo sono stati scongelati e le parti molli sono state separate dalla conchiglia in maniera tale da ottenere circa 50 g di peso umido per ciascun sito. Gli organismi, così suddivisi e selezionati, sono stati pesati in un contenitore di vetro senza coperchio, previamente tarato, pulito con solventi (acetone, esano) e asciugato per evitare qualsiasi tipo di contaminazione. Successivamente, le parti molli in questi contenitori sono state liofilizzate fino a completa essiccazione (processo che avviene in circa 3-5 gg) e poi pesate.

L'intero processo analitico la determinazione degli IPA è stato diviso in tre fasi distinte: estrazione e isolamento dei contaminanti dalla matrice, purificazione dell'estratto, determinazione analitica finale del composto.

I campioni di mitili liofilizzati (3 g) sono stati sottoposti ad una tecnica basata su estrazione in apparato Soxhlet (All. A5-I) a 120°C per 8 h, evaporati a 50°C per la determinazione della Materia Organica Estratta (MOE) e successivamente ripresi e purificati su colonna allumina/gel di silice. La purificazione e la separazione degli estratti è stata effettuata su colonna di gel di silice e sodio solfato anidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (attivati a 130°C per 24 h). La colonna è stata eluita con 32 ml di esano, seguiti da 15 ml di una soluzione esano:diclorometano (1:1 v/v). Durante le analisi dei campioni sono state effettuate prove in bianco. La frazione contenente gli IPA è stata concentrata sotto blando flusso d'azoto

per il raggiungimento di un volume finale di circa 0,5 ml, trasferita in acetonitrile e impiegata per la determinazione analitica degli IPA. La determinazione qualitativa e quantitativa degli IPA è avvenuta mediante cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC - High Performance Liquid Chromatography) con rivelatore a serie di fotodiodi (Waters® PDA 996) e con rivelatore a fluorescenza (Waters® 474 Scanning Fluorescence Detector) in serie (All. A5-II). Per quanto riguarda le condizioni di corsa, la fase mobile iniziale è costituita da acetonitrile (40%) ed acqua (60%), fino al raggiungimento di un gradiente lineare al 100% di acetonitrile, ad una velocità di corsa di 1,5 ml min<sup>-1</sup> per 50'. È stata usata una colonna cromatografica Supelcosil LC-PAH HPLC (25 cm x 4,6 mm, 5 µm) (All. A5-IIa). Dal peso dell'estratto è stato ricavato anche il valore della MOE (Materia Organica Estratta).

La formula finale per il calcolo della concentrazione degli analiti è la seguente:

$$C \text{ (ng/l)} = \frac{\text{Area picco} \times \text{Conc Std} \times \text{vol finale}}{\text{Area picco Std} \times \text{g. Peso secco}}$$

Con area si intende l'area dei picchi risultati nel cromatogramma. Il risultato finale è espresso in ng/g di tessuto liofilizzato.

Le rette di taratura sono state ottenute iniettando quattro soluzioni a concentrazione nota dello standard TLC Polynuclear Aromatic Hydrocarbon Mix (Supelco), contenente i 16 composti considerati inquinanti prioritari previsti dall'EPA: Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenzo(a,h,)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene e Indeno(1,2,3-c,d)Pirene.

**Idrocarburi alifatici** - Sono stati considerati gli idrocarburi alifatici con un numero di atomi di carbonio superiore a 15, in quanto maggiormente rappresentativi di un possibile inquinamento da sostanze xenobiotiche.

Gli indici di distribuzione considerati sono:

- l'idrocarburo presente in maggiore concentrazione (major hydrocarbon, **MH**);
- il rapporto **LMW/HMW**, ovvero il rapporto tra la frazione di idrocarburi a basso peso molecolare (<n-C20) e la frazione ad alto peso molecolare (>n-C21): tale rapporto è circa uguale a 1 nei prodotti da petrolio, nelle alghe e nel plancton, mentre si abbassa in batteri, animali marini, piante superiori e sedimenti;
- il Carbon Preference Index (**CPI**), dato dal rapporto tra le n-paraffine a numero dispari

di atomi di carbonio e quelle a numero pari di atomi di carbonio. Anche tale indice in prodotti derivanti dal petrolio presenta valori prossimi all'unità, mentre aumenta se sono presenti idrocarburi d'origine biologica. Questo è dovuto al fatto che molti organismi (batteri, alghe, piante superiori, ecc.) sintetizzano preferenzialmente idrocarburi a numero dispari di atomi di carbonio.

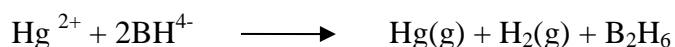
Le analisi degli IA sono state condotte su 2 µl di campione precedentemente estratto e purificato su colonnina di gel di silice e allumina. Il sistema impiegato è un GC-FID della Perkin Elmer (All. A5-III); l'iniezione è avvenuta tramite autocampionatore, mentre per la quantificazione si è proceduto al confronto delle aree sottese ai picchi prodotti da un'iniezione d'idrocarburi alifatici certificati e a concentrazione nota. La programmazione del gas-cromatografo è stata la seguente: la temperatura iniziale di 45°C è stata mantenuta per 3'; successivamente, con un gradiente di 12°C min<sup>-1</sup> sono stati raggiunti 275°C e mantenuti per 12'. Il flusso del carrier (He) è regolato a 15,5 ml/min. La colonna utilizzata è una SOPB-5 Supelco 30m (All. A5-IIIa) (Ø = 0,2 mm; spessore del film interno: 0,2 mm).

**Metalli pesanti** - Due aliquote di circa 2,5 g di campione liofilizzato per ogni sito di prelievo sono state mineralizzate a riflusso con 30 ml di acido nitrico concentrato. I campioni, posti in un apposito pallone da 250 ml, sono stati sottoposti a digestione a freddo per 20-30' e portati ad ebollizione per circa 2 h in forno a microonde *ETHOS 900*<sup>®</sup> della *Milestone* (All. A5-IV). La mineralizzazione è stata eseguita secondo la procedura ICRAM (2001).

Le soluzioni risultanti sono state filtrate attraverso un filtro di cellulosa e portate a un volume di 100 ml con acqua MilliQ. Un simile procedimento è stato effettuato anche con un'uguale quantità di acido per ottenere il bianco da sottrarre ai valori dei campioni ottenuti per via strumentale.

La determinazione strumentale di **alluminio, bario, vanadio, cadmio, cromo, nichel, rame, piombo, indio, silicio e ferro** è stata effettuata mediante ICP-OES, una tecnica molto sensibile per la determinazione di questi elementi generalmente presenti in concentrazioni minori. Per le analisi ci si è avvalsi di uno spettrofotometro ad assorbimento atomico *AAAnalyst 700*<sup>®</sup> della Perkin Elmer in configurazione Autosampler AS40<sup>®</sup> – Mercuriy/Hydride System MHS-10<sup>®</sup> (All. A5-V). Lo **zinco** è stato analizzato direttamente in fiamma aria-acetilene (*F-AAS*) con lo stesso strumento e quantificato da una curva di calibrazione costruita da concentrazioni note dell'elemento. La temperatura della fiamma a

cui avviene l'atomizzazione è di 2300°C. Il **mercurio** è stato determinato mediante il kit supplementare “FIAS 400 Flow Injection for Atomic Spectroscopy System” per analisi dei vapori ottenuti per riduzione a freddo con NaBH<sub>4</sub> secondo la seguente reazione:



I campioni sono stati pre-trattati con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> in modo da ossidare la sostanza organica. La reazione con NaBH<sub>4</sub> riduce il mercurio presente in forma ionica a mercurio metallico il quale, assieme all'idrogeno gassoso liberato dalla reazione, viene trasportato dal flusso di gas inerte nella cella al quarzo dove è stata misurata la sua assorbanza tramite il Flow Injection Mercury System FIMS 400® della Perkin-Elmer (All. A5-Va). Per evitare assorbimenti di tipo molecolare, nelle analisi che richiedono lunghezze d'onda nella zona dell'ultravioletto è stato impiegato il correttore di fondo al deuterio.

Il dosaggio dell'**arsenico** è stato ottenuto in HG-AAS utilizzando il *Flow Injection Analysis System FIAS 400*® di Perkin Elmer con lettura in GF-AAS e correttore di fondo Zeeman, 4100 ZL, Perkin-Elmer (All. A5-Vb).

Le lunghezze d'onda utilizzate per i singoli metalli analizzati sono riportate in Tab. 2-IX.

**Tab. 2-IX** - Lunghezze d'onda utilizzate per i metalli analizzati.

Lunghezza d'onda	
Al	308,215
As	193,696
Ba	445,403
Cd	226,502
Cr	267,716
Cu	324,754
Pb	220,353
Hg	194,227
Ni	231,604
V	294,402
Zn	213,856
In	203,606
Fe	239,562
Si	251,607

#### 2.2.4.2 Biomarker

In Tab. 2-X è riportata la batteria di Biomarkers prevista nella Specifica Tecnica.



**Tab. 2-X** - Batteria di biomarkers eseguiti sui mitili raccolti presso la piattaforma Elettra e nel sito di controllo.

<b>Indici di stress generale</b>	<b>Indici di esposizione</b>	<b>Danno genotossico</b>	<b>Espressione genomica</b>
<i>Livello fisiologico</i>	<i>Livello biochimico</i>		
	<b>Catalasi</b> (attività enzimatica - presenza di contaminati organici ossigeno reattivi)	<b>Test dei micronuclei</b> (genotossicità complessiva).	<b>q-PCR</b>
<b>Sopravvivenza in aria</b>	<b>Malondialdeide</b> (stress ossidativo - presenza di contaminati organici)		
	<b>Metallotioneine</b> (presenza di elementi in tracce)		
<i>Livello cellulare</i>	<i>Livello cellulare</i>		
<b>Stabilità delle membrane lisosomiali</b>	<b>Livelli di lipofuscine</b> (stress ossidativo)		
	<b>Livelli di lipidi neutri</b> (presenza di contaminati organici)		

**Sopravvivenza in aria** - L'analisi è stata effettuata su un campione di 30 organismi per ciascun sito (VA, LA e controllo) i quali, subito dopo l'arrivo in laboratorio, sono stati lavati, asciugati e mantenuti a temperatura costante ( $18 \pm 1^\circ\text{C}$ ) in un contenitore a tenuta stagna con tasso di umidità a saturazione.

Quotidianamente sono stati registrati e asportati gli individui morti fino ad esaurimento degli organismi, registrando  $LT_{50}$  e  $LT_{90}$ . Sono stati considerati morti gli individui con le valve aperte che non rispondevano a nessuna sollecitazione.

**Valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali** - In laboratorio le ghiandole digestive di 5 mitili provenienti da ciascun sito sono state tagliate mediante criostato (All. A5-VI) precedentemente raffreddato in ghiaccio in modo tale da ottenere delle sezioni trasversali dei tubuli disposti parallelamente all'asse longitudinale della ghiandola stessa e poste in fila su apposito supporto in alluminio (chuck). Successivamente, il supporto con i frammenti è stato posto per 15" in un piccolo recipiente contenente N-esano, precedentemente raffreddato con azoto liquido. Il chuck è stato poi avvolto in 4-5 strati di Parafilm e posto immediatamente a  $-80^\circ\text{C}$ . Al momento dell'analisi, per mezzo del criostato, sono state ottenute sezioni di 10-20  $\mu\text{m}$  di spessore con un'angolarità di taglio di  $15^\circ$ . Le sezioni sono state quindi trasferite su vetrini tenuti a temperatura ambiente. La stabilità della membrana lisosomiale è stata testata attraverso l'enzima N-acetyl-hexosaminidase che ha come substrato il naphthol As-BI N-acetyl- $\beta$ -D-glucosaminide.

Le sezioni preparate come descritto in precedenza sono state trattate in una vaschetta di Hellendal con un tampone destabilizzante le membrane lisosomiali a  $37^\circ\text{C}$  per tempi

diversi (0, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40') in modo da determinare il tempo di trattamento richiesto per labilizzare interamente le membrane lisosomiali (periodo di labilizzazione). Il set di vetrini è stato trasferito nel mezzo di incubazione del substrato contenente naphthol As-BI N-acetyl- $\beta$ -D-glucosaminide precedentemente disciolto in 2,5 ml di 2-metossietanolo e portato a volume con il tampone citrato contenente Polipep, un polipeptide a bassa viscosità che agisce come stabilizzante per le sezioni. L'incubazione con il substrato è stata di 20' a 37°C nella vaschetta di Hellendal in un bagno agitante. I vetrini sono stati successivamente risciacquati in acqua di mare filtrata a temperatura ambiente o in una soluzione di NaCl al 3% a 37°C per 2' prima del loro trasferimento per 10' a temperatura ambiente in un tampone fosfato pH 7,4 contenente il colorante diazoinico fast violet B blue. I vetrini, risciacquati in acqua corrente per 5', sono stati successivamente fissati con gelatina glicerinata. Le sezioni così ottenute sono state analizzate mediante un sistema di analisi d'immagine al microscopio ottico (All. A5-VII) per la determinazione del periodo di labilizzazione lisosomiale. Le analisi sono state eseguite almeno in quintuplicato.

**Valutazione dell'attività dell'enzima catalasi** - In laboratorio tale attività è stata determinata in aliquote di ghiandola di mitilo (3 pool di 5 individui per ogni stazione di prelievo) preventivamente lavate con una soluzione di NaCl (0,9%), omogeneizzate in 4 volumi di tampone Tris-HCl pH 7,4 contenente saccarosio e infine centrifugate (All. A5-VIII), prima a 2.000 x g per 10' per eliminare la frazione lipidica, e successivamente a 9.000 x g per 30' per ottenere la frazione citosolica. L'attività dell'enzima di catalasi è stata determinata per via spettrofotometrica (Aebi, 1974; All. A5-IX) a 240 nm valutando la diminuzione in assorbanza dell'estratto dovuta al consumo di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**Concentrazione di malondialdeide (MDA)** - Il metodo applicato si basa sulla reazione cromogenica tra N-metil-2-fenilindolo (NMPI) con MDA a caldo. Una molecola di MDA reagisce con due molecole di NMPI a formare un composto colorante (carbocianina) la cui assorbanza è rilevabile allo spettrofotometro (All. A5-IX) ad una opportuna lunghezza d'onda.

Al momento dell'analisi 3 pool provenienti da ogni sito di prelievo costituiti ciascuno da 3 ghiandole digestive sono stati lavati con una soluzione di NaCl (0,9%), omogeneizzati in 2 volumi di tampone Tris-HCl contenente  $\beta$ -mercaptoetanololo come antiossidante e centrifugati (All. A5-VIII) a 10.000 x g per 10' a 4°C. A 100  $\mu$ l di supernatante estratto sono stati aggiunti 650  $\mu$ l di NMPI, 100  $\mu$ l di acqua distillata e 150  $\mu$ l di HCl (37%). Il campione è stato quindi incubato a caldo, raffreddato in ghiaccio, centrifugato a 10.000 x g

e infine letto allo spettrofotometro. La concentrazione di MDA è stata stimata utilizzando come riferimento una curva standard a concentrazioni crescenti di tetrametossipropano (TMOP). La concentrazione totale in proteine del campione è stata determinata attraverso il metodo di Bradford (1976).

**Dosaggio di metallotioneine** - I tessuti provenienti da 3 pool di 5-7 individui per ogni sito di prelievo sono stati omogeneizzati in 3 volumi di Saccoroso/Tris-HCl addizionati di Leupeptina e  $\beta$ -mercaptoetanololo. L'omogenato è stato quindi centrifugato (All. A5-VIII) per ottenere una frazione solubile contenente le metallotioneine. Il sopranatante è stato successivamente precipitato con etanolo-cloroformio con il duplice scopo di rimuovere i tioli a basso peso molecolare e concentrare le metallotioneine; 1 ml di citosol è stato quindi addizionato con 1,05 ml di etanolo freddo e cloroformio e centrifugato a 6.000 x g per 10'. Il sopranatante così ottenuto è stato addizionato di 3 volumi di etanolo freddo e mantenuto a -20°C per 1 h e quindi centrifugato a 6.000 x g per 10' in rotore oscillante. Il pellet è stato lavato una volta con etanolo e cloroformio nel buffer di omogeneizzazione, ricentrifugato, insufflato con azoto e risospeso in NaCl 0,25 M addizionato di 150  $\mu$ l di HCl e EDTA. Ai campioni così risospesi è stato aggiunto DTNB (acido ditiobisnitrobenzoico) preparato al momento dell'uso e quindi sono stati centrifugati a 3.000 x g. L'assorbanza è stata valutata per via spettrofotometrica (All. A5-IX) misurandola a 412 mn.

**Accumulo di lipofuscine nei lisosomi** – Le sezioni di 5 individui provenienti da ciascun sito preparate al criostato (All. A5-VI) sono state fissate in calcio-formolo a 4°C, risciacquate in acqua distillata e poste nel mezzo di reazione contenente cloruro di ferro e potassio ferrocianuro per 5'. Successivamente, sono state lavate in acido acetico, risciacquate in acqua, montate su vetrino ed analizzate mediante un sistema di analisi d'immagine al microscopio ottico (All. A5-X) per la determinazione della colorazione dei lisosomi dovuta all'accumulo di lipofuscine.

**Accumulo di lipidi neutri nei lisosomi** - Le sezioni, derivanti da 5 individui per ciascun sito preparate al criostato (All. A5-VI) con la stessa modalità seguita per la valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali, sono state fissate in calcio-formolo per 15' a 4°C, risciacquate in acqua distillata e poste in una soluzione di trietilfosfato. Successivamente sono state colorate con una soluzione di oil red in trietilfosfato a 20°C per 15', lavate in trietilfosfato per 30", risciacquate in acqua distillata e montate con gelatina. Le sezioni così ottenute sono state analizzate al microscopio ottico (All. A5-VII) mediante un sistema di analisi d'immagine che determina la percentuale di colorazione dei lisosomi

dovuta all'accumulo dei lipidi neutri insaturi.

**Micronuclei** - L'allestimento dei preparati citologici è stato effettuato direttamente sul campione fresco lo stesso giorno di arrivo. L'emolinfa di ogni individuo (per un totale di 5 esemplari per campione) è stata prelevata dal muscolo adduttore posteriore con una siringa contenente Alsever (soluzione salina al 33‰ composta di NaCl, Na citrato x 2H<sub>2</sub>O, acido citrico x 1H<sub>2</sub>O e glucosio a pH fisiologico). Alcune gocce della sospensione cellulare, fissata in metanolo:acido acetico, sono state posizionate su vetrino e colorate con Giemsa. Per ogni mitilo sono state osservate al microscopio ottico (All. A5-VII) circa 2000 cellule di emociti e su queste sono state determinate le frequenze di micronuclei e delle anomalie nucleari (Ottaviani e Franceschini, 1997).

**Real Time PCR (q-PCR)** - La metodologia prevede l'amplificazione selettiva e quantificazione in vitro di una sequenza di DNA target. Ciò è reso possibile dall'impiego di diversi prodotti chimici fluorescenti detti *reporter* che correlano l'amplificazione con l'intensità della fluorescenza (Higuchi *et al.*, 1993). Nella presente esperienza di monitoraggio è stata prevista l'estrazione del RNA dalle cellule delle ghiandole digestive di mitilo, la retroscrittura dell'RNA in cDNA e infine l'amplificazione del cDNA tramite PCR. In questo caso, rispetto alla sequenza completa rappresentata dall'intero RNA, il metodo di studio si è focalizzato sulla quantificazione di due sequenze geniche, MT<sub>10</sub> ed MT<sub>20</sub>, responsabili della sintesi delle metalotioneine (Dondero *et al.*, 2005).

La tecnologia di q-PCR adottata ha previsto:

- l'utilizzo di fluorocromi intercalanti del DNA tipo SYBR Green, una molecola fluorescente non specifica che si lega al solco minore del DNA a doppio filamento (eccitazione/emissione massima a 494/521 nm);
- l'impiego di sonde ad idrolisi tipo "TaqMan". Questa fase consiste in una sequenza oligonucleotidica che, come i primers della PCR, viene disegnata per essere complementare alla sequenza bersaglio del gene da amplificare. Tale sequenza presenta all'estremità 5' un fluoroforo "reporter" come HEX (esacloro-6-carbossifluorescina) e all'estremità 3' una molecola "quencher" rappresentata dal TAMRA (6-carbossitetrametilrodamina);
- l'uso di acqua RNA-se e DNA-se free.

Operativamente, 0,1 gr di ghiandola digestiva è stato omogenato in Trizol e incubato a temperatura ambiente per 5' per favorire la completa dissociazione dei complessi nucleoproteici. Sono stati quindi aggiunti 100 µl di cloroformio e dopo 3' l'estratto è stato

centrifugato (10.000 x g per 5' a 4°C; All. A5-VIII) realizzando una separazione in due fasi: una inferiore arricchita in fenolo rosso e una superiore acquosa contenente l'RNA. La fase acquosa è stata trasferita in una eppendorf e l'RNA raccolto è stato concentrato mediante precipitazione per mezzo di trattamenti sequenziali a base di alcool isopropilico ed etanolo (75%) seguiti da centrifugazione a 10.000 x g per 10' a 4°C. Il surnatante ottenuto è stato quindi eliminato e il pellet depositato sul fondo della provetta è stato risospeso in 100 mM sodio acetato ed etanolo (100%). Il passaggio successivo ha previsto la purificazione attraverso trattamento con LiCl (8M), incubato a -20°C per 30' e centrifugato a 20.000 x g per 30'; il surnatante è stato quindi eliminato. Il pellet così ottenuto è stato nuovamente risospeso in etanolo (75%) per la fase di analisi o conservato a -20°C. E' seguita la quantificazione dell'RNA ottenuto tramite lettura a diverse bande come  $\lambda= 230, 260$  e 280.

Per la fase successiva di sintesi del cDNA sono stati prelevati 0,1 g di RNA totale, incubato a 70° C per 5' con appropriate quantità di oligoTprimers. Successivamente, sono stati aggiunti in rapida sequenza il tampone di reazione, il mix di desossiribonucleotidi trifosfato (dNTP), l'acqua deionizzata nucleas free, e il RevertAid M-MuLV Reverse Transcriptase<sup>®</sup>. E' stato quindi impostato il seguente ciclo termico di PCR:

- Incubazione della miscela a 37°C per favorire l'annealing degli oligo(d)T;
- incubazione at 40°C per 40-60';
- Incubazione a 50°C per 20';
- interruzione della reazione tramite riscaldamento at 70°C per 10';
- raffreddamento.

Alla fine della reazione di amplificazione, l'analisi dei risultati è stata operata attraverso il metodo comparativo cicli soglia. Dall'analisi delle curve di amplificazione sono stati desunti i parametri fondamentali alla quantificazione delle molecole inizialmente presenti nel campione come il ciclo soglia e la linea soglia di reazione.

L'efficienza della reazione di PCR è stata valutata tramite i cambiamenti di espressione genica del campione sulla base di un controllo esterno attraverso un campione di riferimento e un gene di riferimento (house-keeping), la cui espressione mantiene gli stessi livelli indipendentemente da variazioni ambientali (Livak e Schmittingen, 2001).

### **2.2.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA**

Durante le analisi di laboratorio le sei repliche prelevate in ciascuna stazione sono state trattate separatamente. Il sorting è stato compiuto con l'ausilio di uno stereomicroscopio e

di un microscopio ottico (All. A3-III e A3-IV) e l'identificazione degli organismi è stata effettuata al più basso livello sistematico possibile. Gli individui appartenenti allo stesso gruppo sono stati contati e pesati (All. A3-V). Per ogni stazione sono stati quindi calcolati i seguenti indici medi utilizzando i dati relativi alle 6 repliche:

Densità (N):  $N \text{ ind}/0,095 \text{ m}^2$

Biomassa (P):  $gr/0,095 \text{ m}^2$

Indice di Dominanza (D; May, 1975):  $D = n_i/N$

dove  $n_i$  = numero di individui della specie  $i$ -esima;  $N$  = numero totale di individui.

Ricchezza specifica totale (S; Pielou, 1974): *Numero totale di specie presenti nelle sei repliche*

Ricchezza specifica media (S<sub>m</sub>): *Numero medio di specie presenti nelle sei repliche*

Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'):  $H' = -\sum p_i \cdot \text{Log } p_i$

dove:  $p_i$  = frequenza numerica della specie  $i$ -esima rispetto al totale degli individui (Pielou, 1974).

Le affinità biocenotiche o le preferenze ecologiche (Pérès e Picard, 1964; Bellan Santini e Ledoyer, 1972; Amouroux, 1974; Bourcier *et al.*, 1979; Bellan *et al.*, 1980; Nodot *et al.*, 1984; Salen-Picard, 1985; Augier, 1992; Bianchi *et al.*, 1993; Poppe e Goto; 1991; 1993; Rinelli e Spanò, 1997; Chimenz Gusso *et al.*, 2001) sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie.

Con i dati di densità delle singole specie sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa. Per ricercare eventuali somiglianze tra le stazioni campionate e l'evoluzione temporale delle comunità rinvenute nell'intero period di indagine, con i dati di densità è stata effettuata un'analisi statistica multivariata utilizzando il pacchetto software PRIMER (Clarke e Warwick, 2001).

Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area, sono stati confrontati i risultati di tre differenti indici (l'indice W di Clarke, l'indice AMBI e l'indice BENTIX; Clarke e Warwick, 2001; Borja *et al.* 2000; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika *et al.*, 2007; Borja e Mader, 2008), seguendo quanto suggerito da Teixeira *et al.* (2007).

L'indice W prevede l'integrazione dei dati di abbondanza numerica e di biomassa delle singole specie. Tale metodo si basa sul presupposto che in aree stabili è favorita la presenza di specie con una "strategia di tipo k", con ciclo vitale lungo, grandi dimensioni corporee degli individui adulti, raramente dominanti numericamente, ma dominanti in termini di biomassa. Al contrario, nelle comunità disturbate, viene favorita la presenza di specie con "strategia di tipo r", dette anche opportuniste, caratterizzate da un ciclo vitale

breve e piccola taglia corporea, che generalmente risultano dominanti numericamente (Pianka, 1970).

L'indice si basa sulla seguente formula:

$$\sum_i^S (B_i - A_i) / [50 (S - 1)]$$

dove:  $B_i$  e  $A_i$  = biomassa e abbondanza della specie  $i$ -esima;  $S$  = Ricchezza specifica totale.

Questo indice oscilla da -1 a +1 e indica nel primo caso la presenza di una comunità fortemente disturbata e, nel secondo, la presenza di un ambiente non perturbato. Nel caso in cui il valore sia vicino allo 0, l'ambiente è da considerare moderatamente perturbato (Craeymeersch, 1991). Per ottenere una classificazione della qualità dell'ambiente si è deciso di utilizzare gli intervalli di valori dell'indice  $W$  riportati in Tab. 2-XI.

**Tab. 2-XI** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice  $W$ .

Classificazione dell'ambiente	$W$
Non disturbato	$1,000 \geq W \geq 0,700$
Leggermente disturbato	$0,699 \geq W \geq 0,300$
Moderatamente disturbato	$0,299 \geq W \geq -0,100$
Povero	$-0,101 \geq W \geq -0,500$
Pessimo	$-0,501 \geq W \geq -1,000$

L'indice AMBI assume valori compresi tra 0 (ambiente non inquinato o disturbato) a 7 (ambiente estremamente inquinato o disturbato).

Basandosi essenzialmente sul rapporto percentuale delle specie presenti nel campione, previamente suddivise in 5 gruppi ecologici in base al grado di tolleranza o sensibilità a un gradiente di stress ambientale, consente di classificare, come richiesto dalla Direttiva 2000/60/EC, gli ambienti marini costieri nelle seguenti categorie:

1. non disturbati ( $0 \leq \text{AMBI} \leq 1$ );
2. leggermente disturbati ( $1 \leq \text{AMBI} \leq 3,5$ );
3. moderatamente disturbati ( $3,5 \leq \text{AMBI} \leq 5$ );
4. molto disturbati ( $5 \leq \text{AMBI} \leq 6$ );
5. estremamente disturbati ( $6 \leq \text{AMBI} \leq 7$ ).

I gruppi ecologici nei quali vengono raggruppate le specie (il cui elenco disponibile nel software AMBI 5.0 è aggiornato a marzo 2012) sono identificati soprattutto in base alla loro sensibilità ad arricchimenti organici:

gruppo I: Specie molto sensibili ad arricchimento organico e presenti solo in condizioni ambientali ottimali. Tale gruppo include i carnivori specialisti e

alcuni policheti tubicoli detritivori.

gruppo II: Specie indifferenti all'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità senza particolari variazioni nel tempo. Esse includono sospensivori, alcuni carnivori poco selettivi e scavatori.

gruppo III: Specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti. Queste specie possono essere presenti in condizioni normali, ma le loro popolazioni sono stimolate da un aumento di sostanza organica. Si tratta prevalentemente di detritivori superficiali.

gruppo IV: Specie opportuniste di secondo ordine; principalmente piccoli policheti detritivori sub-superficiali, come i cirratulidi.

gruppo V: Specie opportuniste di primo ordine; sono detritivori che proliferano in sedimenti poco ossigenati e ridotti.

Gli intervalli di valori dell'indice AMBI e la conseguente classificazione della qualità dell'ambiente sono riportati in Tab. 2-XII.

**Tab. 2-XII** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice AMBI.

Environmental Classification	AMBI
Ambiente non inquinato	$0,0 < \text{AMBI} \leq 1,2$
Ambiente leggermente inquinato, di transizione	$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$
Ambiente moderatamente inquinato	$3,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$
Ambiente fortemente inquinato	$5,0 < \text{AMBI} \leq 6,0$
Ambiente estremamente inquinato	Azoico

Infine, l'indice BENTIX è stato sviluppato per stabilire gli impatti causati da fattori di stress generalizzati e non discrimina tra disturbo di origine naturale o antropogenica.

Questo indice si basa sulla suddivisione dei taxa di fondo mobile (per i quali è fornita una lista) in 2 principali gruppi ecologici:

1. gruppo 1 (GS): include specie sensibili a un disturbo in generale;
2. gruppo 2 (GT): include specie tolleranti a un disturbo o a uno stress.

Una volta composti i due gruppi sopra citati, viene applicato il seguente algoritmo:

$$\text{BENTIX} = (6 \times \% \text{GS} + 2 \times \% \text{GT})/100$$

dove: %G = percentuale della somma delle densità di ciascun gruppo sulla densità totale registrata nella stazione di campionamento.

Sulla base dei risultati ottenuti, per ogni sito di campionamento è stato possibile stilare una classifica della qualità dell'ambiente secondo i criteri riportati in Tab. 2-XIII. In Tab. 2-XIV è infine riportata la classificazione dello stato ecologico dell'ambiente indicata in



Bettencourt *et al.* (2004) sulla base della combinazione di tre differenti indici.

**Tab. 2-XIII** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice BENTIX (Zenetos *et al.*, 2004).

Environmental Classification	BENTIX
Ambiente non inquinato	$4,5 \leq \text{BENTIX} < 6$
Ambiente leggermente inquinato, di transizione	$3,5 \leq \text{BENTIX} < 4,5$
Ambiente moderatamente inquinato	$2,5 \leq \text{BENTIX} < 3,5$
Ambiente fortemente inquinato	$2 \leq \text{BENTIX} < 2,5$
Ambiente estremamente inquinato	Azoico

**Tab. 2-XIV** - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione di tre differenti indici (Bettencourt *et al.*, 2004).

Indice n. 1	Indice n. 2	Indice n. 3	Stato ecologico
non disturbato	non disturbato	non disturbato	alto
non disturbato	non disturbato	leggermente disturbato	alto/buono
non disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	buono
leggermente disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	buono
leggermente disturbato	leggermente disturbato	moderatamente disturbato	buono/moderato
leggermente disturbato	moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderato
moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderato
moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	fortemente disturbato	moderato/povero
moderatamente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero
fortemente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero
estremamente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero/pessimo
estremamente disturbato	estremamente disturbato	fortemente disturbato	pessimo
estremamente disturbato	estremamente disturbato	estremamente disturbato	pessimo

## 2.2.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

### 2.2.6.1 Campionamenti di pesca

Tutti gli individui delle specie presenti nelle catture sono stati portati in laboratorio e determinati dal punto di vista sistematico secondo Whitehead *et al.* (1986) per le specie ittiche e Fisher *et al.* (1987) per i crostacei e i molluschi. Inoltre, su ciascun esemplare sono stati rilevati i seguenti parametri morfometrici:

- lunghezza totale (pesci; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del mantello (molluschi cefalopodi; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del carapace (crostacei; al mm inferiore);
- peso fresco (al g inferiore).

Per *Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus* sono stati rilevati solo il numero e il peso complessivo.

Le varie specie ittiche catturate sono state suddivise in pelagiche (P), necto-bentoniche

(NB) e bentoniche (B). Inoltre, per comprendere meglio l'influenza della piattaforma Elettra sulla fauna originaria, ciascuna specie è stata definita come "attratta" (AT), "parzialmente attratta" (PA) o "non attratta" (NA) in base alla sua affinità con i substrati duri, naturali o artificiali (Bombace *et al.*, 1994). Le specie definite "attratte" hanno un habitat limitato e sono strettamente dipendenti dai substrati duri. Esse utilizzano tali substrati, naturali o artificiali, per rifugiarsi e, probabilmente, "pascolano" su di essi o nelle loro immediate vicinanze. Quelle definite "parzialmente attratte" sono generalmente specie mobili, che possono essere temporaneamente attratte dai fondi duri, ma si possono osservare anche in aree prive di tali substrati. Le specie "non attratte" invece non hanno alcun rapporto con la piattaforma e, di norma, sono reperibili sul fondale originario.

Poiché la permanenza in mare dell'attrezzo variava nelle diverse stagioni e a volte la rete poteva subire dei danni a causa delle cattive condizioni meteo-marine, i dati di cattura delle singole specie sono stati standardizzati come numero e peso di individui pescati con 500 m di rete e 12 h.

Per le tre zone (piattaforma e 2 controlli) sono state calcolate sia la Ricchezza specifica totale ( $S_{tot}$ ), intesa come numero totale di specie rilevato in tutto il periodo di survey, sia la Ricchezza specifica totale media ( $S_{mtot}$ ). È stata inoltre calcolata la Ricchezza specifica media stagionale ( $S_{mstag}$ ).

L'indice di Shannon-Weaver ( $H'$ ), per la cui definizione si rimanda al capitolo precedente, è stato applicato anch'esso ai dati relativi ad ogni singolo campionamento in tutti i tre siti per determinare sia il valore totale medio ( $H'_{mtot}$ ), sia le medie stagionali ( $H'_{mstag}$ ).

I rendimenti di pesca sono stati calcolati sia in termini numerici (n. ind/500m/12h) che ponderali (kg/500m/12h) sull'intero periodo e stagionalmente.

Per confrontare i risultati ottenuti per i suddetti indici e per i dati di cattura in numero e peso dei principali gruppi di specie è stato effettuato un confronto statistico tra la piattaforma e i siti di controllo durante i due anni di indagine, utilizzando un'analisi della varianza a due vie bilanciate a fattori fissi (Lindman, 1992). Prima di svolgere l'analisi statistica, sono stati applicati i test di Kolmogorov-Smirnov e Bartlett per verificare rispettivamente la distribuzione normale dei dati e l'omogeneità delle varianze. Al fine di ridurre l'influenza dei valori di cattura elevati ma saltuari in numero e in peso è stata testata e applicata la trasformazione logaritmica [ $\log_{10}(x)+1$ ]. Quando anche questa trasformazione non è risultata sufficiente al rispetto delle precedenti ipotesi, il confronto statistico è stato effettuato tramite il test non parametrico di Kruskal-Wallis (Zar, 1984).

Quando i test ANOVA o Kruskal-Wallis sono risultati significativi, i confronti multipli tra

i vari livelli del fattore studiato sono stati calcolati utilizzando rispettivamente il test HSD di Tukey o il *comparative non parametric* Wilcoxon rank test (Zar, 1984).

Al fine di comparare l'intero *fish assemblage* rinvenuto nelle tre aree monitorate è stata effettuata un'analisi multivariata su permutazioni a due vie (PERMANOVA; Anderson 2001), per testare l'ipotesi nulla di nessuna differenza tra le catture dei tre siti e di nessuna differenza tra gli anni 2016 e 2017. Questa analisi è basata su una matrice di dissimilarità di Bray-Curtis, calcolata sui dati di abbondanza di ciascuna specie trasformati per radice quarta. Quando il test precedente è risultato significativo, i confronti multipli tra i vari livelli del fattore studiato sono stati calcolati utilizzando il *pairwise test*.

La *Principal Coordinate analysis* (PCO; Anderson 2001), calcolata sulla base della matrice di Bray-Curtis utilizzata nella precedente analisi, è stata applicata come metodo di ordinamento per visualizzare le differenze nel popolamento dei tre siti. Su questa rappresentazione sono stati sovrapposti i vettori di correlazione delle 10 specie che influenzano maggiormente la distribuzione dei vari punti.

#### **2.2.6.2 Investigazioni acustiche**

L'elaborazione dei dati inerenti la colonna d'acqua, rilevati tramite MBES, è stata eseguita con il software Echoview (Myriax, Tasmania).

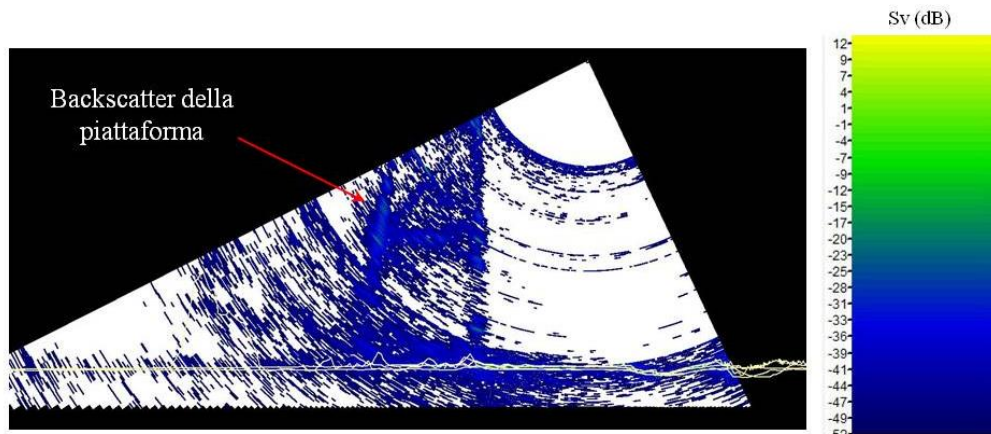
Dopo la conversione dei *raw data*, è stato eseguito lo *screening* dettagliato degli ecogrammi bidimensionali relativi a ciascun transetto. Una volta individuata una possibile aggregazione di pesce (*target*), sono stati selezionati i ping contenenti l'aggregazione creando un sottoinsieme dell'ecogramma. In presenza di rumore di fondo ben distinguibile dal *target*, è stata applicata una pulizia del dato utilizzando una procedura di mascheramento. D'altra parte, nel caso di intenso e diffuso rumore di fondo dovuto alla presenza di strutture e/o oggetti in grado di creare un forte *backscatter* e *scattering* dell'impulso acustico, non è stato possibile individuare alcun banco di pesce per l'alto livello di mascheramento. Questo avviene per esempio in prossimità della piattaforma stessa (fig. 2.10) la cui base, costituita da pali che si estendono verticalmente lungo tutta la colonna d'acqua, causa intensi fenomeni di *backscatter* e di *scattering* omnidirezionale. Inoltre, gli impulsi che penetrano negli spazi tra i pali della piattaforma possono venire riflessi più volte prima di tornare ai trasduttori o perdersi nell'ambiente circostante. Per tale motivo sono stati presi in considerazione solo quei *target* chiaramente distinguibili dall'intenso rumore di fondo.

Una volta individuato, il banco di pesce è stato estratto tramite la procedura *target*

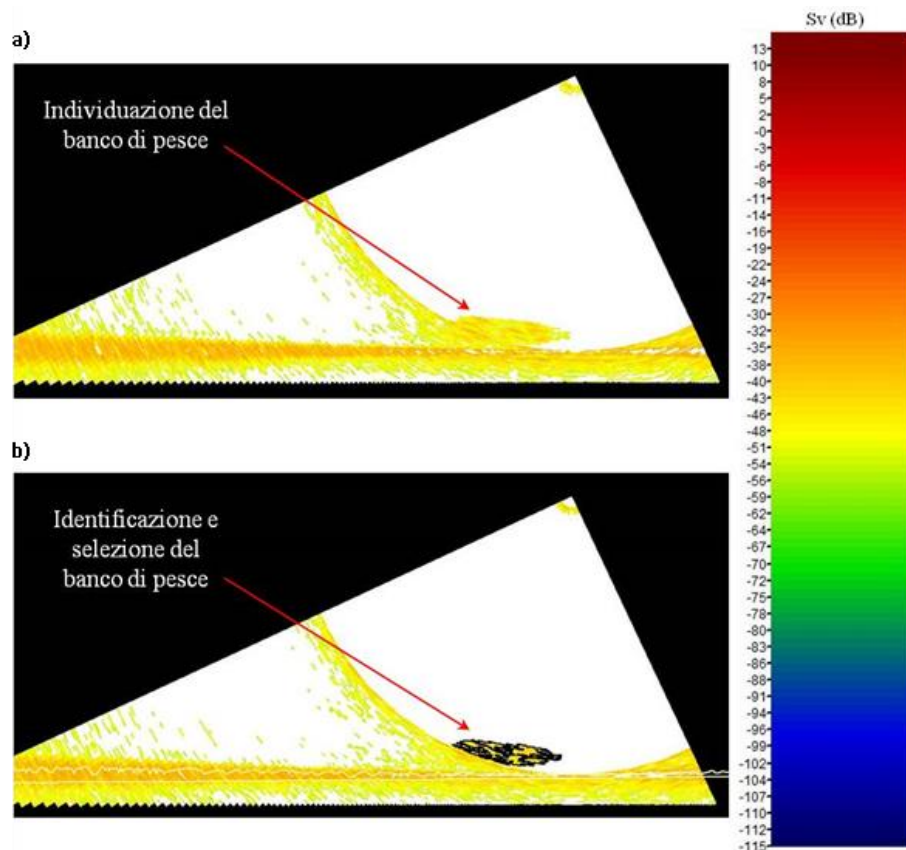
*detection* e l'algoritmo *cruise-scanning* per piattaforme (tipo imbarcazioni) in movimento (fig. 2.11). Visto che il sistema EM2040CD non può essere calibrato per il riconoscimento di particolari specie ittiche, si è considerato un *volume backscatter strenght* (Sv) compreso tra -35 +64 dB, intervallo scelto a seguito di un controllo di qualità del dato effettuato al fine di isolare il rumore. Questa procedura, oltre a fornire l'immagine tridimensionale del *target* permette di estrarne le caratteristiche metriche e acustiche che, quando possibile, sono state usate come misure per confrontare la distribuzione dei due macrogruppi individuabili in base alla distanza dalla piattaforma (il primo comprendente i banchi rilevati entro 300 m dalla struttura e il secondo quelli individuati nelle zone periferiche). Di seguito si riporta la descrizione delle caratteristiche metriche e variabili acustiche estratte per ogni *target* tridimensionale (Tab. 2-XV e 2-XVI).

Completata l'individuazione dei banchi di pesce, sono state create scene tridimensionali delle porzioni di colonna d'acqua investigate, includendo anche il fondale marino e la struttura Clara NW.

Nel presente rapporto sono riportati i risultati relativi al periodo di indagine luglio-dicembre 2017. Per i risultati precedenti consultare Fabi *et al.*, 2016b, 2017b e 2017c.



**Fig. 2.10** - Ecogramma multibeam in prossimità della piattaforma Bonaccia NW. Il forte *backscatter* dovuto alla presenza della struttura e lo *scattering* omnidirezionale degli impulsi acustici impediscono il rilevamento di eventuali aggregazioni di pesce nelle vicinanze della piattaforma e/o tra i pali della stessa. Sv=*Volume backscatter strenght*.



**Fig. 2.11** - Elaborazione dei dati acustici della colonna d'acqua tramite il software Echoview. a) Individuazione di un'aggregazione di pesce in un ping durante lo *screening* dell'ecogramma. b) Identificazione e selezione del *target* tramite la procedura *Target detection*. La scala a colori sulla destra rappresenta il *volume backscattering strength* (Sv) in dB e si riferisce a entrambi a) e b).

**Tab. 2-XV** - Descrizione delle caratteristiche metriche relative ai target tridimensionali (aggregazioni di pesce) individuati durante la procedura di *Target detection* del software Echoview.

Caratteristica metrica	Unità	Descrizione
Superficie	m <sup>2</sup>	Superficie del target (include la superficie di eventuali vacuoli individuati all'interno del target).
Lunghezza NS	m	Lunghezza massima del target lungo l'asse Nord-Sud.
Lunghezza EW	m	Lunghezza massima del target lungo l'asse Est-Ovest.
Profondità minima	m	Profondità minima del target.
Profondità massima	m	Profondità massima del target.
Altezza	m	Altezza del target (dalla profondità massima alla profondità minima).
Volume	m <sup>3</sup>	Volume del target (non include il volume di eventuali vacuoli individuati all'interno del target).
Centro geometrico (LAT)	gradi	Latitudine del punto geometrico centrale del target.
Centro geometrico (LONG)	gradi	Longitudine del punto geometrico centrale del target.
Centro geometrico profondità	m	Profondità del punto geometrico centrale del target.
Ruvidità	m <sup>-1</sup>	Superficie del target diviso il volume del target.
n. vacuoli	-	Numero di vacuoli individuati all'interno del target.
Volume totale vacuoli	m <sup>3</sup>	Volume totale dei vacuoli individuati all'interno del target.

**Tab. 2-XVI** - Descrizione delle variabili acustiche relative ai target tridimensionali (aggregazioni di pesce) individuati durante la procedura di *Target detection* del software Echoview.

Variabile acustica	Unità	Descrizione
Sv medio	dB re 1 m <sup>-1</sup>	Volume backscatter strength all'interno del target.
n. campioni	-	Numero di campioni validi all'interno del target.
n. ping	-	Numero di ping analizzati che intersecano il target.
n. beam	-	Numero di beam analizzati che intersecano il target.
Sv minimo	dB re 1 m <sup>-1</sup>	Valore minimo del <i>volume backscatter strength</i> all'interno del target.
Sv massimo	dB re 1 m <sup>-1</sup>	Valore massimo del <i>volume backscatter strength</i> all'interno del target.
Densità	Kg m <sup>-3</sup>	Densità volumetrica di pesce espressa in unità di massa.

### 2.2.5.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

Le immagini video registrate mediante telecamera in prossimità della piattaforma sono state analizzate per verificarne la qualità e per avvalorare i risultati ottenuti con i campionamenti di pesca e con le investigazioni tramite MBES per avere un riscontro sull'effettivo potere attrattivo della struttura.

### 3. RISULTATI

#### 3.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Nella presente relazione si riportano i risultati ottenuti nel 2° semestre 2017. Per i precedenti consultare Fabi *et al.*, 2015b, 2016b, 2016c, 2017b e 2017c.

##### 3.1.1. TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA

Nel **settembre 2017** era presente uno strato superficiale omogeneo di circa 20 m con temperatura di 25,4°C la quale ha subito un decremento, dapprima rapido sino a circa 40 m di profondità e poi più lieve, sino a raggiungere 13,5°C su fondo (fig. 3.1).

In superficie si sono misurati anche i valori più alti di salinità, con un massimo di 39,01 psu che ha caratterizzato i primi 15 m della colonna d'acqua della stazione BO6. Il minimo (38,60 psu) invece è stato registrato a 38 m in BO2. Al fondo è stata misurata una salinità di 38,79 psu. Le distribuzioni areali superficiali hanno evidenziato una diminuzione della temperatura e un aumento della salinità da Nord a Sud (fig. 3.2).

La torbidità (TSM), determinata come backscattering ed espressa dopo calibrazione in  $\text{mg l}^{-1}$ , è risultata mediamente pari a  $2,47 \pm 0,80 \text{ mg l}^{-1}$ , con valori intorno a  $2,2 \text{ mg l}^{-1}$  nei primi 60 m in aumento verso il fondo, dove è stato raggiunto un massimo di  $5,2 \text{ mg l}^{-1}$  nella stazione BO8 (fig. 3.1).

L'ossigeno disciolto ha presentato valori di saturazione nel range 86-127%, con massimi a circa 30 m di profondità e minimi al fondo (fig. 3.1).

La fluorescenza *in situ*, espressa dopo calibrazione in  $\mu\text{g l}^{-1}$  di clorofilla (fig. 3.3), è risultata compresa tra  $0,11-0,89 \mu\text{g l}^{-1}$  in graduale aumento con la profondità, con picchi tra i 60 e i 70 m; il massimo di  $0,89 \mu\text{g l}^{-1}$  è stato registrato nella stazione BO6 a 67 m.

Nel mese di **ottobre** lo spessore dello strato superficiale omogeneo in temperatura era aumentato in spessore arrivando a circa 40 m di profondità. La temperatura massima registrata è stata di circa 19,4°C (BO6, -26 m). E' dunque avvenuta una riduzione negli strati sottostanti, prima rapida e poi graduale, sino a raggiungere circa 14°C sul fondo. La salinità superficiale è risultata nel range 38,52-38,67 psu, con il minimo in corrispondenza di BO7 (fig. 3.4). Ha rappresentato un'eccezione il sito BO5 caratterizzato dai valori più

alti (38,8-38,9 psu nei primi 10 m). Dopo un un incremento tra i 20 e i 30 m di profondità la salinità si è ridotta sino a circa 60 m senza però raggiungere il minimo superficiale.

Dalle distribuzioni areali di questi due parametri è emersa, in superficie, una diminuzione dei valori da SW verso NE fig. (3.5).

La torbidità è risultata mediamente simile a quella di settembre ( $2,72 \pm 0,16 \text{ mg l}^{-1}$ ), con valori intorno a 2,60-2,70  $\text{mg l}^{-1}$  fino a 70-75 m e un successivo aumento verso il fondo dove si è raggiunto il massimo di 3,41  $\text{mg l}^{-1}$  nella stazione BO3. Ha rappresentato un'eccezione la BO2 caratterizzata in superficie da concentrazioni più alte rispetto a tutti gli altri siti (3,14  $\text{mg l}^{-1}$ ; fig. 3.4).

L'ossigeno disciolto ha presentato i valori di saturazione più alti nei primi 40 m di profondità, con un massimo assoluto di 97% a circa 20 m in BO8. Al di sotto dei 40 m i valori sono diminuiti fino a raggiungere una percentuale di saturazione pari al 70% a 60 m sempre in BO8 (fig. 3.4).

Le concentrazioni della fluorescenza sono oscillate tra 0,18 e 0,54  $\mu\text{g l}^{-1}$ , con un aumento dei valori tra 45 e 55 m e un decremento progressivo al di sotto di tale quota (fig. 3.6).

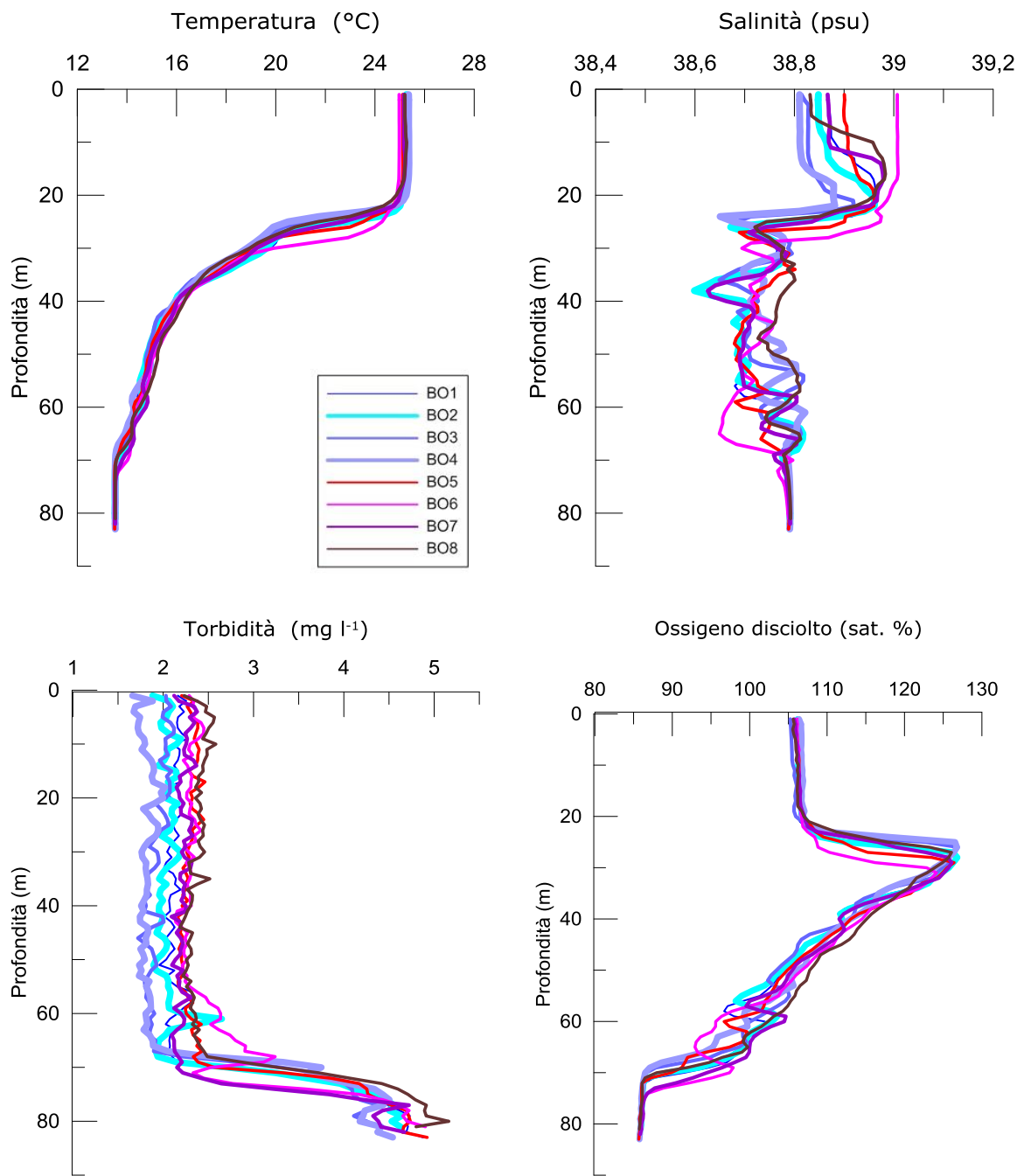
A **dicembre** la colonna d'acqua è risultata completamente rimescolata fino al fondo (fig. 3.7). La temperatura è stata in media pari a  $15,59 \pm 0,04^\circ\text{C}$ . Le stazioni sono apparse tutte molto simili con un lieve distacco della BO7 dove si sono registrati  $15,70^\circ\text{C}$  (fig. 3.8). Anche la salinità è risultata costante lungo tutta la colonna d'acqua con un valore medio di  $38,97 \pm 0,01 \text{ psu}$  (fig. 3.7). Anche in questo caso, i valori più elevati sono stati ottenuti in BO7 (38,99 psu; fig. 3.8).

In questo survey il TSM è stato in media pari a  $2,29 \pm 0,24 \text{ mg l}^{-1}$ , con un range di 1,81 - 3,40  $\text{mg l}^{-1}$ . La massima concentrazione è stata registrata a 78 m nella stazione BO8 e la minima a 27 m in BO2 (fig. 3.7).

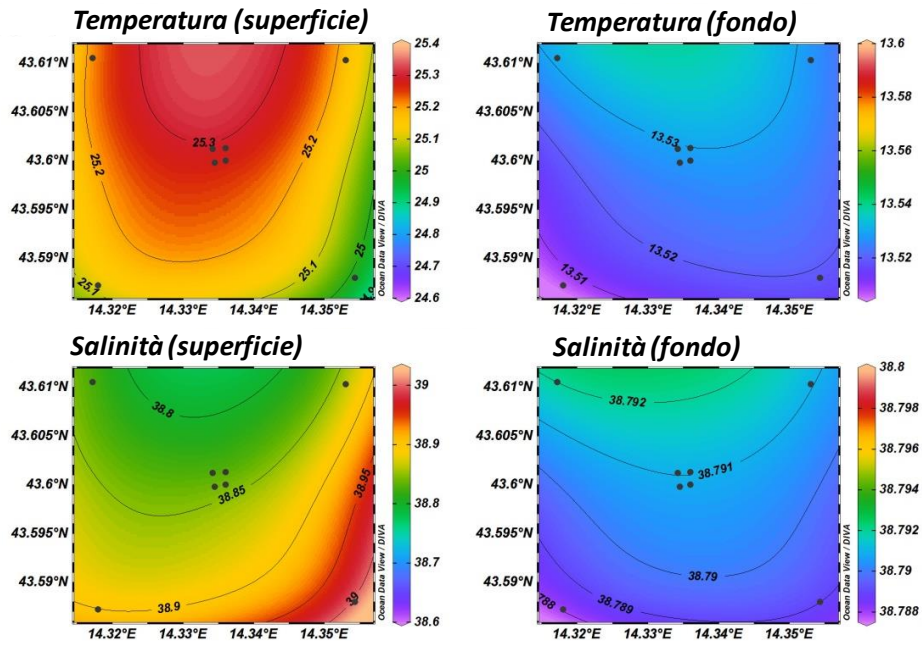
L'ossigeno disciolto ha presentato valori di saturazione costanti lungo la colonna (91-91,5%), anche in questo caso con percentuali relativamente più alte (92%) in BO7 (fig. 3.7).

La fluorescenza ha mostrato anche in questa situazione valori relativamente bassi (media  $0,30 \pm 0,02 \mu\text{g l}^{-1}$ ), con concentrazioni variabili da 0,26  $\mu\text{g l}^{-1}$  (BO6, 78 m) a 0,42  $\mu\text{g l}^{-1}$  (BO1, 47 m; (fig. 3.9).

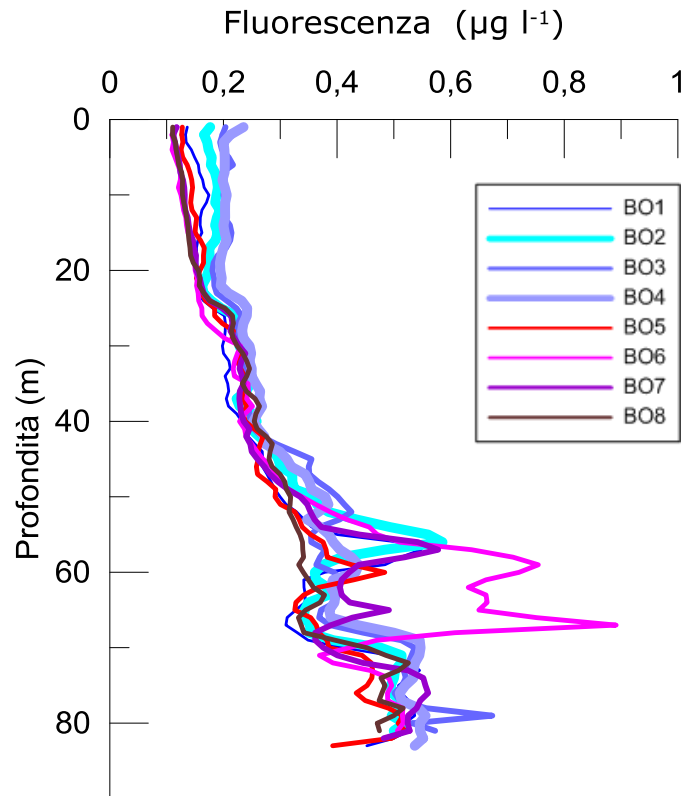




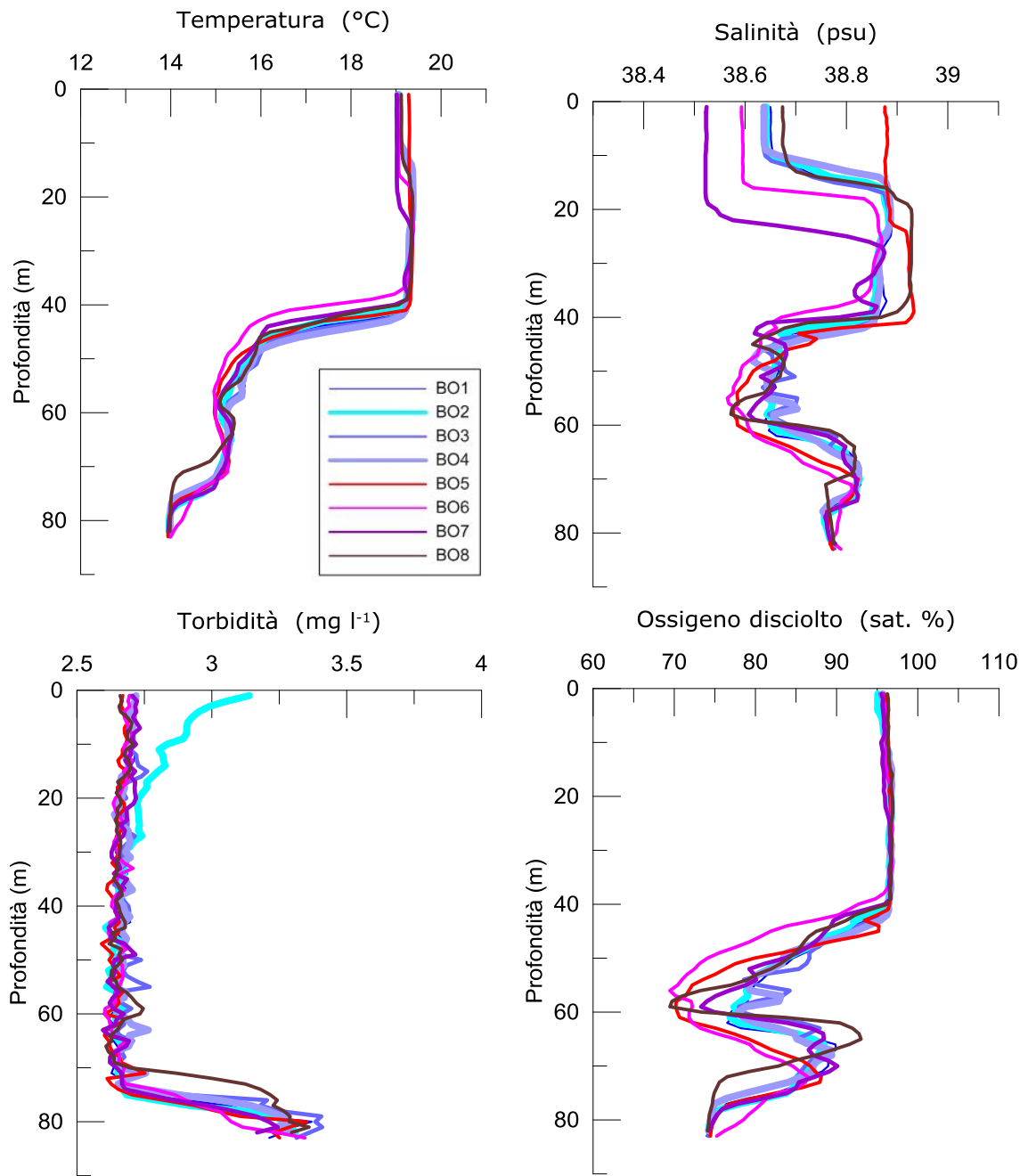
**Fig. 3.1** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg l<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Settembre 2017.**



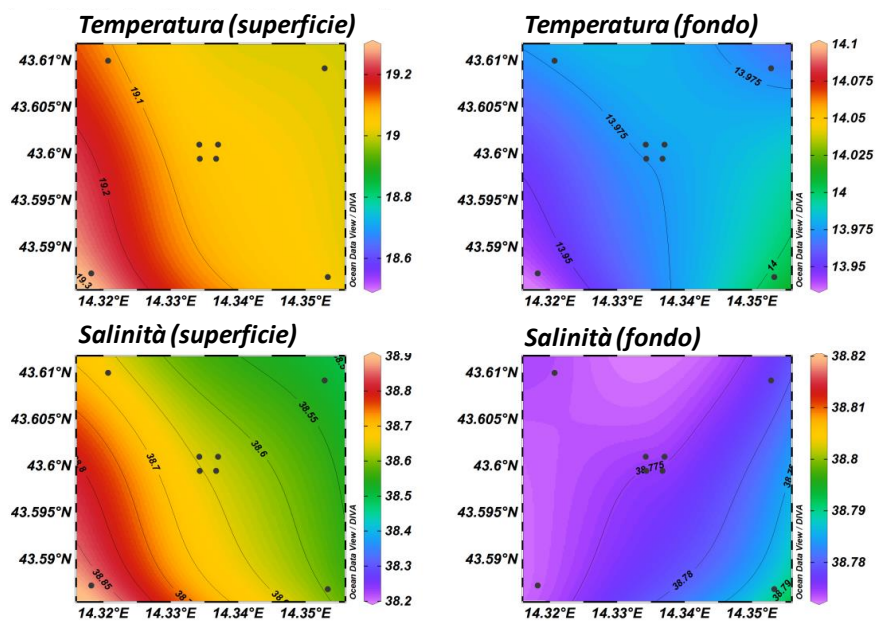
**Fig. 3.2** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Settembre 2017**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (Schlitzer, 2016).



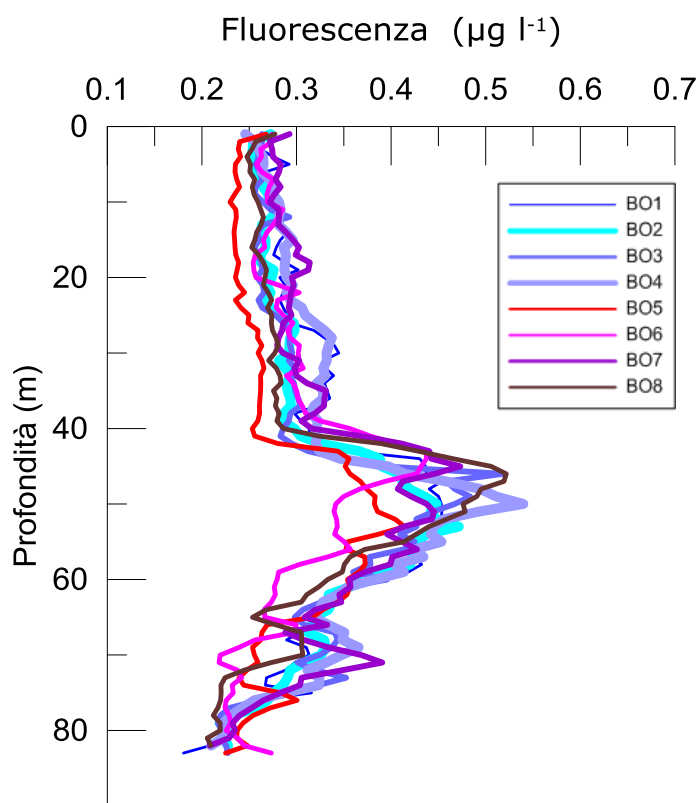
**Fig. 3.3** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ). **Settembre 2017**.



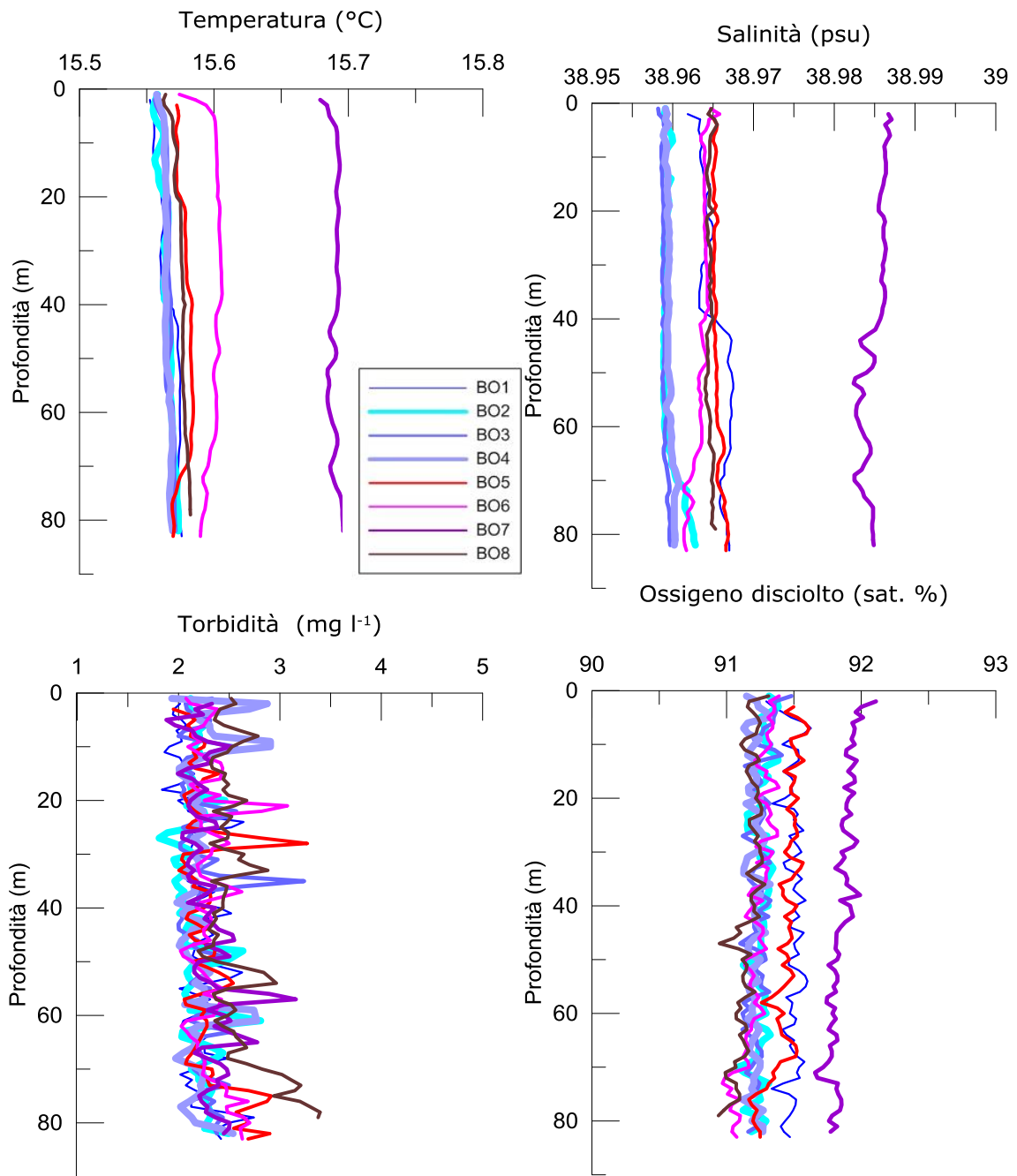
**Fig. 3.4** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg l<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Ottobre 2017.**



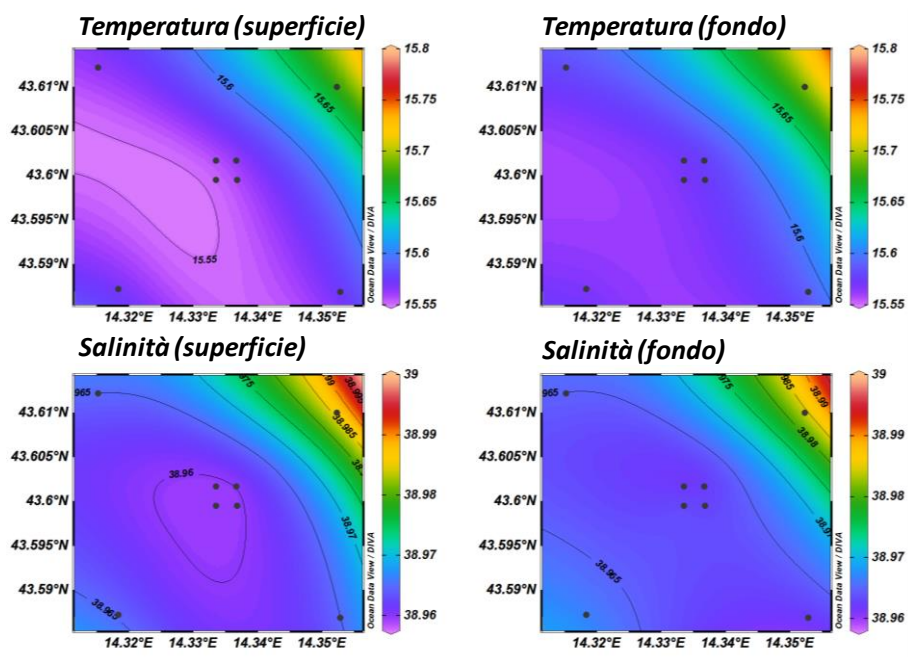
**Fig. 3.5** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Ottobre 2017**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (Schlitzer, 2016).



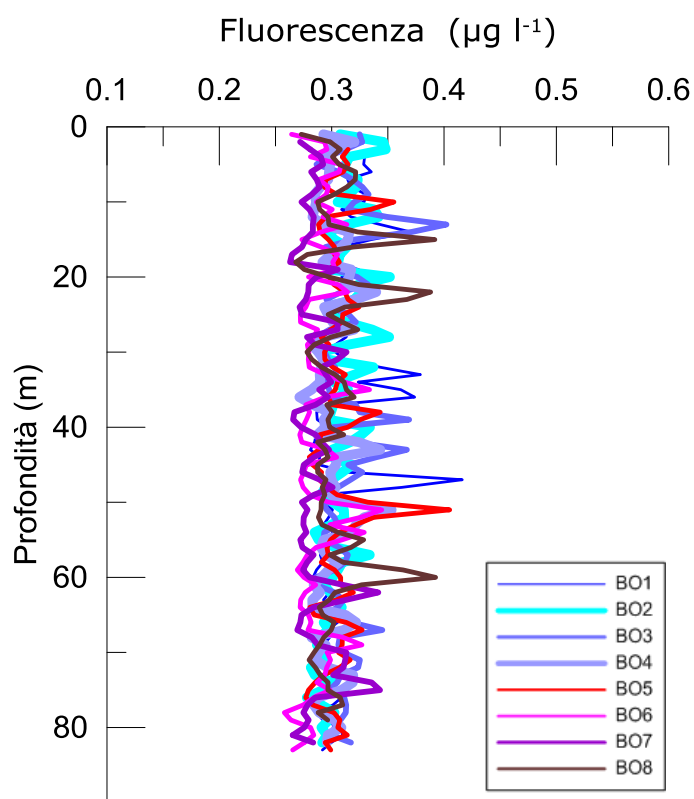
**Fig. 3.6** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ). **Ottobre 2017**.



**Fig. 3.7** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg l<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Dicembre 2017.**



**Fig. 3.8** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Dicembre 2017**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (Schlitzer, 2016).



**Fig. 3.9** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ). **Dicembre 2017**.

### 3.1.2. NUTRIENTI

Nel **settembre 2017** le concentrazioni dei nutrienti azotati sono risultate mediamente pari a  $0,81\pm 0,63$   $\mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ , a  $0,19\pm 0,05$  per  $\text{NO}_2$  e a  $0,84\pm 0,54$   $\mu\text{M}$  per  $\text{NH}_3$  (figg. 3.10a, 3.10b). I valori più elevati per  $\text{NO}_3$  e  $\text{NO}_2$  sono stati misurati al fondo, con massimi rispettivamente di  $2,11$   $\mu\text{M}$  nella stazione BO4 e di  $0,27$   $\mu\text{M}$  nella BO8. Le concentrazioni maggiori di ammoniaca sono state rilevate nelle stazioni situate a 2000 m dalla piattaforma (fig. 3.11), ma il massimo di  $2,17$   $\mu\text{M}$  è stato registrato a 40 m di profondità nella stazione BO1.

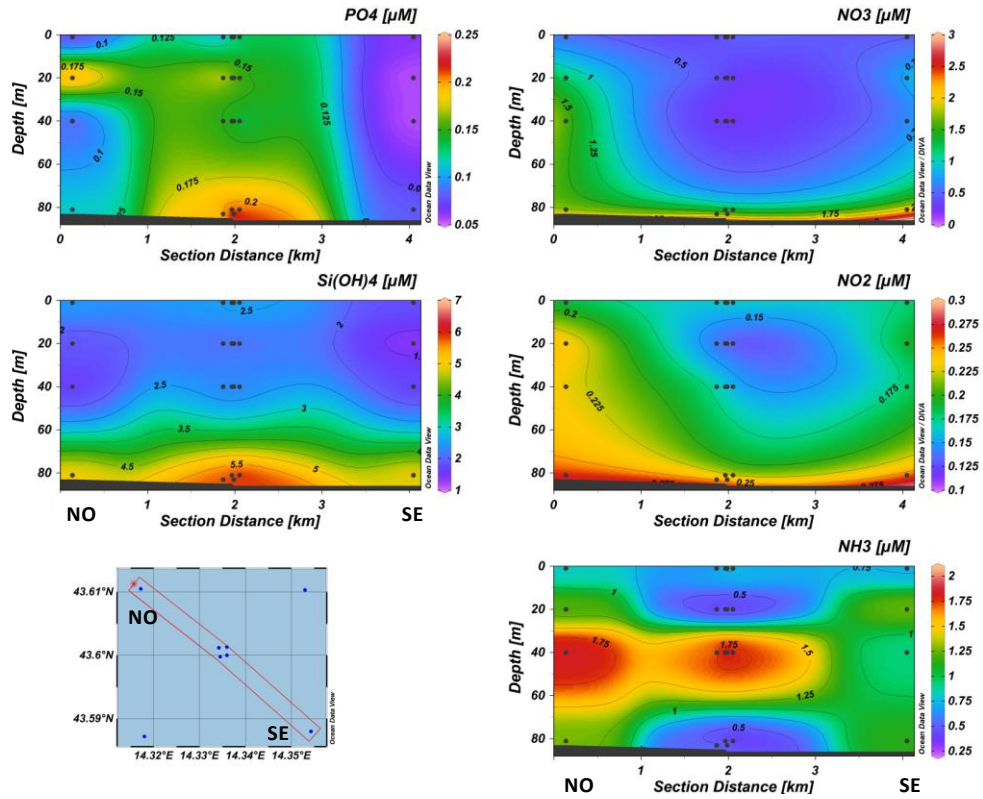
Il contenuto medio dei  $\text{PO}_4$  è stato pari a  $0,12\pm 0,07$   $\mu\text{M}$ , con valori più elevati al fondo nelle stazioni a 100 m dalla piattaforma e una massima concentrazione, pari a  $0,36$   $\mu\text{M}$ , in BO1 (figg. 3.10a, 3.10b, 3.11). Gli  $\text{Si(OH)}_4$ , mediamente pari a  $2,87\pm 1,52$   $\mu\text{M}$ , hanno presentato una distribuzione analoga a quella rilevata degli  $\text{PO}_4$ ; il massimo di  $6,59$  è stato rilevato al fondo della BO2 (figg. 3.10a, 3.10b, 3.11).

In **ottobre** le concentrazioni dei  $\text{NO}_3$  (media  $0,90\pm 0,75$   $\mu\text{M}$ ) e dei  $\text{NO}_2$  (media  $0,35\pm 0,12$   $\mu\text{M}$ ) sono aumentate rispetto a settembre, soprattutto i primi che, generalmente più elevati al fondo, hanno raggiunto un massimo di  $2,43$   $\mu\text{M}$  nella stazione BO8.  $\text{NO}_2$  ha presentato concentrazioni più elevate nelle stazioni più orientali, dove si è registrato il massimo di  $0,74$   $\mu\text{M}$  a 40 m nella BO6 (figg. 3.12a, 3.12b, 3.13). La media di  $\text{NH}_3$  è stata di  $0,71\pm 0,30$   $\mu\text{M}$ , con un massimo di  $1,50$   $\mu\text{M}$  al fondo della stazione BO2 (figg. 3.12a, 3.12b). I  $\text{PO}_4$  sono stati in media  $0,09\pm 0,06$   $\mu\text{M}$ , con concentrazioni maggiori nell'area più a NW (stazione BO8) sia al fondo che in superficie (figg. 3.12a, 3.12b, 3.13).

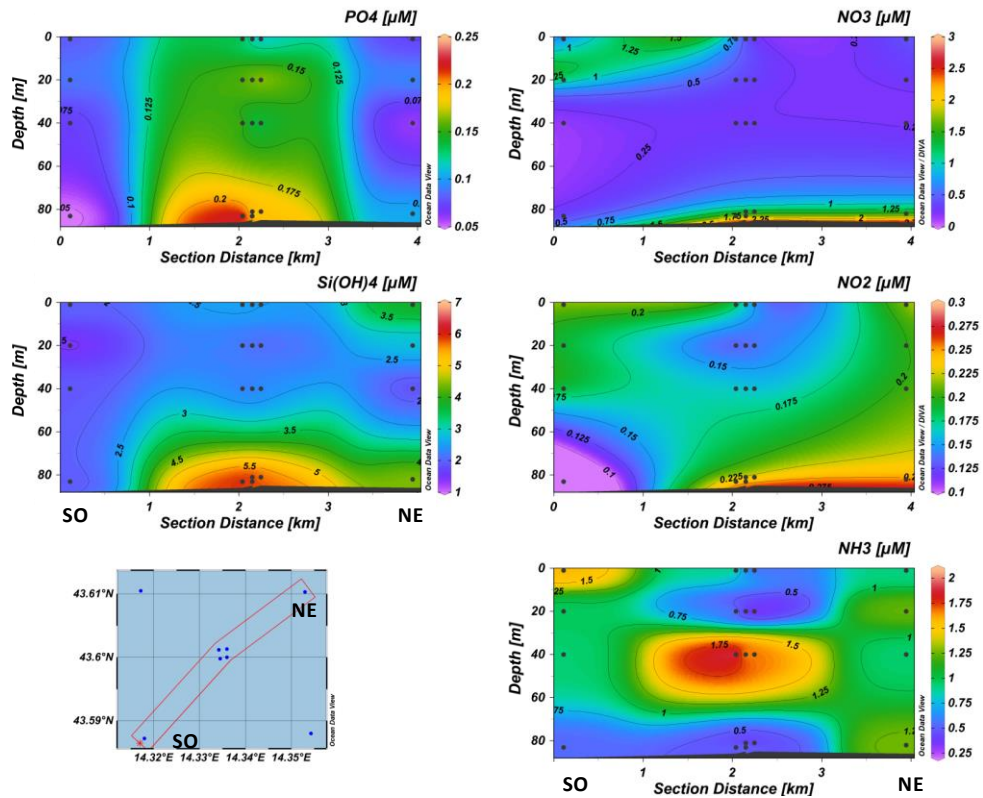
I  $\text{Si(OH)}_4$  (in media  $3,02\pm 2,33$   $\mu\text{M}$ ) sono apparsi più elevati al fondo dove è stato registrato un massimo di  $7,80$   $\mu\text{M}$  nella BO8 ( figg. 3.12a, 3.12b, 3.13).

A **dicembre** i  $\text{NO}_3$  si sono ridotti rispetto ad ottobre, mentre i  $\text{NO}_2$  sono leggermente aumentati. Le loro concentrazioni medie sono state rispettivamente di  $0,63\pm 0,25$   $\mu\text{M}$  e  $0,61\pm 0,18$   $\mu\text{M}$ . I  $\text{NO}_3$  hanno raggiunto la massima concentrazione ( $1,40$   $\mu\text{M}$ ) a 40 m nel sito BO2, dove a 20 m è stato registrato anche il massimo di  $\text{NO}_2$  ( $1,00$   $\mu\text{M}$ ; figg. 3.14a, 3.14b, 3.15). La concentrazione media di  $\text{NH}_3$  è risultata pari a  $0,35\pm 0,34$   $\mu\text{M}$ , con valori più elevati nelle stazioni dell'area più occidentale. La massima concentrazione di  $1,27$   $\mu\text{M}$  è stata misurata a 20 m nella BO5 (figg. 3.14a, 3.14b, 3.15).

Le medie di  $\text{PO}_4$  e  $\text{Si(OH)}_4$  sono state rispettivamente di  $0,17\pm 0,08$   $\mu\text{M}$  e  $1,67\pm 0,25$   $\mu\text{M}$ . Per entrambi i nutrienti i massimi sono stati misurati nella stazione BO8, a 40 m quello dei  $\text{PO}_4$  ( $0,35$ ,  $\mu\text{M}$ ) e in superficie quello dei  $\text{Si(OH)}_4$  ( $2,39$   $\mu\text{M}$ ; figg. 3.14a, 3.14b).

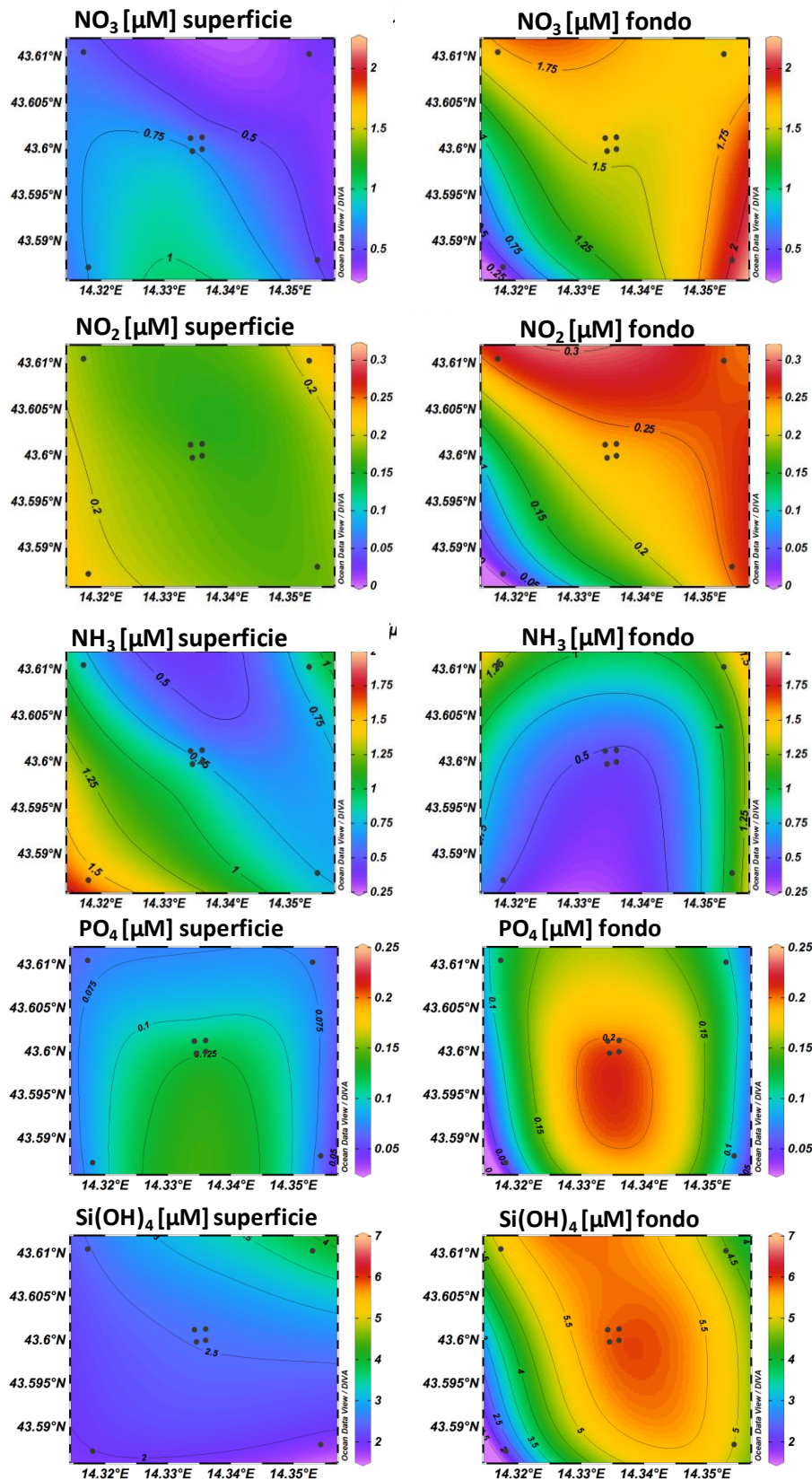


**Fig. 3.10a.** Sezioni verticali delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . **Settembre 2017.**

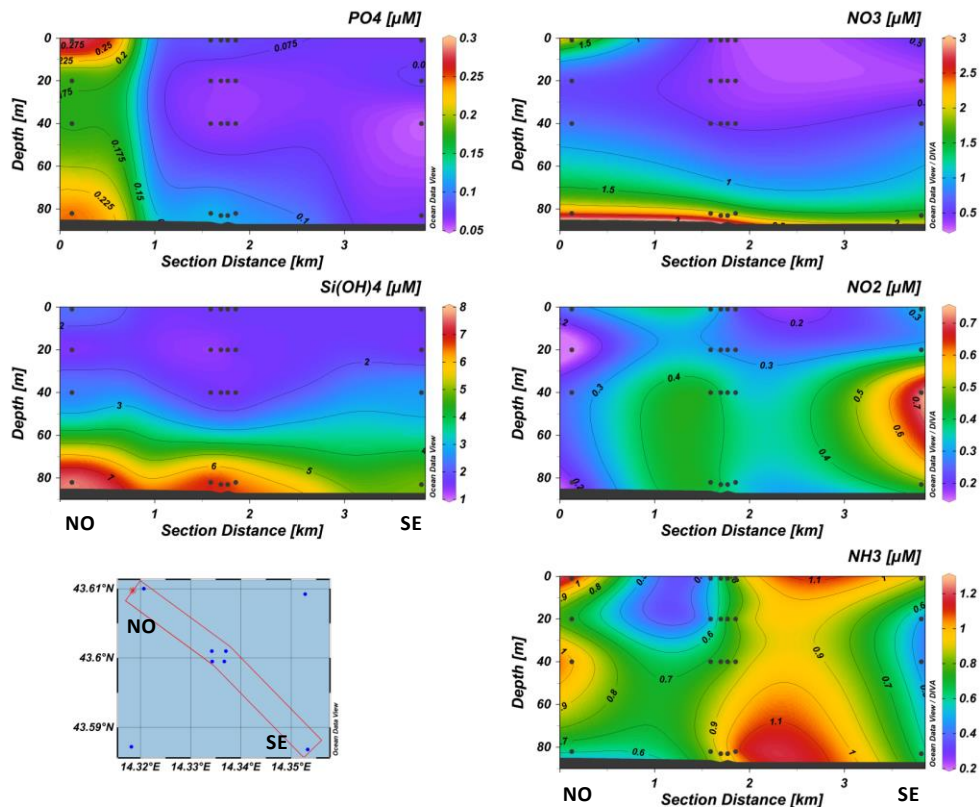


**Fig. 3.10b** - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Settembre 2017.**

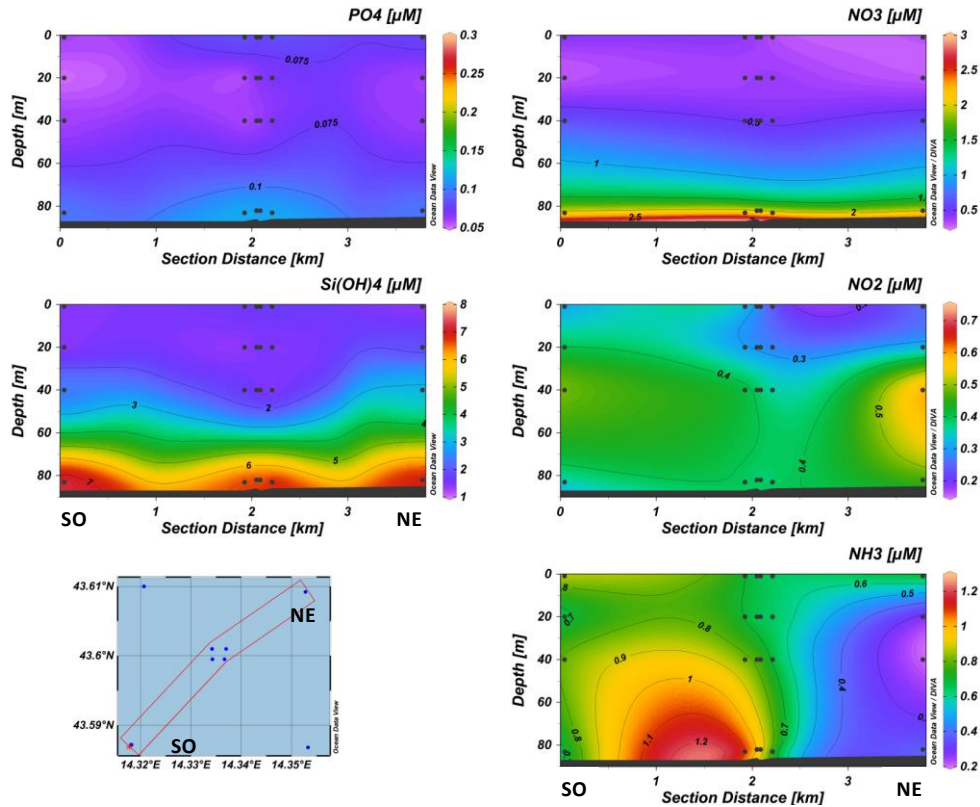




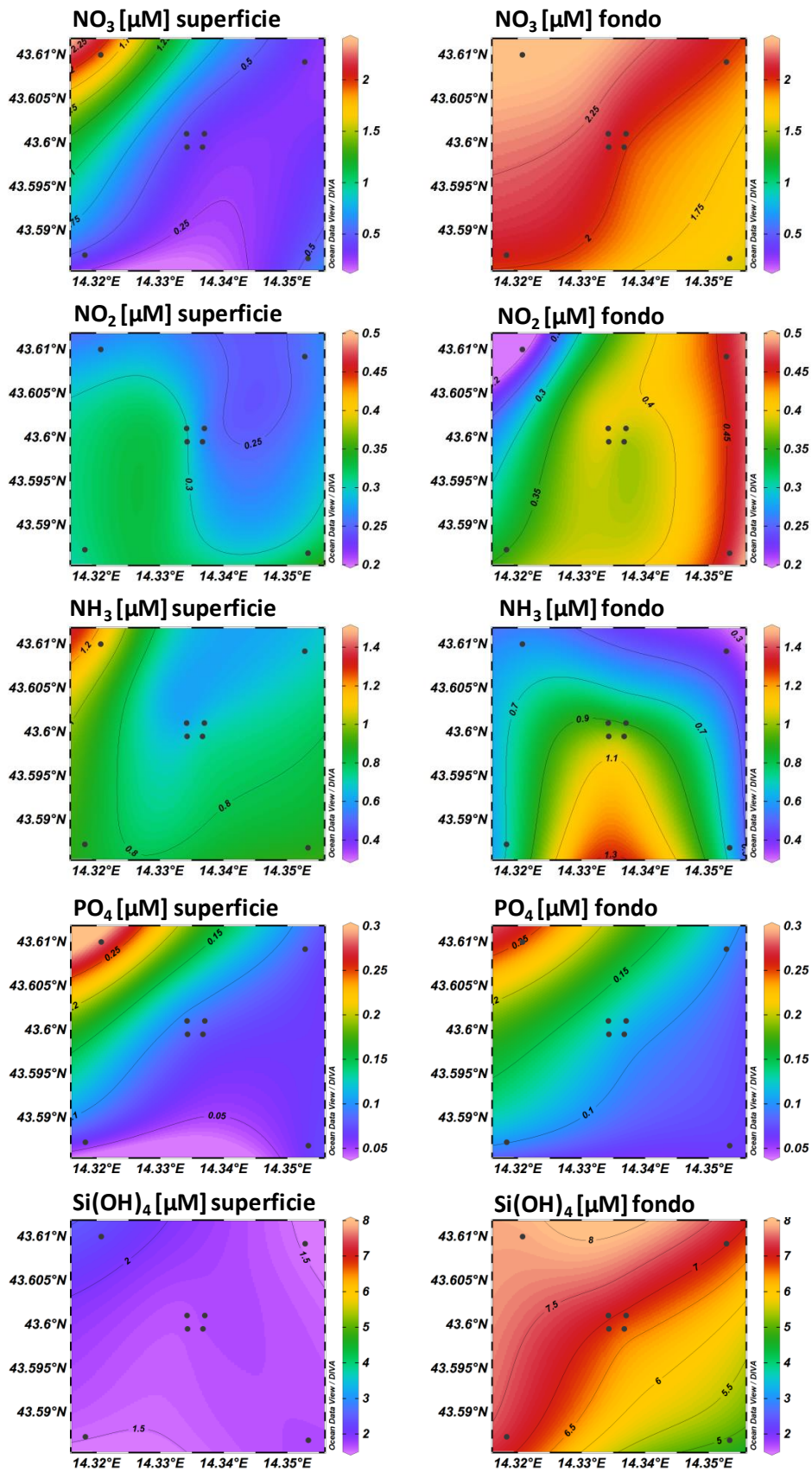
**Fig. 3.11** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) e ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . Settembre 2017.



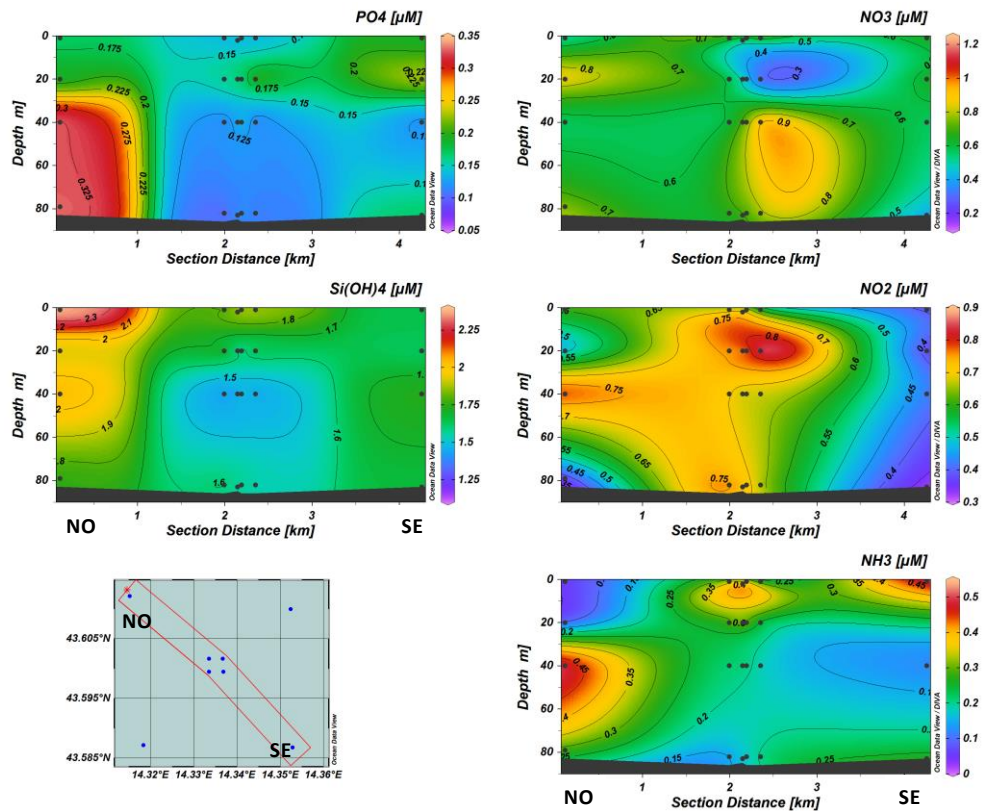
**Fig. 3.12a.** Sezioni verticali delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6, rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . **Ottobre 2017.**



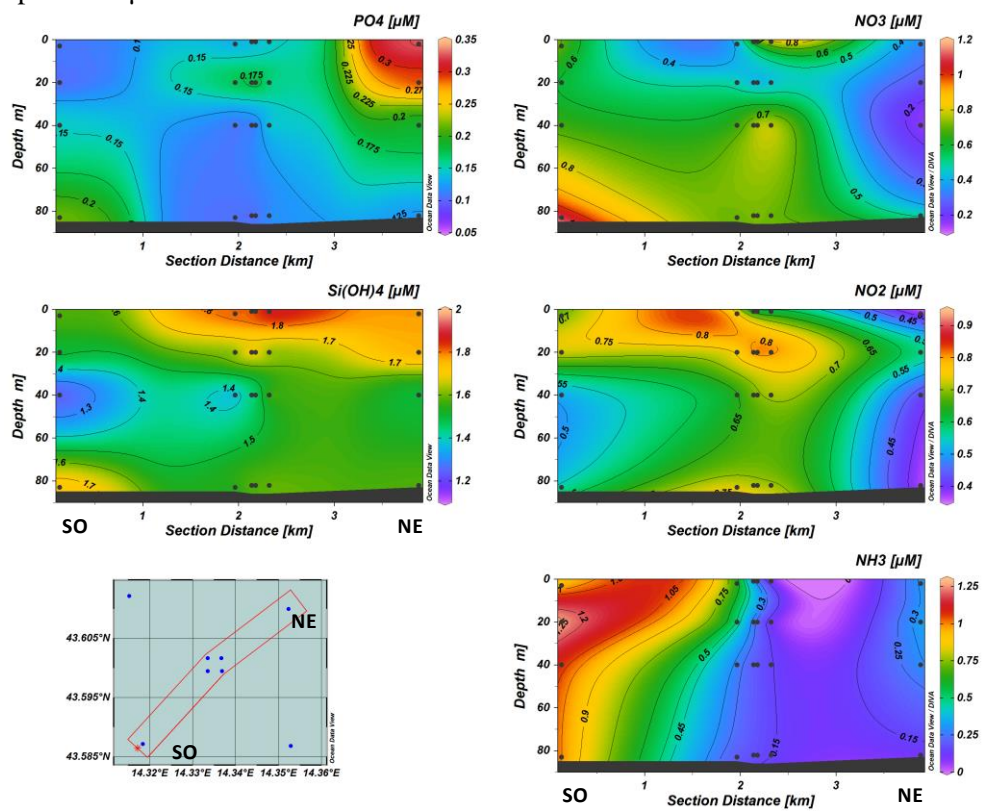
**Fig. 3.12b.** Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7, rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Ottobre 2017.**



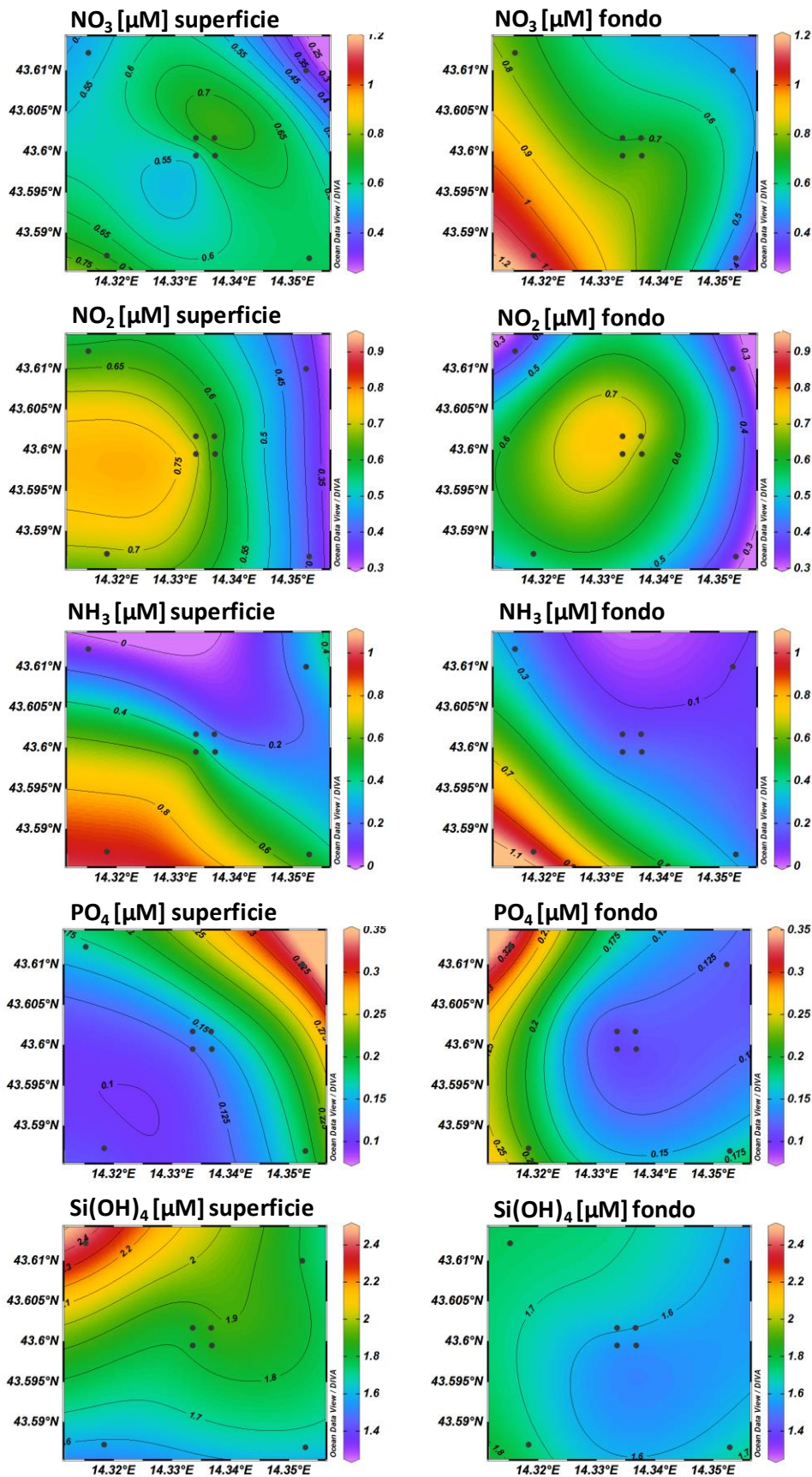
**Fig. 3.13.** Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO<sub>2</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), ortofosfati (PO<sub>4</sub>) e ortosilicati (Si(OH)<sub>4</sub>) espresse in μM. **Ottobre 2017.**



**Fig. 3.14a.** Sezioni verticali delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6, rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . **Dicembre 2017.**



**Fig. 3.14b.** Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7, rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Dicembre 2017.**



**Fig. 3.15.** Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO<sub>2</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), ortofosfati (PO<sub>4</sub>) e ortosilicati (Si(OH)<sub>4</sub>), espresse in μM. Dicembre 2017.

### 3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

Nel **settembre 2017** la concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari  $186,3 \pm 98,6 \text{ ng l}^{-1}$ , con un massimo di  $376,6 \text{ ng l}^{-1}$  nella stazione BO1 al fondo (figg. 3.16a, 3.16b). La clorofilla *b* (Chl *b*) è apparsa mediamente simile alla clorofilla *c* (Chl *c*), con concentrazioni rispettivamente di  $34,6 \pm 41,4 \text{ ng l}^{-1}$  e  $32,5 \pm 12,9 \text{ ng l}^{-1}$  (figg. 3.16a, 3.16b). I contenuti maggiori sono stati misurati in BO1 per Chl *b* ( $110,4 \text{ ng l}^{-1}$ ) e nella BO6 per Chl *c* ( $57,8 \text{ ng l}^{-1}$ ), entrambi al fondo. Tutti i pigmenti clorofilliani sono risultati più abbondanti in prossimità del fondale rispetto agli strati superficiali (fig. 3.17).

Il materiale particellato (TSM) è stato mediamente pari  $3,03 \pm 1,21 \text{ mg l}^{-1}$  con le concentrazioni maggiori al fondo dove, in corrispondenza del sito BO7, è stato registrato il massimo ( $5,32 \text{ mg l}^{-1}$ ; figg. 3.16a, 3.16b).

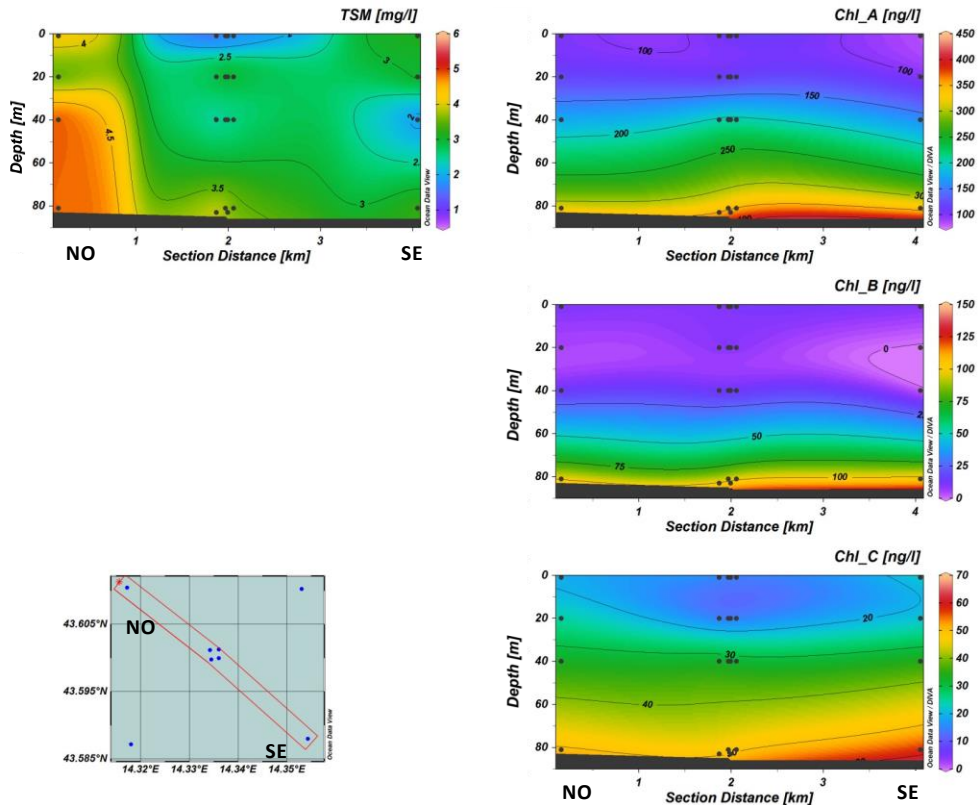
In **ottobre** le concentrazioni medie di Chl *a* e Chl *c* sono state dello stesso ordine di grandezza di settembre, mentre quelle di Chl *b* sono diminuite, con il massimo ridotto di circa un terzo. I valori più elevati di tutti i fitopigmenti sono stati registrati nello strato intermedio. La Chl *a* ha avuto una media di  $191,0 \pm 53,1 \text{ ng l}^{-1}$ , con valori compresi tra  $103,9 \text{ ng l}^{-1}$  nella stazione BO7 al fondo e un massimo di  $281,2 \text{ ng l}^{-1}$  nella BO4 a 40 m (figg. 3.18a, 3.18b, 3.19). La Chl *c*, con una concentrazione media di  $29,2 \pm 12,6 \text{ ng l}^{-1}$ , ha presentato un massimo di  $63,0 \text{ ng l}^{-1}$  a 40 m presso il sito BO1 (media  $24,4 \pm 6,55 \text{ ng l}^{-1}$ ; figg. 3.18a, 3.18b, 3.19).

Il TSM è risultato simile a settembre; la media è stata di  $2,82 \pm 1,03 \text{ mg l}^{-1}$  e il massimo ( $4,86 \text{ mg l}^{-1}$ ) è stato osservato in corrispondenza della stazione BO1 in superficie (figg. 3.18a, 3.18b).

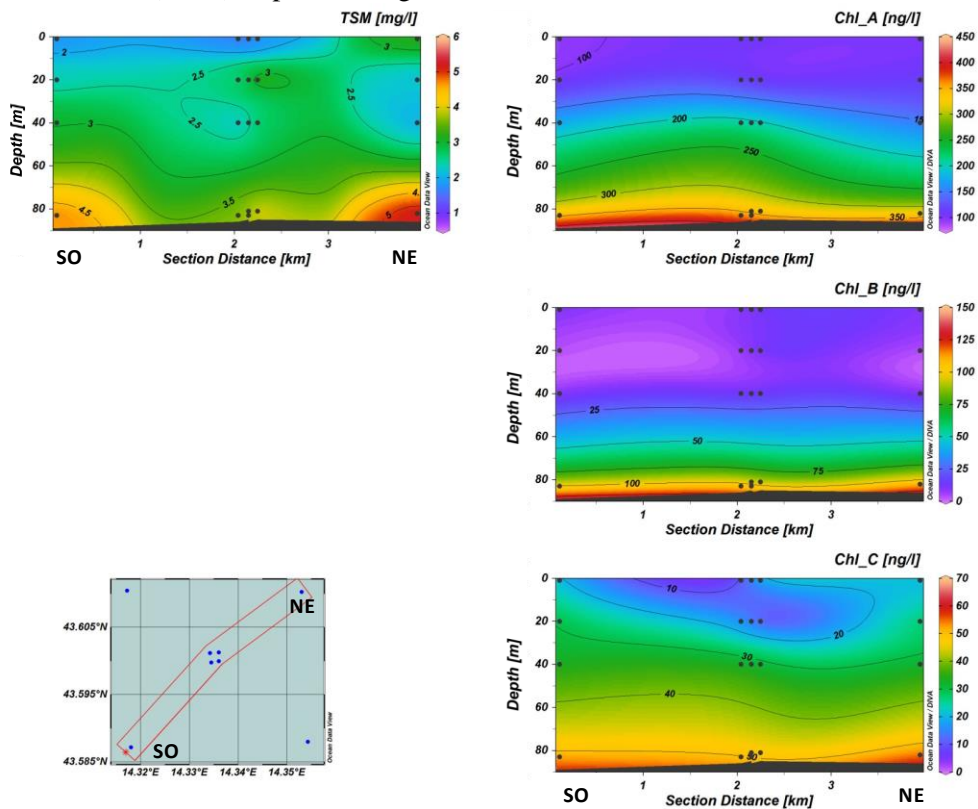
A **dicembre** i picchi di concentrazione di tutti i pigmenti clorofilliani sono apparsi localizzati prevalentemente nello strato intermedio e al fondo (figg. 3.20a, 3.20b).

La Chl *a* ( $246,6 \pm 14,4 \text{ ng l}^{-1}$ ) è aumentata rispetto al monitoraggio precedente presentando il massimo di  $275,7 \text{ ng l}^{-1}$  nella stazione BO5 a 40 m (figg. 3.20a, 3.20b, 3.21). La Chl *b* è invece diminuita rispetto ad ottobre e, in media, è risultata circa la metà rispetto alla Chl *c* (valori medi Chl *b*  $18,1 \pm 1,7 \text{ ng l}^{-1}$ , Chl *c*  $41,0 \pm 11,9 \text{ ng l}^{-1}$ ).

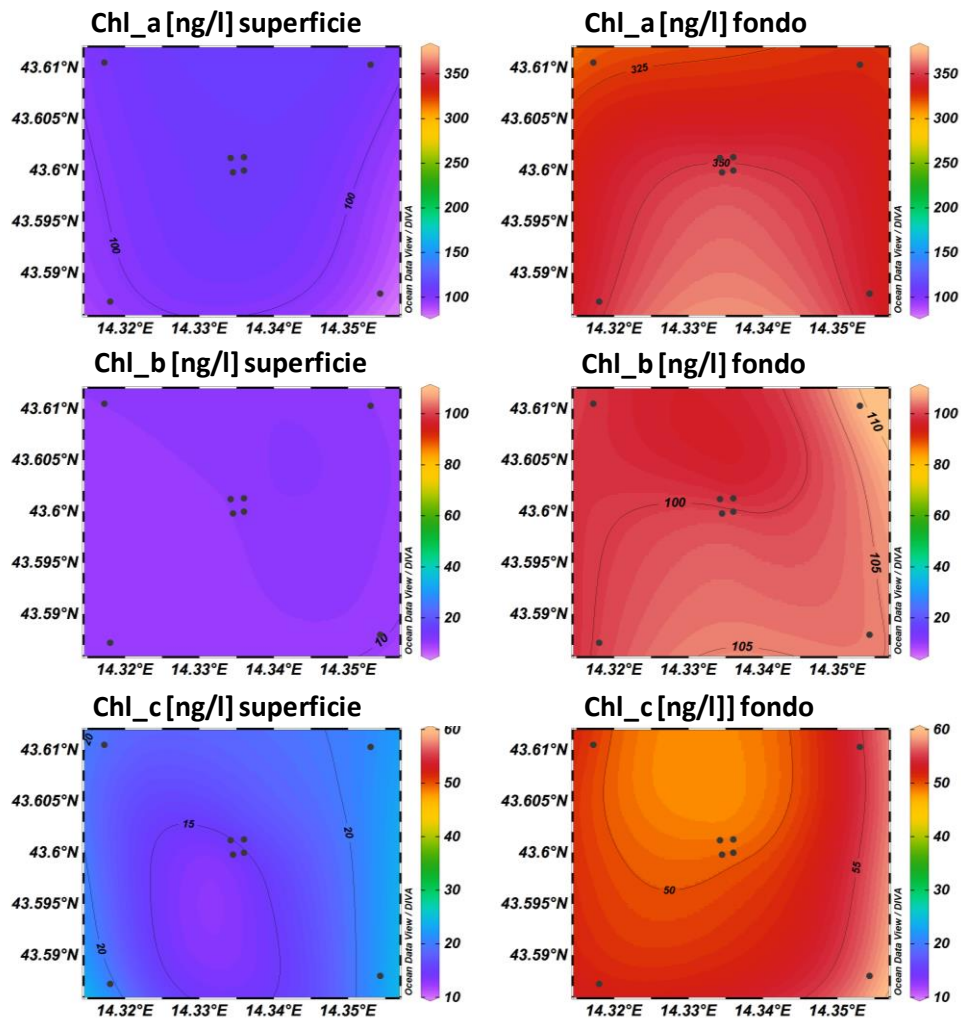
In questo periodo i valori di TSM ( $3,02 \pm 0,91 \text{ mg l}^{-1}$ ) sono apparsi superiori nelle stazioni più esterne; il massimo di  $5,05 \text{ mg l}^{-1}$  è stato registrato a quota 20 m presso la stazione BO8 (figg. 3.20a, 3.20b).



**Fig. 3.16°** - Sezione verticale delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6, rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in  $\text{mg l}^{-1}$ , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Settembre 2017.**

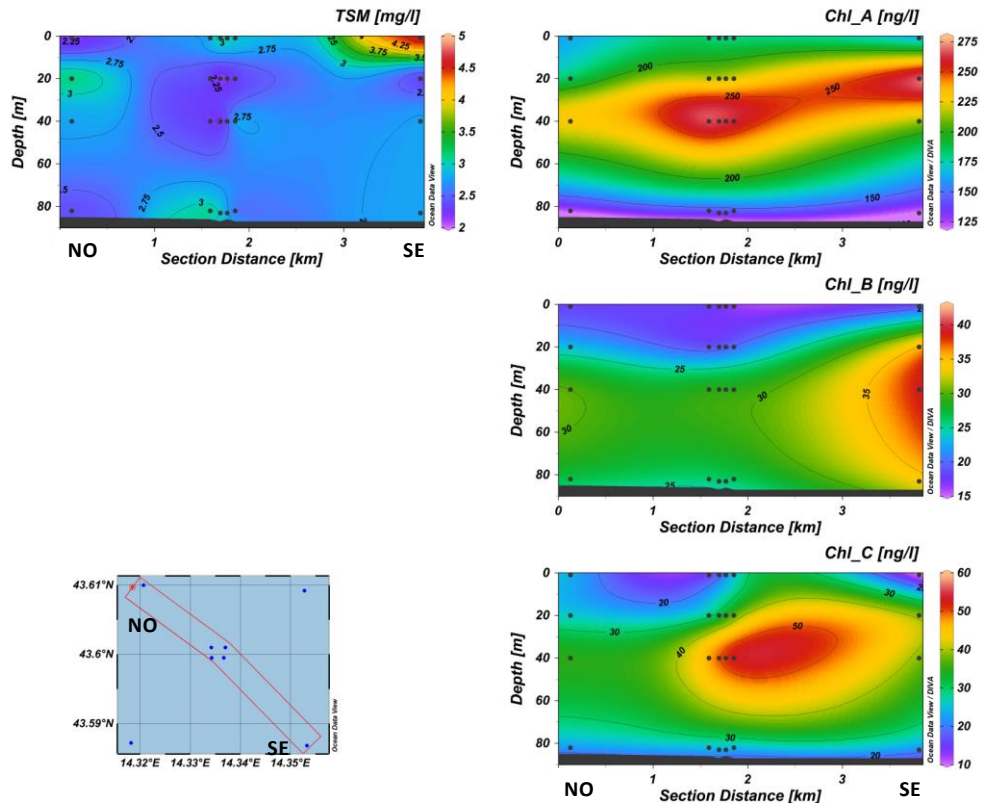


**Fig. 3.16b** - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7, rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in  $\text{mg l}^{-1}$ , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Settembre 2017.**

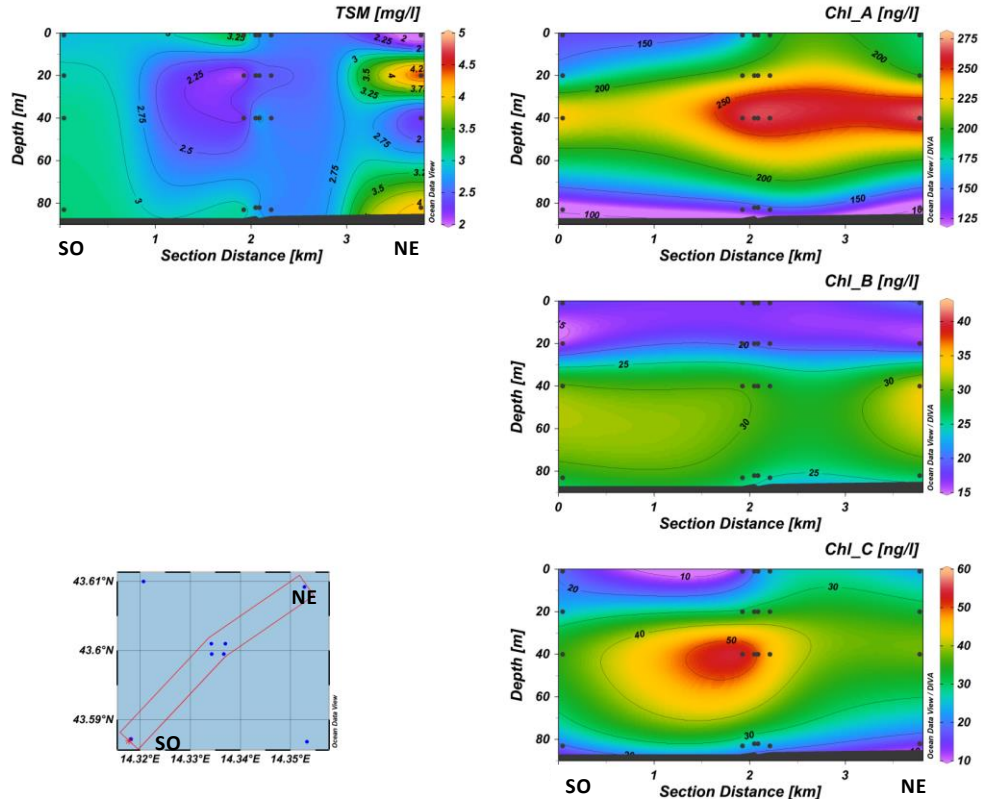


**Fig. 3.17** - Distribuzione in superficie e al fondo delle concentrazioni di clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Settembre 2017**.

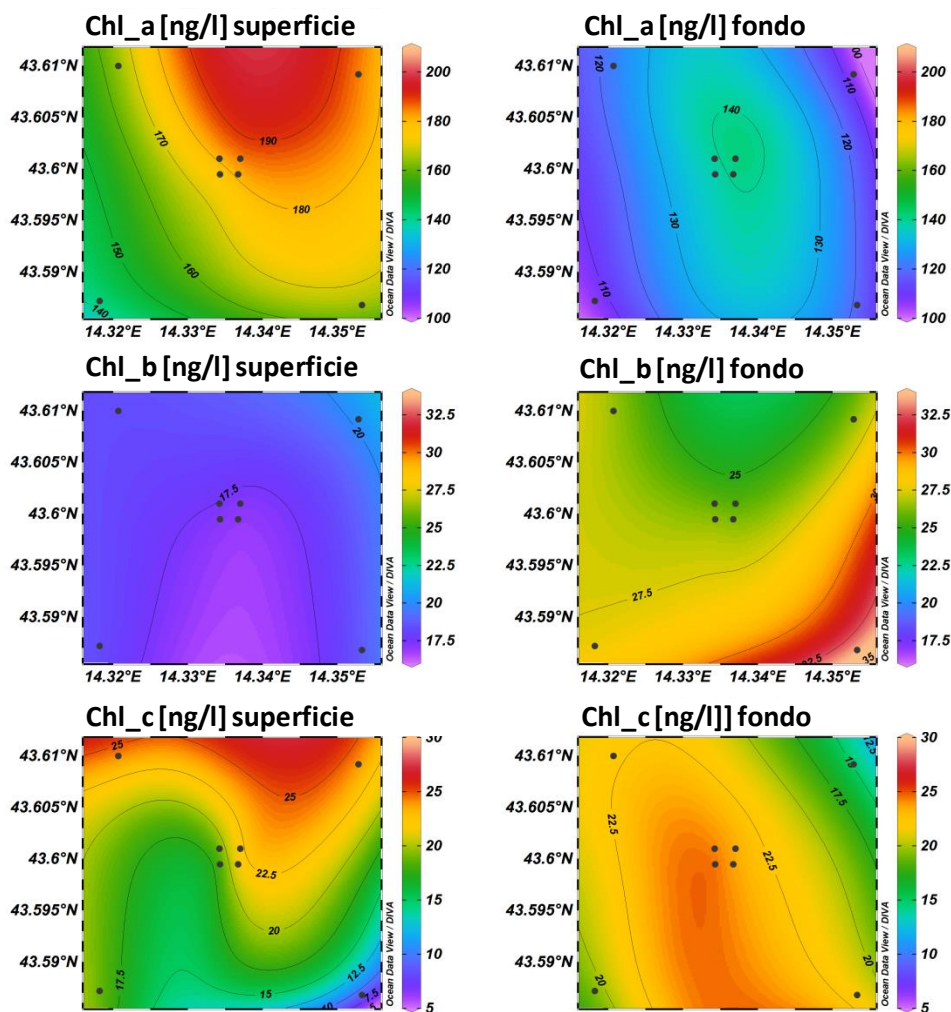




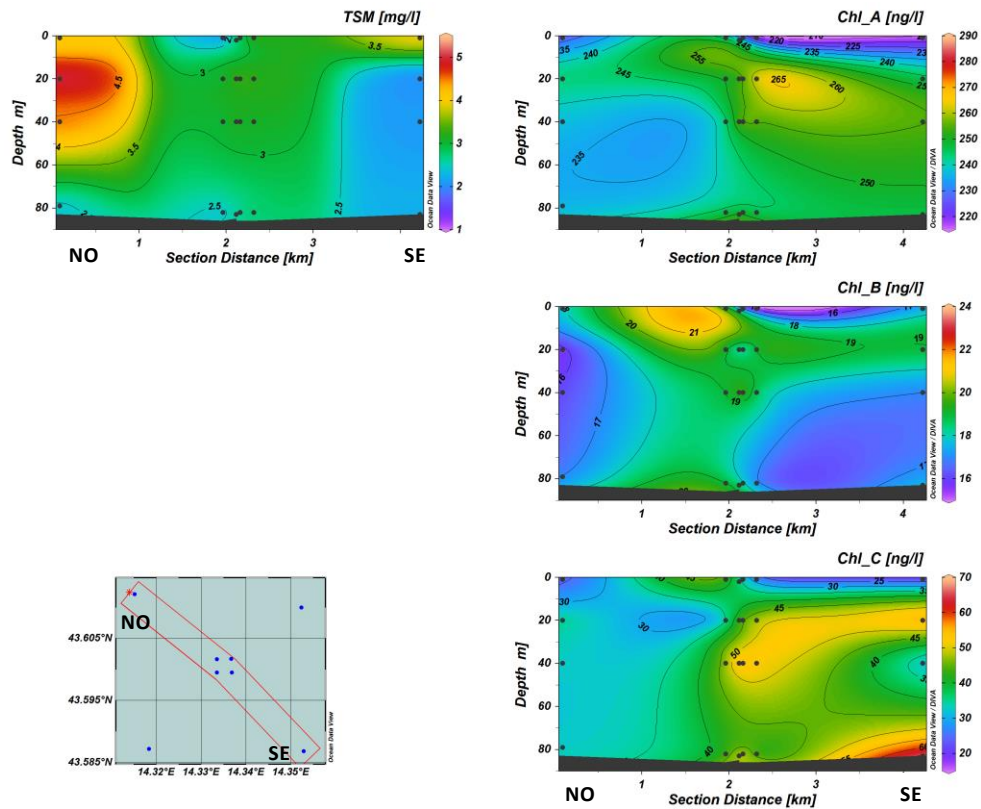
**Fig. 3.18a** - Sezione verticale delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6, rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in  $\text{mg l}^{-1}$ , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Ottobre 2017.**



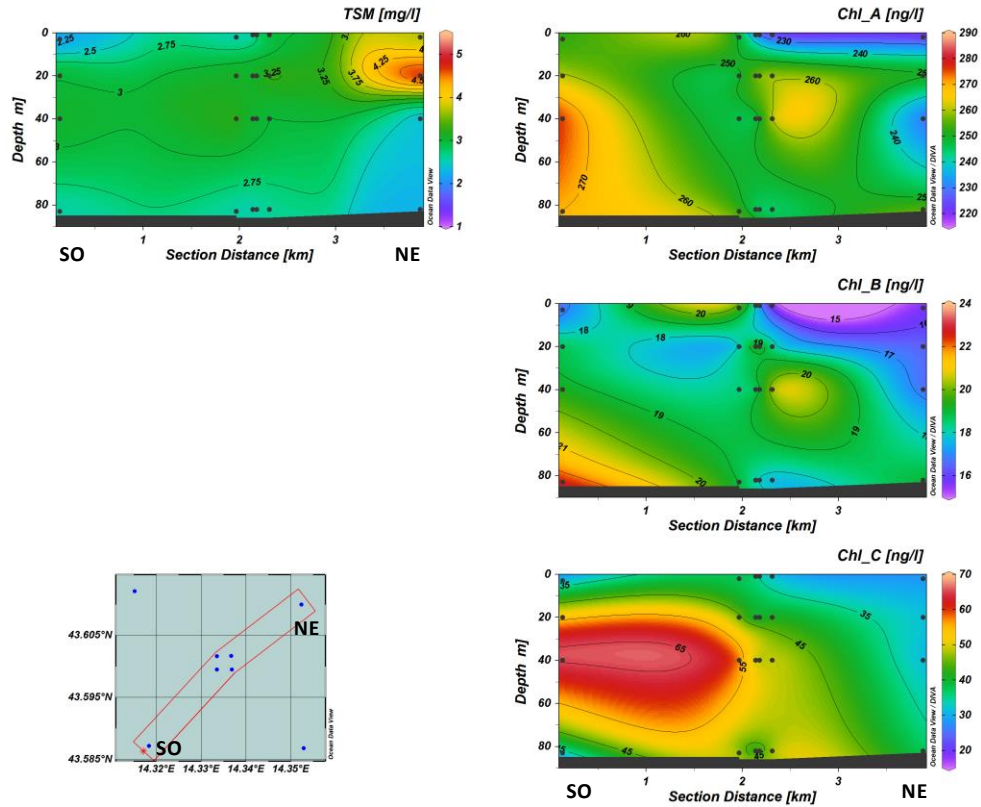
**Fig. 3.18b** - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7, rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in  $\text{mg l}^{-1}$ , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Ottobre 2017.**



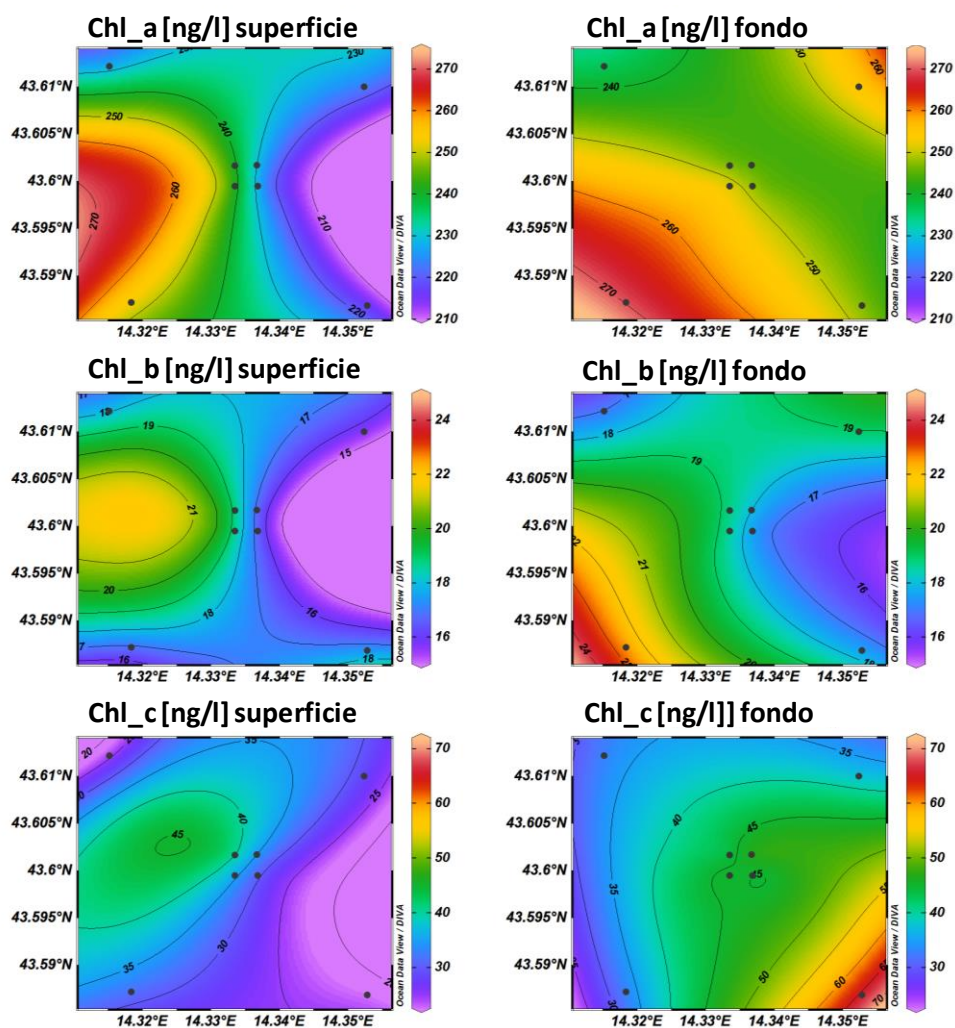
**Fig. 3.19** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Ottobre 2017**.



**Fig. 3.20a** - Sezione verticale delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6, rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in  $\text{mg l}^{-1}$ , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Dicembre 2017.**



**Fig. 3.20b** - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7, rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in  $\text{mg l}^{-1}$ , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Dicembre 2017.**



**Fig. 3.21** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in  $\text{ng l}^{-1}$ . **Dicembre 2017**.

### 3.1.4. IDROCARBURI TOTALI, IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX

Gli **Idrocarburi Policiclici Aromatici** (IPA), gli **Idrocarburi totali** e i **BTEX** (Tabb. 3-I e 3-II) sono risultati sempre e ovunque al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale. Gli **Idrocarburi Alifatici** (IA; Tab. 3-I) sono gli unici composti organici a essere stati rilevati: nel survey di settembre sono stati quantificati nel 25% dei campioni. Le relative stazioni sono comunque risultate distribuite casualmente e le concentrazioni molto vicine al limite di rilevabilità a tutte le quote. Il massimo è stato raggiunto a 20 m di profondità nella stazione BO4 ( $3,20 \mu\text{g l}^{-1}$ ). In ottobre anche questi composti sono risultati inferiori al limite ovunque, mentre a dicembre sono stati rilevati solo a 40 m di profondità in corrispondenza del sito BO6, sempre con una concentrazione molto modesta.

**Tab. 3-I** - Concentrazioni ( $\mu\text{g/l}$ ) di Idrocarburi totali, IA e IPA registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nei survey condotti a settembre, ottobre e dicembre 2017.

Stazione	Settembre 2017			Ottobre 2017			Dicembre 2017		
	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)
CL1 sup	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL1 20 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL1 40 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL1 fondo	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL2 sup	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL2 20 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL2 40 m	< 30	1,10	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL2 fondo	< 30	1,11	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 sup	< 30	1,42	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 20 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 40 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 fondo	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL4 sup	< 30	2,31	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL4 20 m	< 30	3,20	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL4 40 m	< 30	1,47	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL4 fondo	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL5 sup	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL5 20 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL5 40 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	1,94	<0,01
CL5 fondo	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL6 sup	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL6 20 m	< 30	1,69	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL6 40 m	< 30	1,04	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL6 fondo	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 sup	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 20 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 40 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 fondo	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL8 sup	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL8 20 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL8 40 m	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL8 fondo	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01	< 30	< 1	<0,01



### 3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il glicole etilenico è sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale (Tab. 3-III).

**Tab. 3-III** - Concentrazioni (mg/l) di Glicole etilenico registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nel corso dei survey condotti a settembre, ottobre e dicembre 2017.

Stazione	Settembre 2017	Ottobre 2017	Dicembre 2017
BO1 sup	< 10	< 10	< 10
BO1 20 m	< 10	< 10	< 10
BO1 40 m	< 10	< 10	< 10
BO1 fondo	< 10	< 10	< 10
BO2 sup	< 10	< 10	< 10
BO2 20 m	< 10	< 10	< 10
BO2 40 m	< 10	< 10	< 10
BO2 fondo	< 10	< 10	< 10
BO3 sup	< 10	< 10	< 10
BO3 20 m	< 10	< 10	< 10
BO3 40 m	< 10	< 10	< 10
BO3 fondo	< 10	< 10	< 10
BO4 sup	< 10	< 10	< 10
BO4 20 m	< 10	< 10	< 10
BO4 40 m	< 10	< 10	< 10
BO4 fondo	< 10	< 10	< 10
BO5 sup	< 10	< 10	< 10
BO5 20 m	< 10	< 10	< 10
BO5 40 m	< 10	< 10	< 10
BO5 fondo	< 10	< 10	< 10
BO6 sup	< 10	< 10	< 10
BO6 20 m	< 10	< 10	< 10
BO6 40 m	< 10	< 10	< 10
BO6 fondo	< 10	< 10	< 10
BO7 sup	< 10	< 10	< 10
BO7 20 m	< 10	< 10	< 10
BO7 40 m	< 10	< 10	< 10
BO7 fondo	< 10	< 10	< 10
BO8 sup	< 10	< 10	< 10
BO8 20 m	< 10	< 10	< 10
BO8 40 m	< 10	< 10	< 10
BO8 fondo	< 10	< 10	< 10

### 3.1.6. METALLI PESANTI

Le concentrazioni dei metalli determinati nella colonna d'acqua nelle campagne oggetto di questa relazione sono riportate in Tab. 3-IV.

Nel **settembre 2017 cadmio, mercurio, ferro** (con la sola eccezione di due campioni), **rame** e **indio** sono risultati al di sotto dei rispettivi limiti di rilevabilità ovunque. Anche **cromo** e **piombo** sono stati molto spesso non rilevabili, essendo stati quantificati rispettivamente nel 50% e nel 20% dei campioni. Le loro distribuzioni non hanno

evidenziato particolari andamenti e i valori di concentrazione sono risultati in ogni caso molto bassi, prossimi ai rispettivi limiti di rilevabilità.

**Alluminio, nichel e silicio** erano presenti in oltre il 65% dei campioni risultando piuttosto variabili, soprattutto i primi due (coefficiente di variazione CV rispettivamente pari all'81%, al 60% e al 27%). Per quanto riguarda i trend spaziali, **Al** e **Ni** sono apparsi maggiormente presenti nelle stazioni vicine alla piattaforma, mentre **Si** ha raggiunto ovunque le concentrazioni maggiori sul fondo. I rispettivi massimi sono stati registrati alla quota 20 m della stazione BO3 ( $6,03 \mu\text{g l}^{-1}$ ), alla quota 40 m della BO7 ( $0,59 \mu\text{g l}^{-1}$ ) e al fondo della BO1, BO5 e BO6 ( $0,19 \text{mg l}^{-1}$ ).

Le altre specie chimiche sono risultate invece rilevabili ovunque. **Arsenico, bario, vanadio** sono stati i metalli meno variabili, soprattutto i primi due (CV medio < 10%). In questo caso i valori massimi sono stati raggiunti rispettivamente al fondo della stazione BO6 ( $1,94 \mu\text{g l}^{-1}$ ), in superficie della BO1 ( $8,04 \mu\text{g l}^{-1}$ ) e a 20 m della BO8 ( $1,47 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Lo **zinco**, infine, è risultato molto variabile (CV pari al 64%). Il massimo di  $13,4 \mu\text{g l}^{-1}$  è stato registrato a quota 20 m della stazione BO3.

Anche nell'**ottobre 2017 cadmio, mercurio, ferro** (eccetto un solo campione), **rame** (fatta eccezione per soli due valori) e **indio** sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità. **Alluminio, nichel e piombo** hanno anch'essi mostrato molti valori al di sotto del limite di rilevabilità, in particolare Ni che è stato rilevato solo nel 18% dei campioni. Al e Pb sono risultati invece presenti in circa il 50% dei casi, non evidenziando comunque particolari andamenti; i massimi rispettivi sono stati pari a  $9,67$  e  $0,38 \mu\text{g l}^{-1}$  (BO7, 20 m). Tutti gli altri elementi analizzati sono risultati quantificabili ovunque eccetto lo **zinco** non rilevabile in un numero esiguo di campioni. Il suo massimo è stato raggiunto alla quota 40 m della stazione BO8 ( $9,34 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Il **romo** ha presentato valori piuttosto bassi (concentrazione media pari a  $0,20 \pm 0,17 \mu\text{g l}^{-1}$ ) e nessun andamento particolare verticale o orizzontale. Il massimo ( $0,38 \mu\text{g l}^{-1}$ ) è stato raggiunto alla quota 20 m della stazione BO7 e a quella superficiale della BO4.

**Arsenico, bario e vanadio** hanno mostrato anche in questo survey la consueta bassa variabilità nella distribuzione delle concentrazioni (CV medio <10%) e i rispettivi valori medi ( $1,53 \pm 0,17 \mu\text{g l}^{-1}$ ;  $7,29 \pm 0,62 \mu\text{g l}^{-1}$ ;  $1,11 \pm 0,09 \mu\text{g l}^{-1}$ ) sono risultati molto simili a quelli della crociera di settembre. Anche le concentrazioni massime non si sono discostate molto da quelle relative al survey precedente e sono state raggiunte rispettivamente alla quota 20 m della BO4 ( $1,80 \mu\text{g l}^{-1}$ ), e al fondo delle stazioni BO5 ( $8,35 \mu\text{g l}^{-1}$ ) e BO1 ( $1,26 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Anche in questo periodo il **silicio**, anch'esso quasi sempre rilevabile, ha evidenziato



i valori massimi sempre alle quote di fondo, raggiungendo il massimo al fondo della stazione BO8 con un valore pari a  $0,29 \text{ mg l}^{-1}$ . La concentrazione media è risultata in linea con quella misurata in settembre.

A **dicembre cadmio, ferro, mercurio, piombo, rame e indio** hanno mostrato, salvo rarissime eccezioni riguardanti Pb e Cu, valori al di sotto dei rispettivi limiti di rilevabilità e **nicel** e **romo** sono risultati entrambi presenti in sole 8 campioni, con una distribuzione non univoca rispetto al reticolo di campionamento. **Alluminio** e **zinco** sono stati quantificati in circa il 55% dei campioni e con una variabilità molto elevata (coefficiente di variazione CV rispettivamente pari al 170% e 69%). Per quanto riguarda i trend spaziali, entrambi hanno evidenziato delle differenze nel confronto tra stazioni interne ed esterne del reticolo di campionamento, ma con andamenti opposti. Infatti Al è risultato in maggiore concentrazione nelle stazioni esterne, Zn in quelle interne. Il confronto tra le concentrazioni medie, tuttavia, non ha mostrato alcuna differenza per entrambi gli elementi. I rispettivi massimi sono stati raggiunti alla quota 20 m di BO8 ( $16,5 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ ) e in superficie di BO3 ( $8,79 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ ).

**Arsenico, bario e vanadio**, hanno confermato la consueta limitata variabilità delle concentrazioni (CV medio pari a circa il 6%), rimanendo simili alle crociere precedenti in termini di tenori medi. I rispettivi massimi sono stati raggiunti alla quota 20 m della stazione BO8 ( $2,01 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ ), in superficie della BO1 ( $7,15 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ ) e al fondo della BO8 ( $1,23 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ ). Il **silicio** non ha infine evidenziato il consueto andamento con la profondità (massimo pari a  $0,13 \text{ mg l}^{-1}$  alla quota superficiale della BO6).

**Tab. 3-IV – Metalli pesanti (µg/l; Si in mg/l) determinati a settembre, ottobre e dicembre 2017.**

Stazione	Settembre 2017													
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	2,99	1,56	8,04	< 0,1	0,17	5,83	< 0,1	0,53	0,39	< 0,1	1,10	5,14	< 0,1	0,11
CL1 20 m	0,79	1,43	7,57	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,1	1,10	3,51	< 0,1	< 0,1
CL1 40 m	5,01	1,47	7,45	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	0,39	0,30	< 0,1	0,95	9,64	< 0,1	< 0,1
CL1 fondo	< 0,1	1,76	7,58	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,10	< 0,1	< 0,1	1,07	1,73	< 0,1	0,19
CL2 sup	1,80	1,76	7,59	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,20	0,11	< 0,1	0,92	5,07	< 0,1	< 0,1
CL2 20 m	< 0,1	1,54	7,11	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	1,07	1,09	< 0,1	< 0,1
CL2 40 m	0,16	1,71	7,55	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,13	0,17	< 0,1	1,22	2,36	< 0,1	< 0,1
CL2 fondo	2,02	1,29	7,74	< 0,1	0,13	< 5	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	1,13	3,70	< 0,1	0,17
CL3 sup	2,59	1,23	7,62	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,1	1,11	7,68	< 0,1	< 0,1
CL3 20 m	6,04	1,59	7,15	< 0,1	0,42	< 5	< 0,1	0,18	0,23	< 0,1	1,17	13,43	< 0,1	< 0,1
CL3 40 m	2,45	1,47	7,17	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	1,21	3,42	< 0,1	0,11
CL3 fondo	4,94	1,56	7,71	< 0,1	0,22	< 5	< 0,1	0,35	< 0,1	< 0,1	1,19	5,76	< 0,1	0,16
CL4 sup	2,71	1,56	7,48	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	1,08	1,98	< 0,1	0,10
CL4 20 m	1,35	1,62	7,06	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	1,23	1,19	< 0,1	< 0,1
CL4 40 m	0,43	1,46	7,11	< 0,1	0,13	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,07	9,06	< 0,1	0,10
CL4 fondo	0,65	1,61	7,64	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,1	1,28	8,23	< 0,1	0,18
CL5 sup	< 0,1	1,54	7,13	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	1,25	8,02	< 0,1	0,11
CL5 20 m	2,00	1,37	6,52	< 0,1	0,10	< 5	< 0,1	0,26	0,16	< 0,1	1,08	3,31	< 0,1	< 0,1
CL5 40 m	< 0,1	1,38	7,10	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,34	4,83	< 0,1	0,12
CL5 fondo	1,17	1,38	7,58	< 0,1	0,12	< 5	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,1	1,16	2,55	< 0,1	0,19
CL6 sup	< 0,1	1,74	6,89	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,31	4,54	< 0,1	0,10
CL6 20 m	< 0,1	1,67	6,65	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,26	6,93	< 0,1	0,10
CL6 40 m	< 0,1	1,66	7,00	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,27	4,09	< 0,1	0,11
CL6 fondo	0,20	1,94	7,39	< 0,1	0,13	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,22	3,46	< 0,1	0,19
CL7 sup	1,84	1,88	7,12	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	1,31	2,44	< 0,1	< 0,1
CL7 20 m	0,30	1,84	6,63	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,13	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CL7 40 m	2,63	1,57	7,28	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	0,59	< 0,1	< 0,1	1,30	3,53	< 0,1	0,10
CL7 fondo	0,60	1,78	7,57	< 0,1	0,38	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,33	4,06	< 0,1	0,16
CL8 sup	< 0,1	1,52	7,14	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,21	0,25	< 0,1	1,21	0,10	< 0,1	< 0,1
CL8 20 m	< 0,1	1,53	6,52	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,47	1,46	< 0,1	< 0,1
CL8 40 m	1,37	1,64	7,21	< 0,1	0,26	< 5	< 0,1	0,52	< 0,1	< 0,1	1,32	6,75	< 0,1	0,10
CL8 fondo	< 0,1	1,52	7,44	< 0,1	0,19	10,12	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	1,42	3,38	< 0,1	0,18

Tab. 3-IV – Continuo.

Ottobre 2017														
Stazione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	< 0,1	1,50	7,48	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,14	1,25	2,88	< 0,1	< 0,1
CL1 20 m	0,36	1,31	6,73	< 0,1	0,22	< 5	< 0,1	< 0,1	0,10	< 0,1	1,15	2,65	< 0,1	0,11
CL1 40 m	< 0,1	1,58	7,06	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	< 0,1	0,12	< 0,1	1,11	7,76	< 0,1	0,11
CL1 fondo	0,67	1,75	8,22	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	1,26	1,30	< 0,1	0,27
CL2 sup	2,86	1,50	7,18	< 0,1	0,27	< 5	< 0,1	0,36	0,17	0,16	1,03	8,89	< 0,1	< 0,1
CL2 20 m	< 0,1	1,38	6,54	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,99	2,87	< 0,1	< 0,1
CL2 40 m	< 0,1	1,78	6,93	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,23	< 0,1	< 0,1	0,10
CL2 fondo	< 0,1	1,48	8,05	< 0,1	0,26	< 5	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	1,20	4,88	< 0,1	0,26
CL3 sup	0,62	1,71	7,14	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	0,16	< 0,1	1,15	3,87	< 0,1	< 0,1
CL3 20 m	< 0,1	1,33	6,60	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,18	< 0,1	< 0,1	0,11
CL3 40 m	< 0,1	1,26	6,74	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	< 0,1	0,15	< 0,1	1,11	1,97	< 0,1	< 0,1
CL3 fondo	< 0,1	1,74	8,31	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,16	3,18	< 0,1	0,27
CL4 sup	0,53	1,50	7,07	< 0,1	0,38	< 5	< 0,1	0,13	0,13	< 0,1	1,08	6,04	< 0,1	0,11
CL4 20 m	< 0,1	1,80	6,78	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,16	1,53	< 0,1	< 0,1
CL4 40 m	0,30	1,45	7,00	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	1,02	1,62	< 0,1	0,10
CL4 fondo	1,27	1,41	8,31	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	0,15	< 0,1	0,96	1,99	< 0,1	0,29
CL5 sup	2,15	1,78	6,78	< 0,1	0,28	5,61	< 0,1	0,12	0,22	< 0,1	0,97	3,78	< 0,1	0,13
CL5 20 m	< 0,1	1,49	6,79	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	1,08	0,77	< 0,1	0,11
CL5 40 m	< 0,1	1,34	6,93	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,10	< 0,1	< 0,1	0,12
CL5 fondo	< 0,1	1,71	8,35	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,11	< 0,1	< 0,1	0,29
CL6 sup	< 0,1	1,44	7,11	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	0,12	< 0,1	0,98	3,07	< 0,1	0,12
CL6 20 m	< 0,1	1,25	6,77	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,05	< 0,1	< 0,1	0,11
CL6 40 m	< 0,1	1,54	7,41	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	1,01	< 0,1	< 0,1	0,15
CL6 fondo	0,98	1,65	7,99	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	1,16	0,39	< 0,1	0,26
CL7 sup	< 0,1	1,52	7,18	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,18	2,46	< 0,1	0,11
CL7 20 m	9,67	1,56	7,58	< 0,1	0,38	< 5	< 0,1	0,44	0,38	< 0,1	1,17	2,11	< 0,1	0,14
CL7 40 m	< 0,1	1,77	7,38	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,06	< 0,1	< 0,1	0,14
CL7 fondo	2,62	1,56	8,29	< 0,1	0,26	< 5	< 0,1	< 0,1	0,14	< 0,1	1,14	8,27	< 0,1	0,27
CL8 sup	0,75	1,59	7,68	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	0,20	0,14	< 0,1	1,12	7,07	< 0,1	0,10
CL8 20 m	< 0,1	1,71	6,02	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,89	< 0,1	< 0,1	0,11
CL8 40 m	< 0,1	1,21	6,99	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,25	9,34	< 0,1	0,15
CL8 fondo	0,25	1,47	7,97	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,11	2,64	< 0,1	0,29

Tab. 3-IV – Continuo.

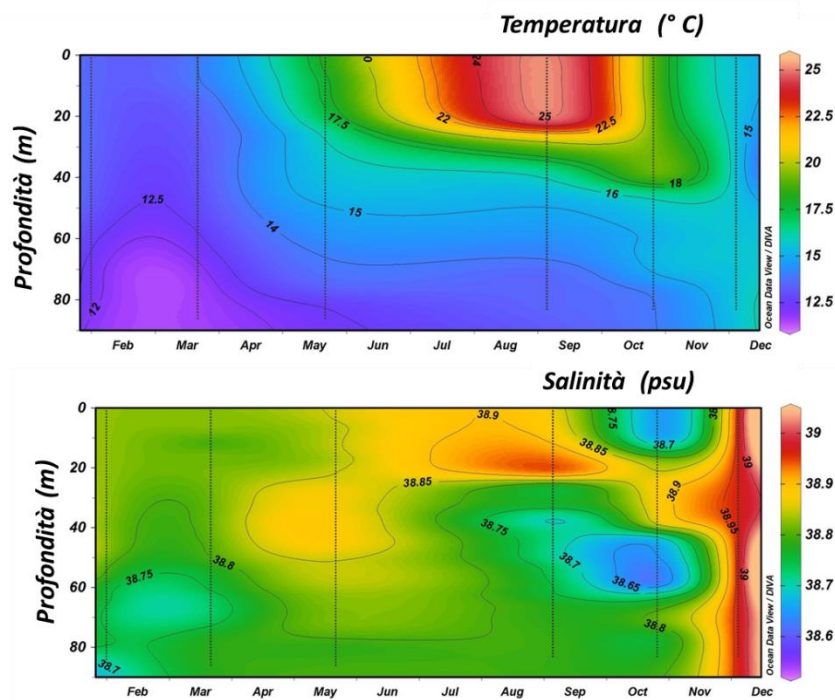
Stazione	Dicembre 2017													
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	2,39	1,71	7,23	< 0,1	0,26	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	0,12	1,21	3,26	< 0,1	0,12
CL1 20 m	2,04	1,68	7,15	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	1,11	8,06	< 0,1	< 0,1
CL1 40 m	< 0,1	1,49	6,80	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,26	< 0,1	< 0,1	1,16	1,31	< 0,1	0,10
CL1 fondo	0,86	1,49	6,98	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	1,12	6,45	< 0,1	< 0,1
CL2 sup	< 0,1	1,77	7,09	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,21	< 0,1	< 0,1	0,96	5,56	< 0,1	0,10
CL2 20 m	0,74	1,46	6,98	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,09	4,95	< 0,1	0,11
CL2 40 m	0,28	1,55	6,83	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,17	1,88	< 0,1	0,10
CL2 fondo	0,34	1,75	6,89	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,10	7,67	< 0,1	0,10
CL3 sup	< 0,1	1,88	7,07	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,03	8,79	< 0,1	0,12
CL3 20 m	< 0,1	1,70	6,93	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,18	< 0,1	< 0,1	0,11
CL3 40 m	< 0,1	1,82	6,95	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,19	< 0,1	< 0,1	0,11
CL3 fondo	< 0,1	1,51	7,14	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,12	1,17	< 0,1	0,10
CL4 sup	0,58	1,83	7,02	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,10	3,13	< 0,1	< 0,1
CL4 20 m	< 0,1	1,52	6,97	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,20	2,00	< 0,1	0,10
CL4 40 m	< 0,1	1,54	6,79	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,05	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CL4 fondo	1,42	1,96	6,96	< 0,1	0,13	< 5	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,1	1,09	1,05	< 0,1	0,11
CL5 sup	< 0,1	1,30	6,92	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,01	1,71	< 0,1	< 0,1
CL5 20 m	< 0,1	1,76	6,86	< 0,1	0,10	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,14	2,45	< 0,1	0,12
CL5 40 m	< 0,1	1,73	6,88	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CL5 fondo	< 0,1	1,66	6,70	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,03	< 0,1	< 0,1	0,12
CL6 sup	0,32	1,91	6,18	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,13	< 0,1	< 0,1	0,13
CL6 20 m	< 0,1	1,62	6,71	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,10	< 0,1	< 0,1	0,11
CL6 40 m	0,23	1,69	7,04	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,02	1,14	< 0,1	0,11
CL6 fondo	< 0,1	1,47	6,85	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,19	< 0,1	< 0,1	0,12
CL7 sup	0,75	1,72	6,75	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,14	1,65	< 0,1	0,10
CL7 20 m	1,81	1,89	6,88	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,09	4,58	< 0,1	0,12
CL7 40 m	< 0,1	1,87	6,86	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,18	< 0,1	< 0,1	0,10
CL7 fondo	< 0,1	1,80	6,70	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,19	< 0,1	< 0,1	0,10
CL8 sup	5,71	1,66	7,12	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	0,19	0,16	< 0,1	1,13	7,63	< 0,1	0,12
CL8 20 m	16,55	2,01	7,05	< 0,1	0,12	< 5	< 0,1	< 0,1	0,44	< 0,1	1,19	2,05	< 0,1	< 0,1
CL8 40 m	2,12	1,75	7,09	< 0,1	0,13	< 5	< 0,1	0,26	< 0,1	0,28	1,12	< 0,1	< 0,1	0,12
CL8 fondo	< 0,1	1,57	6,84	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,23	< 0,1	< 0,1	< 0,1

### 3.1.7. CONSIDERAZIONI E ANALISI DEI DATI SUL CICLO ANNUALE

#### 3.1.7.1 Indagini fisiche, chimiche e biologiche

In questo capitolo vengono analizzati i risultati dei monitoraggi effettuati nell'area della piattaforma Bonaccia NW durante il 2017 nelle campagne di gennaio (ENI1\_2017), marzo (ENI2\_2017), maggio (ENI3\_2017), settembre (ENI4\_2017), ottobre (ENI5\_2017) e dicembre (ENI6\_2017).

I parametri conservativi (temperatura e salinità) hanno seguito nello strato superficiale il ciclo stagionale, con minimi di temperatura di 13,4°C in gennaio e massimi di 25,4°C in settembre (fig. 3.22). La salinità è variata da 38,5 a 39,0 psu, con il minimo registrato a ottobre. La variabilità delle condizioni termo-aline al fondo è risultata più contenuta con temperature nel range 11,5-15,7°C e salinità fra 38,7 e 38,9 psu.

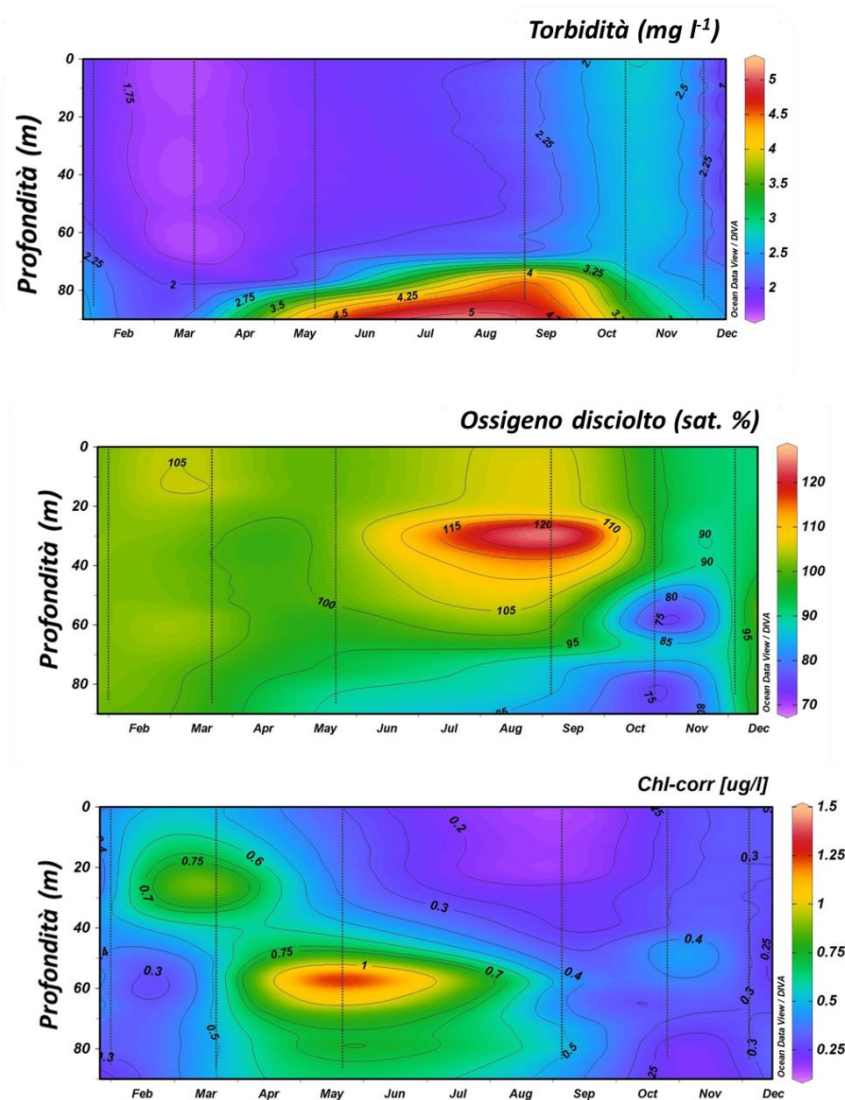


**Fig. 3.22** - Andamento temporale della temperatura (in °C) e della salinità (in psu) nel 2° anno dall'entrata in produzione di Bonaccia NW (da gennaio a dicembre 2017).

La concentrazione di materiale sospeso ha mostrato in generale una tendenza ad aumentare verso il fondo, soprattutto tra aprile e novembre (fig. 3.23). L'ossigeno disciolto ha raggiunto i massimi di concentrazione nel periodo più caldo a quote intorno a 30 m e, nel periodo autunnale, con la colonna d'acqua stratificata, una diminuzione delle percentuali di saturazione verso il fondo. Non si sono tuttavia verificati eventi di anossia o ipossia.

L'attività fotosintetica, come evidenziato dalla fluorescenza *in situ*, ha avuto un ciclo annuale con valori più elevati negli strati sub-superficiali a fine inverno-inizio primavera, una tendenza dei picchi di concentrazione a spostarsi più in profondità in estate e una distribuzione generalmente omogenea lungo la colonna in inverno.

La clorofilla *a* è risultata sempre relativamente bassa (inferiore a 850 ng l<sup>-1</sup> in tutte le situazioni), con concentrazioni più elevate in primavera e minimi nel periodo ottobre-dicembre, in accordo con quanto descritto per l'Adriatico centrale da Totti *et al.* (2000). La clorofilla *b* (caratteristica delle alghe verdi -Prasinophyceae- e delle Euglenophyta) ha avuto un massimo di concentrazione nei mesi più caldi mentre i massimi di abbondanza di diatomee, stimate dai valori di Chl *c*, si sono registrati in primavera, confermando le osservazioni sul fitoplancton di questo sotto-bacino effettuate da Totti *et al.* (2000).



**Fig. 3.23** - Andamento temporale della torbidità (in  $\text{mg l}^{-1}$ ), dell'ossigeno disciolto (in % di saturazione) e della fluorescenza in situ (espressa come  $\mu\text{g l}^{-1}$  di clorofilla) nel 2° anno dall'entrata in produzione di Bonaccia NW (da gennaio a dicembre 2017).

### 3.1.7.2 Metalli e inquinanti organici

Anche per quanto riguarda gli inquinanti inorganici e organici, le osservazioni effettuate nel primo semestre 2017 (ENI1, ENI2 ed ENI3) sono state confrontate con i risultati ottenuti nei monitoraggi del secondo semestre (ENI4, ENI5 ed ENI6).

Dal confronto si evidenziano alcune differenze per tre delle specie chimiche analizzate. Nel dettaglio alluminio, vanadio e zinco in alcune crociere del 1° semestre, in particolare gennaio e marzo, hanno presentato concentrazioni medie maggiori rispetto ai survey del 2° semestre, restando comunque sempre entro i range considerati naturali per questi elementi.

Il confronto, effettuato distinguendo le medie tra le stazioni di campionamento vicino alla piattaforma e quelle di controllo, non ha rilevato chiari e univoci andamenti tra le stazioni

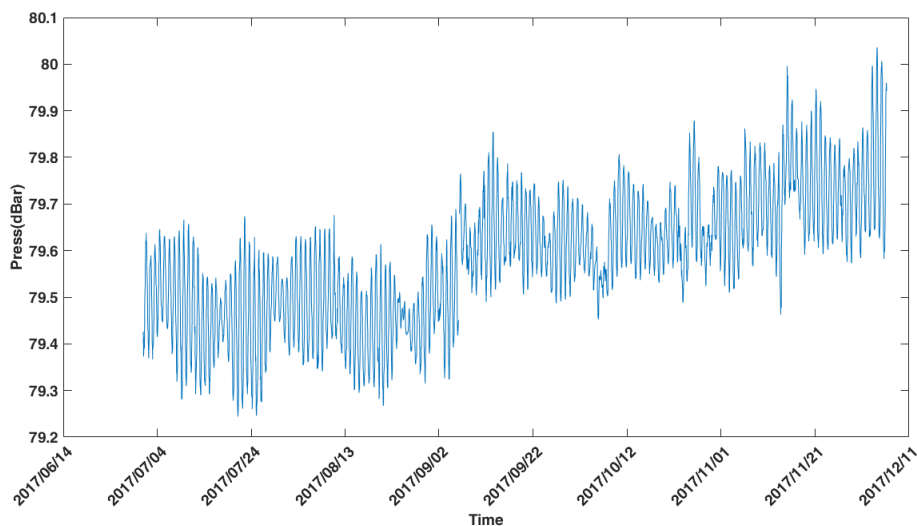
per alcun elemento. Anche l'analisi dei dati ottenuta considerando le differenti quote non ha mostrato differenze tra le diverse profondità di campionamento, mettendo in luce una diffusa omogeneità anche nella colonna d'acqua.

Alla luce di tutte le considerazioni effettuate non sono stati evidenziati effetti sui parametri analizzati in relazione all'attività della piattaforma Bonaccia NW; talune differenze osservate in alcuni dei survey analizzati sono verosimilmente da imputare alla variabilità delle condizioni ambientali e meteo-climatiche della zona.

### 3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Nella presente sezione si riportano i risultati relativi al 2° semestre 2017. Per il periodo di indagine precedente consultare Fabi *et al.*, 2016b, 2017b e 2017c.

Dal grafico della pressione (fig. 3.24) è emerso un buon equilibrio dell'ormeggio durante l'intero periodo di osservazione. Infatti, non si notano abbattimenti significativi del correntometro tali da poter creare problemi alle misure.

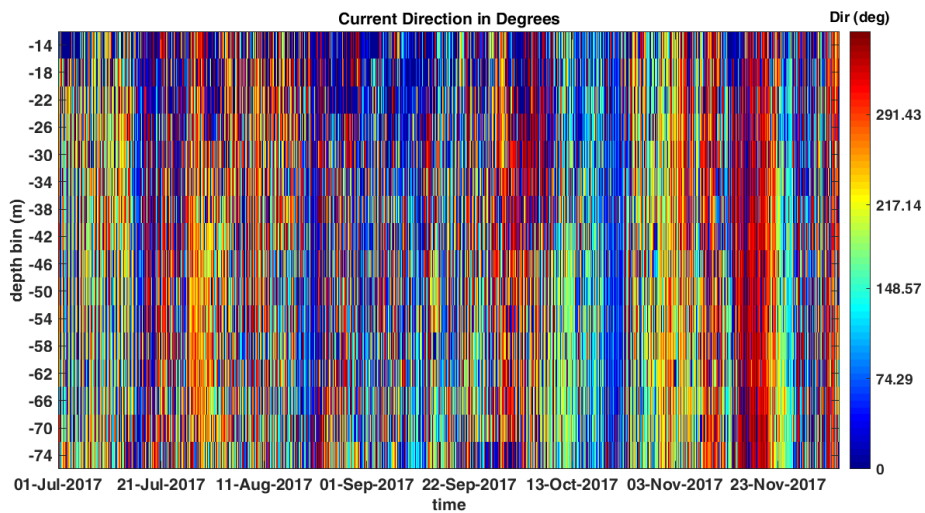


**Fig. 3.24** - Pressione misurata nel periodo luglio - dicembre 2017 dal correntometro posizionato presso Bonaccia NW.

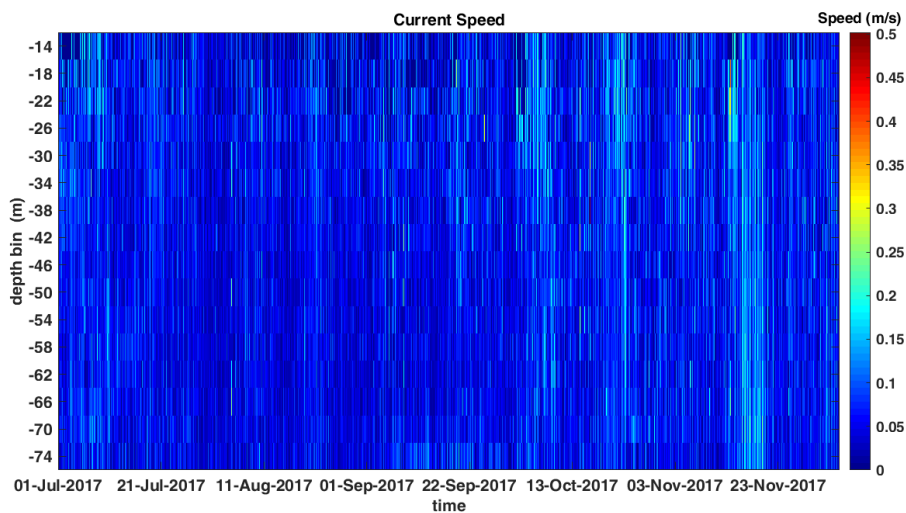
Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.25 - 3.27), durante il periodo preso in esame si sono avute diverse fasi in cui la direzione ha subito notevoli rotazioni con brevi periodi di stasi. In particolare, i primi 20 gg di luglio sono stati caratterizzati da una corrente di direzione variabile tra SE e SW e picchi di velocità pari a circa 0,2 m/s. Negli ultimi dieci gg del mese, invece, la direzione della corrente è stata prevalentemente settentrionale oscillando tra NE e NW, e molto debole (circa 0,1 m/s). Nella prima metà di agosto è avvenuta una rotazione verso Ovest e W/NW, con picchi di velocità pari a 0,2 m/s negli strati più superficiali della colonna d'acqua. Nella seconda metà del mese la direzione prevalente è stata N/NE con analoghi regimi di velocità. Nei primi 15 gg di settembre la corrente è rimasta di direzione variabile tra NE e NW, con velocità di circa 0,1 m/s, mentre nei 15 gg successivi è stata piuttosto variabile con rapide oscillazioni tra NW e SW e picchi di velocità pari a 0,15 m/s negli strati più superficiali. In ottobre, novembre e dicembre sono avvenute delle vere e proprie fasi di intensificazione della corrente, ognuna delle quali della durata di una decina di giorni. In particolare, durante i primi 20 gg di



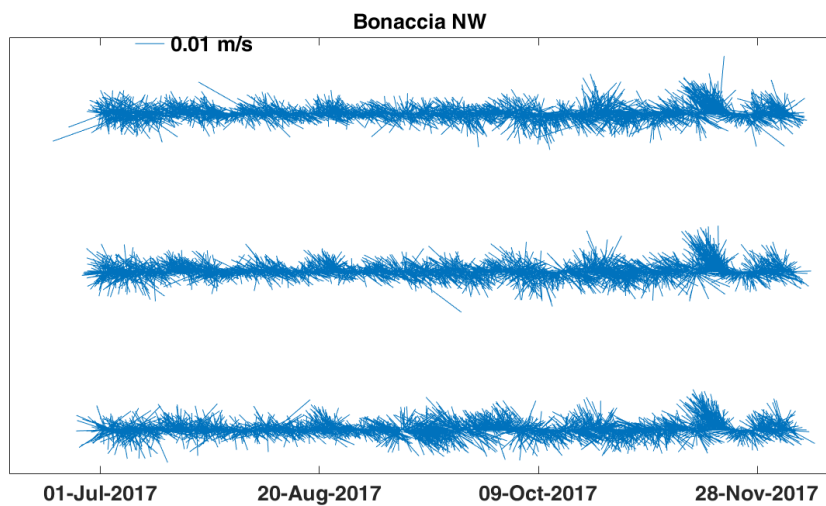
ottobre la corrente è scorsa prevalentemente verso NW per poi ruotare verso SW, con picchi di velocità fino a 0,2 m/s. Nell'ultima parte del mese la corrente è fluita essenzialmente verso Nord con velocità inferiore a 0,1 m/s. Novembre è stato caratterizzato da una direzione di corrente verso SW con una successiva rotazione verso NW e velocità di 0,2–0,3 m/s; soprattutto negli strati più superficiali sono stati raggiunti picchi fino a 0,5 m/s. Negli ultimi giorni del mese la corrente ha subito un'ulteriore rotazione verso SE con diminuzione delle intensità. Infine, a dicembre la direzione della corrente è stata prevalentemente settentrionale con velocità inferiori a 0,1 m/s.



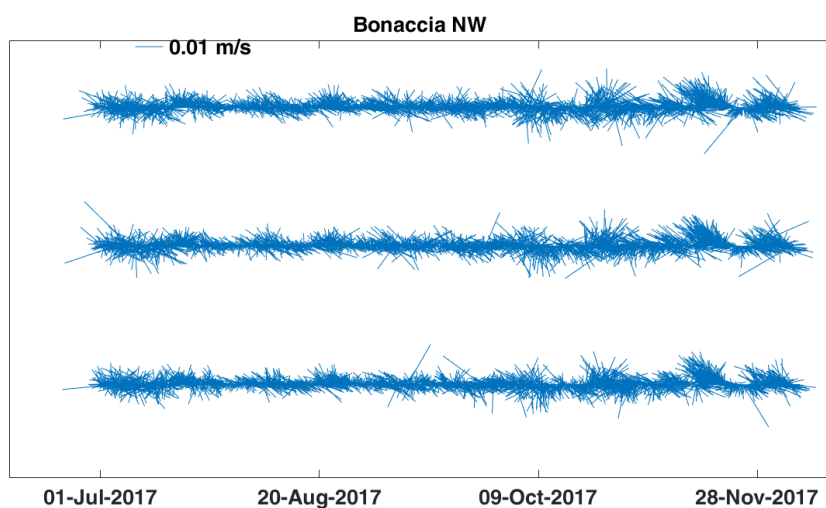
**Fig. 3.25** - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo luglio - dicembre 2017.



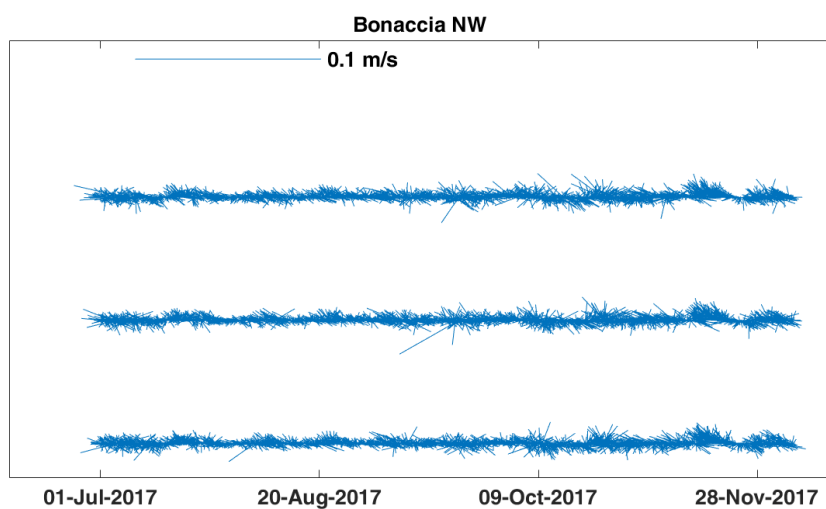
**Fig. 3.26** - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo luglio - dicembre 2017.



**Bin1(-74m) – Bin2(-70m) – Bin3(-66m)**

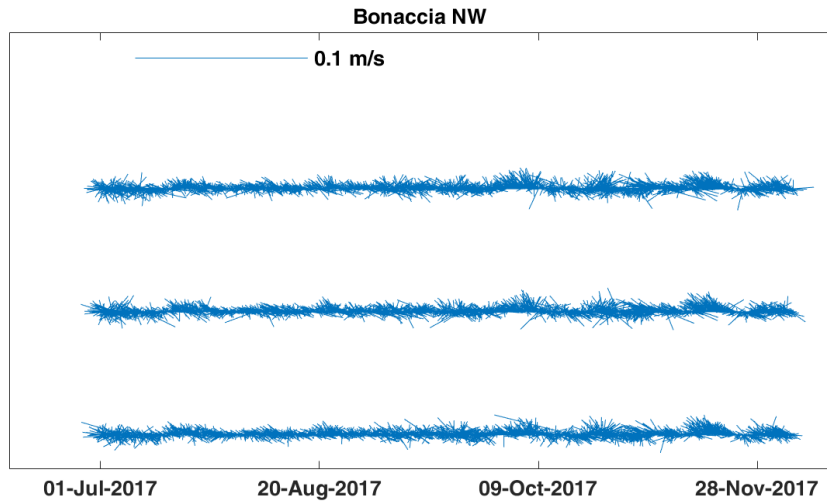


**Bin4(-62m) – Bin5(-58m) – Bin6(-54m)**

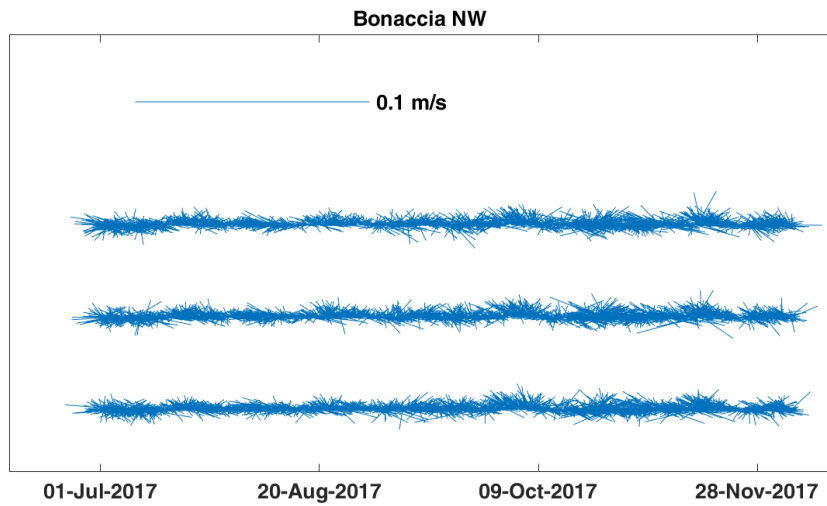


**Bin7(-50m) – Bin8(-46m) – Bin9(-42m)**

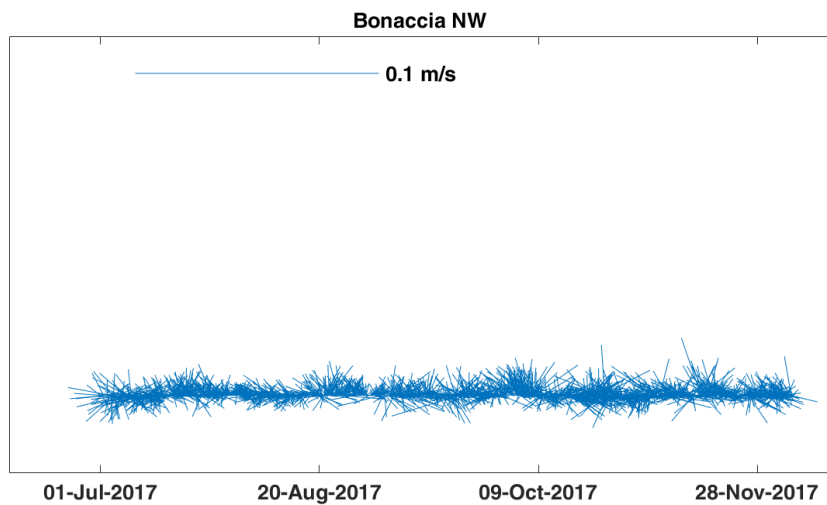
**Fig. 3.27** - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo luglio - dicembre 2017.



**Bin10(-38m) – Bin11(-34m) – Bin12(-30m)**



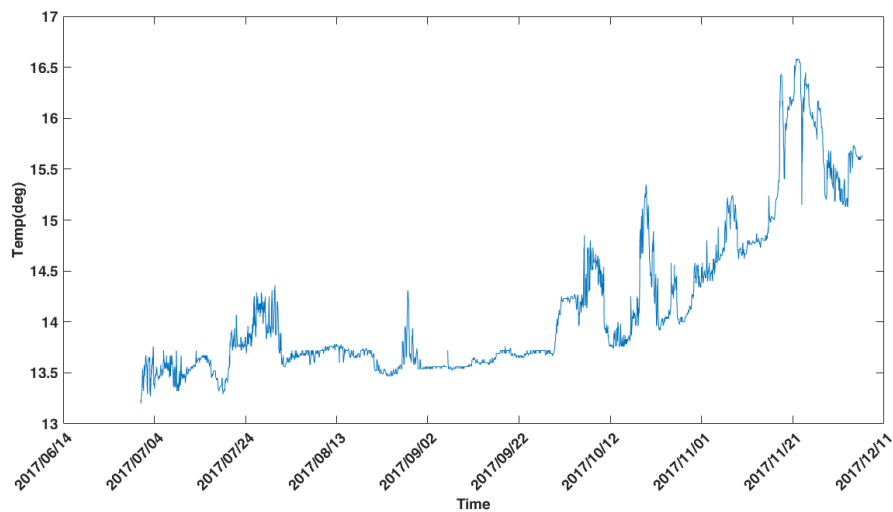
**Bin13(-26m) – Bin14(-22m) – Bin15(-18m)**



**Bin16(-14m)**

**Fig. 3.27 - Continuo.**

Per quanto concerne infine la temperatura misurata sul fondo dall'ADCP (fig. 3.28), a luglio essa è oscillata intorno ai 13,5°C, con un picco oltre i 14°C tra la fine del mese e l'inizio di agosto. Successivamente i valori sono rimasti pressoché costanti, intorno ai 13,5°C, fino a metà ottobre, eccezion fatta per un picco oltre i 14°C a inizio settembre. Dalla seconda metà di ottobre si è registrato un netto incremento dell'andamento della temperatura, caratterizzato da diversi picchi durante i mesi di novembre e dicembre, che ha portato i valori a circa 15,5°C nella fase finale della serie temporale registrata.

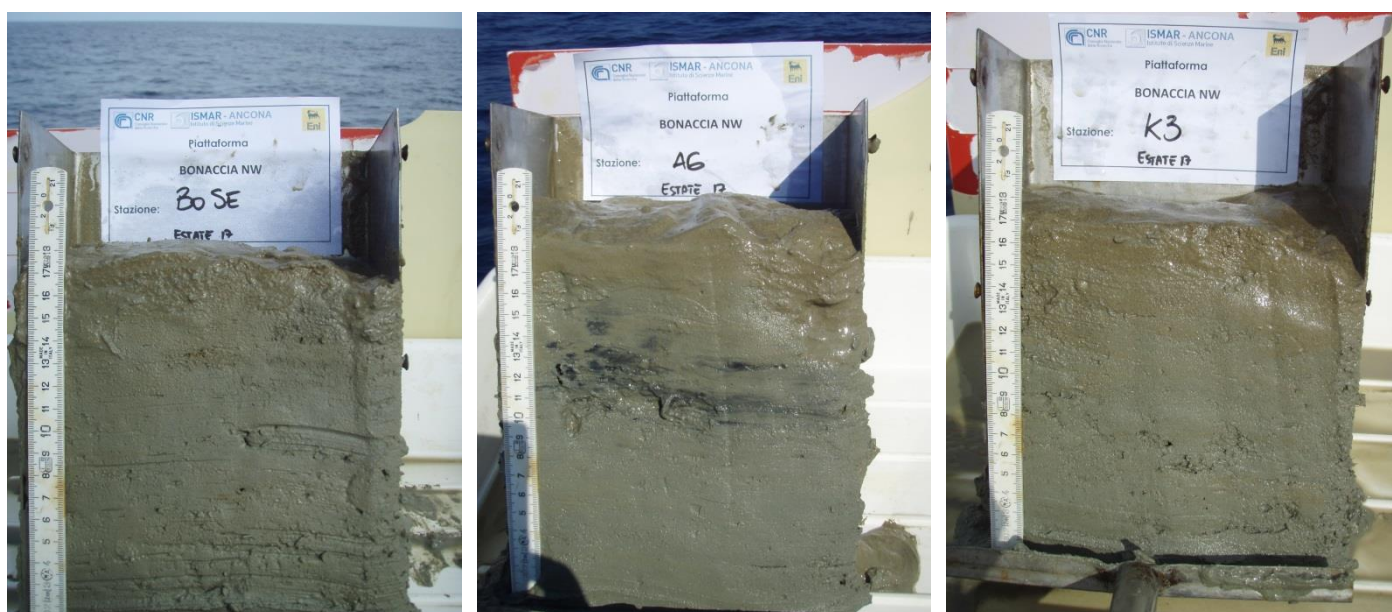


**Fig. 3.28** - Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo luglio - dicembre 2017.

### 3.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

#### 3.3.1. GRANULOMETRIA

All'analisi visiva tutti i sedimenti monitorati nel 4° survey post lavori di installazione di Bonaccia NW (estate 2017) sono apparsi di colore grigio-nocciola, molto simili tra loro e inodori, con uno strato ossidato sottile di circa 0,3-05 cm come nei monitoraggi precedenti. Solo il campione A6 ha presentato uno strato anossico subsuperficiale (fig. 3.29). Nulla di anomalo è stato evidenziato nei siti adiacenti alla piattaforma.



**Fig. 3.29** - Estate 2017. Campioni di sedimento prelevati dai siti BO SE, A6 e K3.

Nel pre-survey tutti i sedimenti prelevati entro un raggio di 60 m dal sito della futura struttura erano costituiti in prevalenza dalla frazione sabbiosa, con il massimo in A6 (61,05%) e il minimo in BO NW (58,31%; fig. 3.30, Tab. 3-V). La restante parte dei campioni era rappresentata in prevalenza da silt.

I lavori di installazione non avevano determinato cambiamenti eclatanti, essendo le variazioni rispetto al pre-survey inferiori al 3% eccetto in BO SW, dove si era verificato un incremento di sabbia da 58,56% a 62,77% accompagnato da una riduzione sia di silt che di argilla, cambiamento anch'esso da considerare comunque molto modesto.

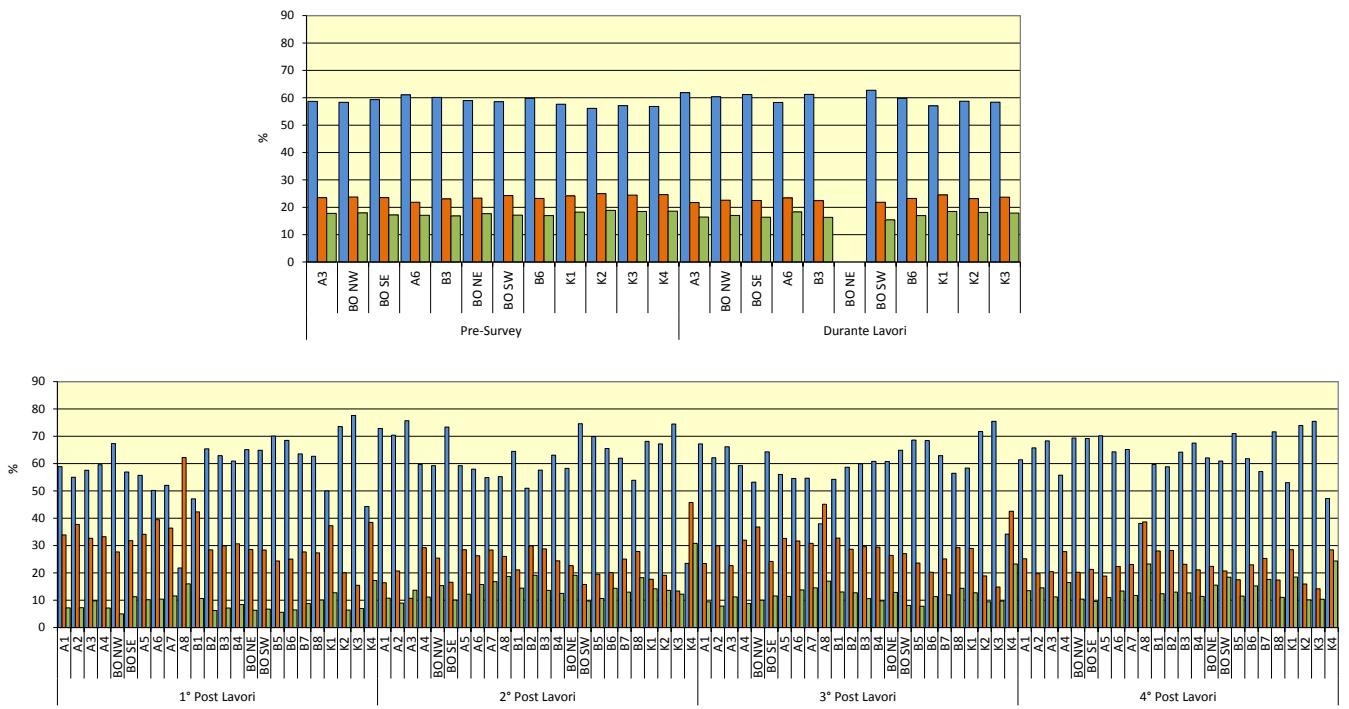
Anche dopo la posa (1° post lavori) rimaneva confermata la predominanza della frazione sabbiosa che, eccetto in A8 (21,8%), presentava percentuali comprese tra il 47,07% (B1) e il 70,04% (B5) lungo i transetti e tra il 44,31% (K4) e il 77,60% (K3) nei controlli. La pelite era costituita in tutti i campioni in prevalenza dal silt che risultava la frazione

dominante unicamente in A8 con il 62,21%. L'argilla era presente in percentuali inferiori al 13%.

Nell'estate 2016 la frazione sabbiosa, pur rimanendo dominante in tutti i campioni (tranne il controllo K4) aveva subito sensibili cambiamenti rispetto all'inverno precedente. In quasi tutti i siti A era aumentata, di oltre 15 punti percentuali in A2 e A3 e di oltre 33 punti in A8. In BO SE l'aumento era stato del quasi del 17%. Lungo il transetto B era avvenuto un incremento degno di nota in B1 (+17%); negli altri siti la sabbia si era invece ridotta leggermente eccetto in B2 in cui il decremento era stato di oltre 14 punti percentuali. Anche nei controlli erano state osservate variazioni discordi tra loro. In K1 la sabbia era aumentata quasi del 20% ma in K4 era stato osservato un comportamento opposto. Il silt si era ridotto praticamente ovunque, fino a 36 punti percentuali in A8, mentre l'argilla era aumentata, in particolare in corrispondenza di BO NW, BO NE, B2 e K4. Nell'inverno 2017 lungo i transetti è avvenuto un diffuso decremento di sabbia, di oltre 10 punti percentuali in alcuni casi (A8, B1), più modesto (tra il 5 e il 10%) in altri (A1, A2, A3, BO NW, BO SE, BO SW) e molto basso in altri ancora (A4, B4, A5, A6, A7, B5). Nei restanti siti si è verificato un aumento di sabbia modesto (talvolta inferiore all'1%) eccetto in B2 (+7,7%). Anche l'argilla, seppur in modo molto meno accentuato, ha mostrato un diffuso decremento (tranne in BO SE) contribuendo, insieme alla riduzione della sabbia, all'incremento di silt. Medesimo pattern è stato osservato in K1. Negli altri controlli, invece, la sabbia è aumentata (soprattutto in K4) bilanciata prevalentemente da un decremento dell'argilla.

Nell'ultimo monitoraggio eccetto in A8 la sabbia ha continuato a prevalere ovunque con percentuali comprese tra il 57,08% (B7) e il 71,61% (B8) lungo i transetti e tra il 47,23% (K4) e il 75,49% (K3) ai controlli. Tra le frazioni fini è stata confermata la prevalenza di silt. E' da sottolineare la composizione granulometrica del campione A8 che, come già messo in evidenza nel 1° e nel 3° survey post lavori, è apparso caratterizzato da un'elevata frazione pelitica (61,94%) costituita per il 38,67% da silt e per il 23,27% dall'argilla. A8 è l'unico sito, assieme a K4 che ha presentato una composizione granulometrica simile, ad essere classificato come Loam secondo Sheppard (All. B). Tutte le altre stazioni eccetto K3 sono state classificate come Sabbia siltosa. K3 è stato classificato come Sabbia.

La variabilità temporale riscontrata lungo i transetti ha sempre caratterizzato anche i siti di controllo per cui si esclude che Bonaccia NW sia responsabile di quanto osservato.



**Fig. 3.30** - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati nell'intero periodo.

**Tab. 3-V** - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati nei sei survey sinora effettuati. Le stazioni di campionamento poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso. Nel Durante lavori di installazione non è stato possibile campionare il sito BO NE.

	Pre-Survey			Durante Lavori			1° Post Lavori			2° Post Lavori			3° Post Lavori			4° Post Lavori		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Sabbia		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla
A1							58,90	33,91	7,18	72,88	16,38	10,73	67,22	23,40	9,38	61,40	25,15	13,45
A2							55,01	37,72	7,27	70,40	20,69	8,92	62,18	29,96	7,86	65,78	19,72	14,50
A3	58,69	23,54	17,77	61,86	21,73	16,41	57,57	32,67	9,76	75,71	10,66	13,64	66,18	22,65	11,18	68,33	20,45	11,22
A4							59,61	33,27	7,12	59,65	29,22	11,13	59,26	31,99	8,74	55,75	27,78	16,47
BO NW	58,31	23,76	17,93	60,38	22,58	17,04	67,35	27,69	4,96	59,24	25,42	15,35	53,19	36,80	10,01	69,39	20,23	10,38
BO SE	59,30	23,53	17,17	61,17	22,45	16,38	56,91	31,82	11,27	73,39	16,58	10,03	64,30	24,15	11,55	69,22	21,26	9,52
A5							55,70	34,12	10,19	59,26	28,51	12,22	55,99	32,60	11,4	70,21	18,81	10,98
A6	61,05	21,86	17,09	58,29	23,41	18,30	50,16	39,47	10,38	57,98	26,29	15,73	54,53	31,70	13,77	64,30	22,32	13,38
A7							52,06	36,38	11,56	54,86	28,35	16,79	54,67	30,78	14,55	65,18	23,08	11,74
A8							21,80	62,21	15,99	55,24	26,06	18,70	37,97	45,09	16,94	38,07	38,67	23,27
B1							47,07	42,32	10,60	64,49	21,12	14,39	54,26	32,74	12,99	59,65	28,00	12,35
B2							65,41	28,40	6,19	50,98	29,90	19,12	58,66	28,63	12,71	58,86	28,19	12,95
B3	60,11	23,06	16,83	61,26	22,40	16,34	62,89	29,96	7,15	57,62	28,80	13,58	59,87	29,59	10,55	64,20	23,15	12,65
B4							60,96	30,61	8,43	63,11	24,42	12,47	60,82	29,43	9,75	67,50	21,11	11,39
BO NE	59,00	23,36	17,64	-	-	-	65,14	28,56	6,30	58,26	22,64	19,09	60,79	26,41	12,81	62,10	22,37	15,53
BO SW	58,56	24,29	17,15	62,77	21,82	15,41	64,89	28,36	6,75	74,60	15,72	9,68	64,91	27,03	8,06	60,95	20,66	18,40
B5							70,04	24,38	5,59	69,87	19,53	10,60	68,62	23,59	7,79	70,99	17,49	11,52
B6	59,80	23,24	16,96	59,78	23,25	16,97	68,52	25,04	6,44	65,55	20,10	14,34	68,43	20,25	11,33	61,82	22,97	15,20
B7							63,58	27,64	8,78	61,98	25,04	12,98	62,94	25,11	11,95	57,08	25,29	17,63
B8							62,68	27,30	10,02	53,91	27,83	18,26	56,44	29,22	14,33	71,61	17,36	11,03
K1	57,62	24,15	18,23	57,03	24,49	18,48	50,01	37,27	12,72	68,17	17,67	14,16	58,35	28,94	12,71	53,00	28,51	18,48
K2	56,15	24,99	18,86	58,72	23,17	18,11	73,57	20,06	6,37	67,24	19,14	13,61	71,75	18,86	9,38	73,98	15,93	10,09
K3	57,14	24,42	18,44	58,39	23,71	17,90	77,60	15,44	6,96	74,48	13,34	12,19	75,50	14,83	9,67	75,49	14,19	10,32
K4	56,80	24,62	18,58	59,85	22,88	17,27	44,31	38,51	17,18	23,46	45,73	30,82	34,21	42,53	23,26	47,23	28,42	24,35



### 3.3.2. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Durante il pre-survey le concentrazioni degli IPA risultati rilevabili erano state molto modeste notevolmente inferiori agli LCB indicati da ICRAM-APAT (2007). Sette composti erano stati rilevati in tutti o quasi tutti i siti indagati e 4 non erano stati quantificati (Tab. 3-VI). Gli IPA totali erano risultati molto bassi (fig. 3.31).

Anche durante i lavori di installazione le concentrazioni erano apparse molto modeste. Analogamente al pre-survey i vari composti avevano assunto comportamenti diversi, essendo alcuni di essi presenti in tutti o quasi tutti i siti indagati e altri completamente non rilevabili.

La variabilità nei comportamenti era stata confermata anche con l'entrata in produzione di Bonaccia NW. Nel 1° survey post lavori era stato registrato un diffuso incremento quasi ovunque. Tuttavia, anche la massima concentrazione rilevata in A8 (70,9 µg/kg), era molto modesta per indicare uno stato di contaminazione. Nell'estate 2016 (2° post lavori) si era verificata una riduzione generalizzata che non ha interessato solo BO SW, il controllo K2 in cui gli IPA non erano stati rilevati in inverno, e K3; tale riduzione aveva riportato questi composti su livelli inferiori o in linea con quanto era stato registrato nel pre-survey.

Nell'inverno 2017 è avvenuto un incremento generalizzato che ha portato in molti siti controlli inclusi alle maggiori concentrazioni sinora registrate. Tutti i composti hanno comunque mantenuto tenori inferiori agli LCB eccetto il Naftalene che, in molte stazioni tra cui tre controlli, ha superato il suo LCB. Comunque, la concentrazione maggiore del Naftalene è stata registrata in K4, escludendo che la sua origine fosse esclusivamente correlata alla presenza della piattaforma. Nel complesso gli IPA totali sono rimasti molto al di sotto dell'LCB anche in questo survey.

I dati relativi all'estate 2017 mostrano, rispetto all'inverno, una riduzione generalizzata degli IPA e, in particolar modo, del Naftalene, che è sceso abbondantemente al di sotto dell'LCB ovunque. Le concentrazioni rilevate lungo il transetto B sono risultate quasi tutte inferiori o confrontabili con i riferimenti, quelle del transetto A sono invece apparse maggiori. Si tratta comunque di valori molto bassi, poiché il massimo riscontrato in A1 (56,4 µg/kg) corrisponde a circa 1/16 dell'LCB. I tenori registrati nei siti a 60 m dalla piattaforma (eccetto A3), in BO NE, BO SW e in tre controlli sono risultati inferiori ai corrispondenti del pre-survey, nelle altre stazioni comuni ai due monitoraggi leggermente superiori.

**Tab. 3-VI** - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) nei sedimenti prelevati dal pre-survey al 4° monitoraggio post lavori. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso. Ove disponibili sono anche riportati gli LCB e i valori chimici cautelativi per le sostanze Pericolose Prioritarie (PP) indicati da ICRAM-APAT (2007). LQ = limite di rilevabilità strumentale ( $0,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Durante i lavori di installazione non è stato possibile campionare il sito BO NE.

	LCB/PP	Pre-survey (inverno 2015)												Durante lavori (estate 2015)											
		A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
Naftalene	35	<LQ	1,9	1,4			1,5	1,7	1,7	1,5	1,3		1,9	<LQ	1,3	1,4	<LQ	<LQ		1,6	1,3	1,2	1,5	<LQ	1,6
Acenafte	7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fluorene	21	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fenantrene	87	1,0	<LQ	<LQ	1,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,8	1,0	<LQ	2,2	1,1	1,1	<LQ	<LQ	<LQ		1,5	1,3	1,6	<LQ	<LQ	1,7
Antracene	47 (24)*	2,2	2,3	1,6	1,7	1,9	1,7	1,5	2,1	2,1	3,2	2,3	2,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fluorantene	113	1,3	1,5	1,1	1,4	1,3	1,8	1,6	1,2	3,0	<LQ	<LQ	3,2	0,9	0,8	<LQ	1,1	<LQ		3,4	1,3	1,5	<LQ	<LQ	<LQ
Pirene	153	1,4	1,7	1,3	1,5	1,3	1,8	1,7	1,3	3,1	<LQ	<LQ	3,0	0,7	0,8	<LQ	0,8	<LQ		2,4	1,0	1,2	<LQ	<LQ	1,2
Benzo (a) antracene	75	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,4	<LQ	<LQ	1,4	0,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		1,2	0,7	<LQ	<LQ	<LQ	0,8
Crisene	108	1,1	1,2		1,3	1,0	1,3	1,3		2,4	<LQ	<LQ	3,0	0,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		1,4	0,8	<LQ	<LQ	<LQ	0,9
Benzo (b) fluorantene		3,1	4,1	2,2	3,4	2,8	4,7	4,5	2,8	4,8	1,4	<LQ	9,1	1,9	1,9	3,1	3,6	2,2		3,6	3,6	3,7	2,2	1,0	4,3
Benzo (k) fluorantene		1,6	2,1	1,5	1,8	1,7	2,0	2,6	1,7	2,3	1,5	1,1	3,4	1,8	1,0	2,1	1,5	2,0		2,0	2,1	3,4	2,3	0,6	3,0
Benzo (a) pirene	80 (30)*	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,7	0,5	1,0	1,0	0,4		1,3	1,0	1,0	0,6	<LQ	1,0
Dibenzo (a, h) antracene	6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (g, h, i) perilene		2,6	3,3	2,5	2,9	2,9	3,0	2,7	2,8	4,5	1,8	1,5	5,4	2,0	1,3	2,3	2,2	1,7		2,4	2,4	2,8	1,7	1,3	2,8
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene		3,4	3,4	2,7	3,7	3,3	3,3	3,2	2,8	4,6	1,9	1,0	6,8	2,9	2,0	3,6	3,3	2,6		3,2	3,6	4,5	2,8	1,4	4,5
Acenaftilene		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>17,7</b>	<b>21,5</b>	<b>14,3</b>	<b>18,7</b>	<b>16,3</b>	<b>21,1</b>	<b>20,8</b>	<b>16,4</b>	<b>31,5</b>	<b>12,1</b>	<b>5,9</b>	<b>42,0</b>	<b>12,9</b>	<b>10,9</b>	<b>13,4</b>	<b>13,3</b>	<b>8,9</b>		<b>23,9</b>	<b>19,0</b>	<b>20,8</b>	<b>11,2</b>	<b>4,3</b>	<b>21,9</b>

Tab. 3-VI - Continuo.

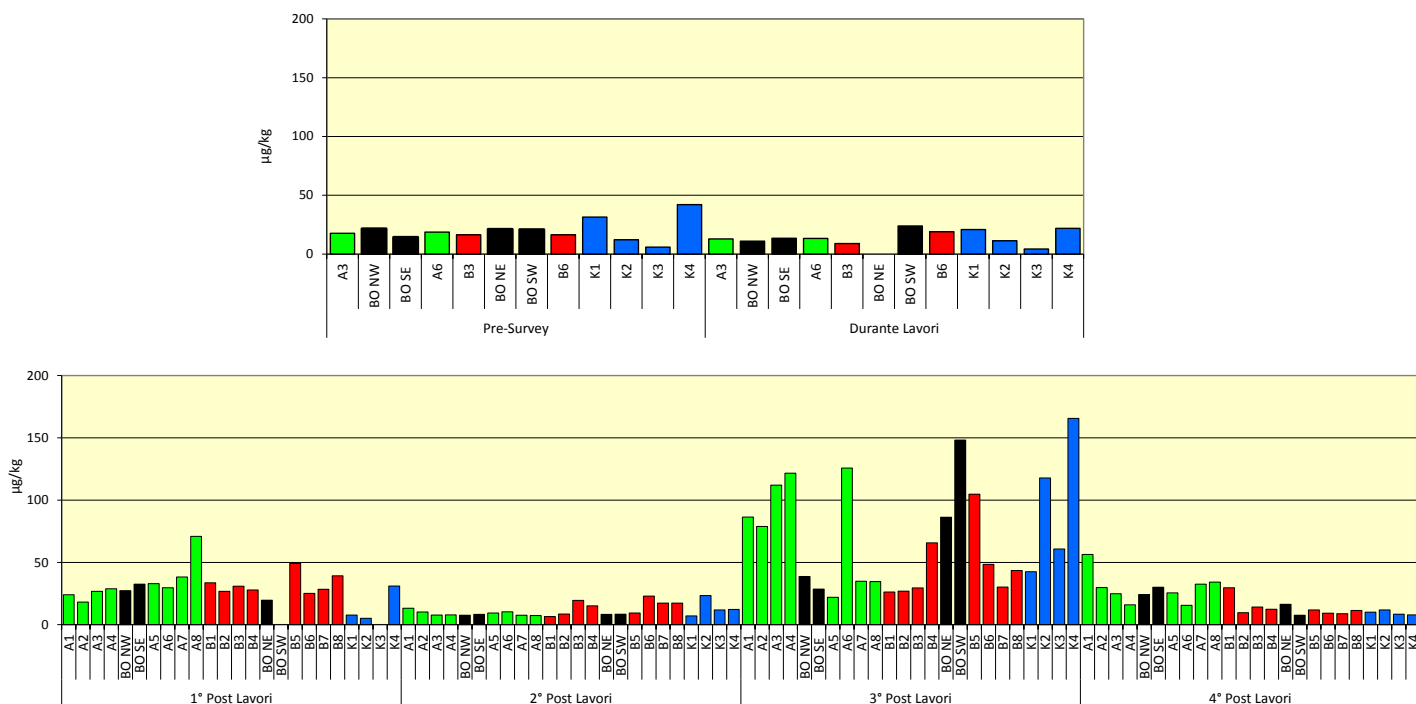
	LCB/PP	1° survey post lavori (inverno 2016)																							
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	2,0	1,9	1,9	2,4	1,7	1,8	2,0	1,5	2,8	2,7	2,6	2,3	2,5	2,2	<LQ	<LQ	1,8	1,3	1,9	1,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Acenaftilene		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Antracene	47 (24)*	3,8	3,3	3,9	5,1	3,7	5,0	5,0	5,2	5,4	7,3	4,1	3,3	4,4	4,0	<LQ	<LQ	10,0	3,5	4,6	5,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (a) antracene	75	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Benzo (a) pirene	80 (30)*	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Benzo (b) fluorantene	40	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Benzo (g, h,i) perilene	55	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	12,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Benzo (k) fluorantene	20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	11,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Crisene	108	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Dibenzo (a, h) antracene	6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Fenantrene	87	1,2	1,0	1,2	1,6	<LQ	1,6	2	1,6	1,9	2,2	1,2	1,0	1,2	1,1	<LQ	<LQ	2,1	1,3	1,3	1,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fluorantene	113	2,0	1,9	2,1	2,6	2,0	3,0	2,6	2,6	3,2	3,7	2,3	1,6	2,0	2,1	<LQ	<LQ	6,2	1,8	1,9	5,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fluorene	21	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Indeno(1,2,3-c,d) pirene	70	3,0	3,9	3,7	3,1	3,9	5,1	4,4	4,7	6,0	12,0	5,4	2,6	3,8	3,5	8,6	<LQ	9,6	3,3	3,8	6,4	7,8	5,1	<LQ	7,0
Naftalene	35	12,0	6,1	14,0	14,0	16,0	16,0	17,0	14,0	19,0	20,0	18,0	16,0	17,0	15,0	<LQ	<LQ	18,0	14,0	15,0	19,0	<LQ	<LQ	<LQ	24,0
Pirene	153	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>24,0</b>	<b>18,1</b>	<b>26,8</b>	<b>28,8</b>	<b>27,3</b>	<b>32,5</b>	<b>33,0</b>	<b>29,6</b>	<b>38,3</b>	<b>70,9</b>	<b>33,6</b>	<b>26,8</b>	<b>30,9</b>	<b>27,9</b>	<b>19,6</b>		<b>49,2</b>	<b>25,2</b>	<b>28,5</b>	<b>39,3</b>	<b>7,8</b>	<b>5,1</b>		<b>31,0</b>

	LCB/PP	2° survey post lavori (estate 2016)																							
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	<LQ	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Acenaftilene		0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5
Antracene	47 (24)*	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8
Benzo (a) antracene	75	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6
Benzo (a) pirene	80 (30)*	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9	1,0	1,5	1,1	1,0	1,0	1,1	1,5	1,4	1,4	1,0	1,6	1,1	1,3
Benzo (b) fluorantene	40	1,7	1,1	0,7	0,6	0,7	0,8	1,0	0,9	0,6	0,6	0,5	0,8	3,3	2,4	0,9	0,8	1,1	3,4	1,8	2,5	0,6	3,3	1,5	1,6
Benzo (g, h,i) perilene	55	1,0	0,6	0,2	0,4	0,2	<LQ	0,5	0,7	<LQ	<LQ	<LQ	0,4	1,4	1,0	0,3	0,4	0,4	1,7	1,5	1,4	<LQ	2,4	0,6	0,6
Benzo (k) fluorantene	20	1,9	1,3	0,9	0,7	0,8	1,0	1,2	0,9	0,6	0,7	0,7	1,0	3,5	2,5	1,1	0,8	1,2	3,6	1,4	2,7	0,6	3,5	1,7	1,8
Crisene	108	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	1,4	1,0	0,4	0,4	0,4	1,5	1,2	0,9	0,3	1,8	0,7	0,7
Dibenzo (a, h) antracene	6	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	<LQ	0,3	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,6	0,5	0,6	<LQ	0,8	0,3	0,3
Fenantrene	87	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,8	1,0	0,5	0,5	0,4	1,5	1,3	0,7	0,4	1,0	0,7	0,7
Fluorantene	113	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9	1,0	1,7	1,4	1,1	1,1	1,1	1,9	1,7	1,4	1,0	1,8	1,3	1,3
Fluorene	21	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4
Indeno(1,2,3-c,d) pirene	70	1,6	1,0	0,5	0,7	0,4	0,4	0,8	1,1	0,4	0,2	0,3	0,7	2,1	1,6	0,5	0,7	0,8	2,8	2,2	2,3	0,4	3,6	1,0	0,9
Naftalene	35	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,5	0,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Pirene	153	0,2	<LQ	<LQ	0,2	<LQ	0,2	0,2	0,3	0,2	<LQ	<LQ	0,2	0,9	0,7	<LQ	<LQ	0,2	0,9	0,8	0,5	<LQ	0,7	0,4	0,4
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>13,1</b>	<b>10,0</b>	<b>7,6</b>	<b>7,8</b>	<b>7,4</b>	<b>8,0</b>	<b>9,3</b>	<b>10,2</b>	<b>7,4</b>	<b>7,0</b>	<b>6,1</b>	<b>8,5</b>	<b>19,6</b>	<b>15,0</b>	<b>8,1</b>	<b>8,2</b>	<b>9,4</b>	<b>23,0</b>	<b>17,4</b>	<b>17,3</b>	<b>6,5</b>	<b>23,3</b>	<b>11,8</b>	<b>12,2</b>

Tab. 3-VI - Continuo.

	LCB/PP	3° survey post lavori (inverno 2017)																							
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	3,0	3,8	4,4	5,1	5,0	1,4	2,7	5,5	2,7	1,9	1,6	2,2	2,8	3,3	2,9	5,0	4,0	3,5	2,4	3,2	4,9	5,1	2,8	6,2
Acenaftilene		1,2	1,3	1,6	1,9	1,7	0,9	1,1	2,0	1,1	1,2	0,9	1,1	1,2	1,5	1,2	1,9	1,5	1,3	0,9	1,2	2,0	2,0	1,1	2,3
Antracene	47 (24)*	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Benzo (a) antracene	75	1,2	1,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,2	1,7	1,5	2,0	1,4	1,6	1,5	1,2	1,1	1,7	1,5	1,7	1,5	1,5	1,7	2,6	1,0	2,0
Benzo (a) pirene	80 (30)*	1,3	1,2	1,4	1,6	1,5	1,5	1,2	1,7	1,5	2,0	1,5	1,7	1,6	1,3	1,1	1,8	1,5	1,7	1,4	1,5	1,7	1,7	1,0	2,0
Benzo (b) fluorantene	40	5,3	4,7	5,2	5,4	5,9	7,6	3,8	7,8	7,9	8,4	6,3	5,7	6,2	2,4	6,1	6,4	4,8	6,1	7,0	7,5	4,9	4,7	3,4	11,4
Benzo (g, h,i) perilene	55	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Benzo (k) fluorantene	20	5,8	5,1	5,7	6,0	6,5	8,1	2,6	8,4	8,4	9,2	6,8	6,4	6,8	3,1	6,4	7,1	5,3	3,7	7,5	7,9	3,6	5,4	3,8	11,9
Crisene	108	1,4	1,2	1,3	1,3	1,4	1,9	1,5	1,9	1,9	2,0	1,6	1,4	1,5	0,6	1,5	1,5	1,4	2,2	1,7	1,8	2,0	1,1	0,8	2,7
Dibenzo (a, h) antracene	6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Fenantrene	87	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Fluorantene	113	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Fluorene	21	5,0	5,3	5,7	7,2	6,3	1,8	4,3	7,5	4,6	3,8	2,7	3,7	4,7	3,8	3,9	6,5	5,8	4,9	4,2	5,2	6,5	7,8	4,4	8,1
Indeno(1,2,3-c,d) pirene	70	1,4	1,3	1,3	1,5	1,7	2,4	1,9	2,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,8	<LQ	1,8	2,0	1,3	3,1	2,2	2,6	2,1	1,1	1,0	3,2
Naftalene	35	59,6	52,7	82,6	88,7	6,0	<LQ		85,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	47,5	59,2	112,7	76,3	17,7	<LQ	9,7	11,5	85,2	40,6	113,7
Pirene	153	1,3	1,1	1,4	1,4	1,3	1,5	1,3	1,7	1,7	1,6	1,3	1,4	1,5	0,9	1,2	1,6	1,4	1,8	1,3	1,4	1,6	1,2	0,8	2,1
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>86,4</b>	<b>78,8</b>	<b>112,0</b>	<b>121,6</b>	<b>38,7</b>	<b>28,6</b>	<b>22,0</b>	<b>125,7</b>	<b>34,8</b>	<b>34,5</b>	<b>26,2</b>	<b>27,0</b>	<b>29,6</b>	<b>65,7</b>	<b>86,3</b>	<b>148,2</b>	<b>104,8</b>	<b>48,4</b>	<b>30,2</b>	<b>43,5</b>	<b>42,5</b>	<b>117,8</b>	<b>60,7</b>	<b>165,7</b>

	LCB/PP	4° survey post lavori (estate 2017)																							
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	3,5	2,8	1,6	0,5	1,5	2,0	2,4	0,6	0,9	1,0	1,1	0,4	0,6	0,5	0,7	0,4	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
Acenaftilene		3,6	3,2	2,6	2,2	2,4	2,7	2,6	2,9	4,1	2,5	2,4	2,0	3,1	2,7	3,8	2,0	2,5	2,0	2,3	2,4	2,6	2,7	2,2	2,2
Antracene	47 (24)*	2,8	2,7	2,7	2,3	2,6	2,8	2,2	2,9	4,1	2,6	2,4	2,0	3,0	2,6	<LQ	<LQ	2,5	2,0	<LQ	2,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (a) antracene	75	<LQ	<LQ	<LQ	0,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (a) pirene	80 (30)*	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (b) fluorantene	40	3,9	3,3	3,7	1,4	3,0	5,1	3,0	<LQ	5,0	8,5	6,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (g, h,i) perilene	55	3,5	2,9	2,9	2,1	2,6	3,4	2,4	1,7	4,3	3,7	3,3	<LQ	<LQ	<LQ	2,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,6	<LQ	<LQ
Benzo (k) fluorantene	20	0,2	<LQ	0,2	<LQ	<LQ	0,5	0,3	<LQ	<LQ	2,0	1,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Crisene	108	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,7	0,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Dibenzo (a, h) antracene	6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fenantrene	87	3,6	3,3	2,6	2,1	3,0	3,2	2,1	1,9	2,9	2,4	2,1	1,3	2,0	1,7	2,4	1,3	1,6	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,4	1,4
Fluorantene	113	3,6	3,3	3,4	2,6	3,9	3,7	2,7	2,8	4,9	3,8	3,6	2,0	3,0	2,6	3,7	2,0	2,4	1,9	2,3	2,4	2,6	2,7	2,2	2,1
Fluorene	21	3,6	3,0	0,5	0,3	0,6	1,0	2,2	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,6	0,5	0,5	0,2
Indeno(1,2,3-c,d) pirene	70	2,4	1,4	1,4	0,3	1,0	2,5	1,5	<LQ	1,7	3,5	3,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Naftalene	35	23,6	1,9	1,0	0,8	0,9	1,0	2,2	0,9	1,5	0,9	0,9	0,6	0,9	0,8	1,1	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7
Pirene	153	2,1	1,9	2,1	1,4	2,4	2,2	1,7	1,4	2,8	2,5	2,3	1,0	1,5	1,3	1,8	1,0	1,2	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,0	1,0
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>56,4</b>	<b>29,8</b>	<b>24,9</b>	<b>16,0</b>	<b>24,2</b>	<b>30,1</b>	<b>25,5</b>	<b>15,6</b>	<b>32,5</b>	<b>34,2</b>	<b>29,6</b>	<b>9,7</b>	<b>14,2</b>	<b>12,4</b>	<b>16,4</b>	<b>7,6</b>	<b>11,9</b>	<b>9,3</b>	<b>8,9</b>	<b>11,4</b>	<b>10,1</b>	<b>11,9</b>	<b>8,4</b>	<b>7,9</b>



**Fig. 3.31** - Concentrazioni ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) di IPA nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

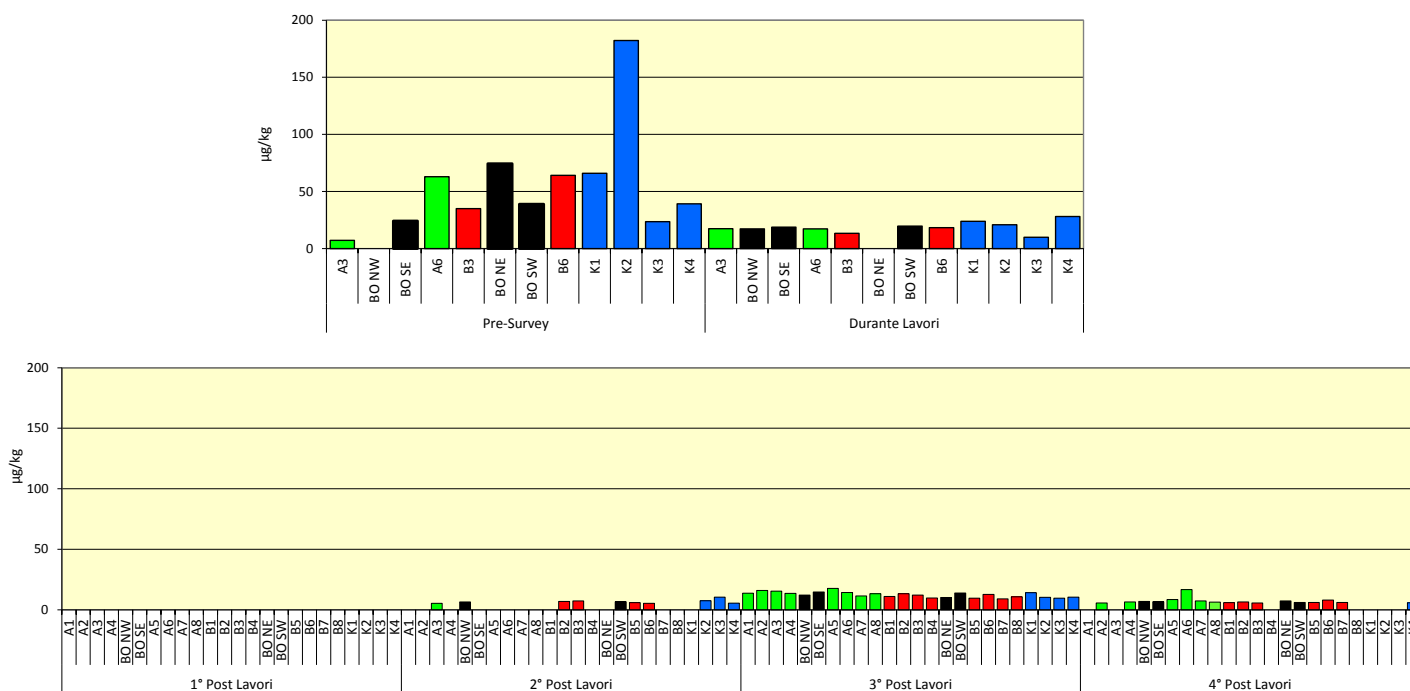
### 3.3.3. IDROCARBURI TOTALI

Le concentrazioni degli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) sono sempre risultate inferiori al limite di quantificazione.

Gli Idrocarburi pesanti ( $C > 12$ ) sono invece stati rilevati sin dal pre-survey (Tab. 3-VII e fig. 3.32). Durante i lavori di installazione si erano ridotti in molti siti e nel 1° post lavori non erano stati affatto quantificati. Nell'estate 2016 sono ricomparsi solo in qualche sito lungo i transetti, in BO NW, BO SW e in tre controlli, ma in concentrazioni inferiori rispetto a quelle del pre-survey. Nell'inverno 2017 sono apparsi più diffusi essendo stati rilevati ovunque ma sempre in basse concentrazioni, tutte inferiori a quelle registrate prima della realizzazione della piattaforma. Nell'ultimo monitoraggio, infine, è avvenuto un ulteriore decremento che ha portato alla non rilevabilità in A1, A3, B4, B8 e in tre controlli. Sulla base dei risultati sinora ottenuti è possibile affermare che Bonaccia NW non ha alcun effetto sulla distribuzione di questi contaminanti.

**Tab. 3-VII** - Idrocarburi pesanti C>12 (mg/kg) rilevati nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS), durante (DL) e dopo (PL) le operazioni di installazione di Bonaccia NW. In rosso i siti corrispondenti alla piattaforma. Durante i lavori di installazione il sito BO NE non è stato campionato.

	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL
A1	<5	<5	<5	<5	13,7	<5
A2	<5	<5	<5	<5	16,0	5,7
A3	7,1	17,4	<5	5,4	15,4	<5
A4	<5	<5	<5	<5	13,6	6,5
BO NW	<5,0	17,2	<5	6,5	12,1	6,9
BO SE	24,2	18,8	<5	<5	14,7	6,6
A5	<5	<5	<5	<5	17,7	8,5
A6	62,9	17,3	<5	<5	14,2	16,7
A7	<5	<5	<5	<5	11,5	7,3
A8	<5	<5	<5	<5	13,3	6,3
B1	<5	<5	<5	<5	11,0	5,9
B2	<5	<5	<5	6,9	13,3	6,5
B3	34,9	13,3	<5	7,3	12,2	5,7
B4	<5	<5	<5	<5	9,7	<5
BO NE	74,4	-	<5	<5	10,2	7,3
BO SW	38,8	19,6	<5	6,6	13,8	6,0
B5	<5	<5	<5	5,9	9,6	6,0
B6	64,1	18,3	<5	5,4	12,7	8,1
B7	<5	<5	<5	<5	9,1	6,0
B8	<5	<5	<5	<5	10,8	<5
K1	65,9	23,9	<5	<5	14,1	<5
K2	182,2	20,9	<5	7,5	10,3	<5
K3	23,6	9,86	<5	10,4	9,7	<5
K4	39,2	28	<5	5,5	10,5	5,8



**Fig. 3.32** - Idrocarburi pesanti (C>12) rilevati nell'intero periodo di indagine.

### 3.3.4. METALLI PESANTI

I contenuti dei metalli pesanti rilevati nell'intero periodo di indagine sono riportati in fig. 3.32 e in Tab. 3-VIII. Nella discussione che segue vengono riportati riferimenti ai Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (di seguito LCRN) indicati nel DM 173 2016 (tabella 2.5). I valori in colonna L1 sono i medesimi degli Standard di Qualità (SQA) riportati nei precedenti DM 56/2009, DM 260/2010 e DM 172/2015 per cadmio (0,3 mg/kg), mercurio (0,3 mg/kg), piombo (30 mg/kg), nichel (30 mg/kg), arsenico (12 mg/kg) e cromo totale (50 mg/kg). In tale tabella (tabella 2.5) sono inoltre indicati rame (40 mg/kg) e zinco (100 mg/kg).

**Alluminio** – Durante il pre-survey la percentuale media di alluminio relativa ai siti posti entro 60 m dalla futura piattaforma era del tutto in linea con quella dei controlli ( $\pm$  dev.st;  $1,45\pm 0,26$  e  $1,56\pm 0,94\%$  rispettivamente), analogamente a quanto riscontrato durante i lavori di installazione.

Anche nell'inverno 2016 (1° survey post lavori) è stata rilevata una grande omogeneità di concentrazioni con un'unica eccezione rappresentata dal sito A8 dove era stato segnalato il picco stagionale (2,42%), valore comunque confrontabile con quello del controllo K4 (2,22%). Nell'estate 2016 le variazioni sono apparse modeste, così come nei due survey successivi. Nell'estate 2017, in particolare, è stata riscontrata un'elevata omogeneità tra i gruppi di siti (A:  $1,15\pm 0,24$ ; B:  $1,08\pm 0,14$ ; BO:  $1,00\pm 0,007$ ; K:  $1,13\pm 0,25\%$ ) e le concentrazioni raggiunte sono risultate tutte inferiori alle corrispondenti del pre-survey eccetto in due controlli. Nel complesso i dati suggeriscono l'assenza di effetti della piattaforma su questo metallo.

**Arsenico** – Prima della posa della piattaforma le concentrazioni di arsenico rilevate entro 60 m di distanza dalla futura piattaforma erano risultate inferiori o simili al controllo K2 (9,78 mg/kg) tranne nel sito A3, dove era stato segnalato il massimo assoluto (11,33 mg/kg) comunque inferiore all'LCRN.

Durante i lavori di installazione erano state osservate piccole variazioni e i tenori registrati nell'area circostante la struttura erano apparsi solo leggermente superiori rispetto ai riferimenti e in qualche caso (A6, B3, A6) all'LCRN, anche se trascurabilmente.

Con l'entrata in produzione di Bonaccia NW si era assistito a un diffuso incremento lungo i transetti e nelle stazioni BO, con il raggiungimento di valori maggiori rispetto ai controlli e superiori all'LCRN. Tale superamento era stato registrato, ma in maniera più modesta, anche nei riferimenti K2 e K3. Nell'estate 2016 era avvenuta un'inversione di tendenza

con un decremento generalizzato nell'area circostante la piattaforma; conseguentemente, le concentrazioni medie erano diventate tutte confrontabili (A:  $12,57 \pm 0,92$ ; B:  $14,21 \pm 4,09$ ; BO:  $13,84 \pm 3,27$ ; K:  $10,91 \pm 4,33$  mg/kg). Molti tenori erano ancora superiori all'LCRN, anche se nella maggior parte dei casi di trattava di superamenti modesti.

Nell'inverno 2017, analogamente alla stessa stagione del 2016, i tenori medi dei transetti e dei siti BO sono di nuovo risultati maggiori rispetto ai controlli e, eccetto in BO SE e nei controlli K2-K4, anche superiori all'LCRN. Inoltre, in B1 è stata registrata la concentrazione maggiore di tutto il periodo di indagine ( $26,84$  mg/kg).

Nell'ultimo campionamento tutti i campioni eccetto A4 e A8 hanno presentato concentrazioni superiori all'LCRN, anche se tali superamenti sono apparsi generalmente abbastanza contenuti. Le concentrazioni medie dei siti corrispondenti alla piattaforma e di quelli del transetto B sono risultate maggiori rispetto alla media dei controlli (A:  $16,03 \pm 4,52$ ; B:  $18,71 \pm 1,13$ ; BO:  $17,82 \pm 0,68$ ; K:  $13,61 \pm 0,77$  mg/kg), ma diverse stazioni dei transetti, BO NW e BO SW hanno mostrato un decremento rispetto all'inverno 2017, contrariamente a quanto rilevato ai controlli. Rispetto al pre-survey il metallo è aumentato ovunque, riferimenti inclusi.

**Bario** – Durante il pre-survey le concentrazioni rilevate nell'area circostante la futura piattaforma erano modeste, anche se tendenzialmente maggiori rispetto a quelle dei controlli. Durante le operazioni di posa in opera nei siti a 60 m i tenori erano risultati del tutto in linea con i riferimenti mentre in corrispondenza di Bonaccia NW era avvenuto un deciso incremento con picchi pari a 6 volte la media dei controlli ( $36,15 \pm 6,16$  mg/kg).

Con l'entrata in produzione della piattaforma le concentrazioni lungo i transetti hanno continuato a essere quasi tutte in linea con i controlli, ma non sono mancate anomalie come quella in A8 in cui la concentrazione rilevata era pari a 4,5 volte la media dei controlli ( $34,39 \pm 11,47$  mg/kg). Inoltre, lungo il transetto B era stata segnalata una chiara tendenza all'incremento di bario al ridursi della distanza dalla piattaforma dove, al di là delle differenze tra siti, si registrava un valore medio pari a  $185,10 \pm 92,15$  mg/kg corrispondente a oltre 5 volte la media dei controlli. Il picco stagionale era stato rilevato in BO NW ed era pari a quasi 10 volte la media dei siti K. Nell'estate 2016 la situazione risultava normalizzata sia lungo i transetti sia in corrispondenza della piattaforma, anche se quasi tutti i tenori appaiono superiori alla media dei controlli ( $36,18 \pm 7,49$  mg/kg). Da segnalare era però il picco in B6 ( $407,76$  mg/kg), pari a oltre 11 volte la media dei riferimenti. Nel 3° post lavori le concentrazioni di bario sono risultate per lo più in linea con quelle del pre-survey. Tuttavia, è stata rilevata una tendenza all'aumento presso Bonaccia NW e a breve



distanza da essa, in particolare in A5 dove il picco (369,00 mg/kg) è risultato pari a 13 volte la media dei riferimenti (27,34±12,86 mg/kg). Nell'estate 2017 l'anomalia in A5 è scomparsa, ma in generale è stata rilevata una situazione simile a quella dell'inverno precedente, poiché le concentrazioni di bario sono apparse più elevate nelle stazioni circostanti la piattaforma e in particolare in BO SE (220,06 mg/kg) e BO NE (194,02 mg/kg), dove sono risultate rispettivamente pari a 8 e 7 volte la media dei controlli (26,63±5,44 mg/kg). Lungo i transetti, invece, i tenori medi sono risultati solo di poco superiori alla media dei riferimenti (A: 52,14±17,66; B: 52,96±14,02 mg/kg). Rispetto al pre-survey si sono abbassate le concentrazioni in tre siti posizionati a 60 m da Bonaccia NW, in BO SW e in due controlli. Altrove sono ancora rimaste superiori.

**Cadmio** – Nell'estate 2017 è stata confermata la notevole omogeneità delle concentrazioni (A: 0,046±0,004; B: 0,047±0,003; BO: 0,049±0,004; K: 0,048±0,005 mg/kg) registrata sin dal pre-survey e anche la modestissima presenza di questo metallo nell'area di indagine, essendo i tenori relativi a tutto il periodo notevolmente inferiori all'LCRN. Le concentrazioni raggiunte sono inoltre risultate quasi dimezzate rispetto a quelle registrate prima della realizzazione della piattaforma.

**Cromo** – Durante il pre-survey le concentrazioni del cromo rilevate lungo i transetti e nell'area destinata ad accogliere Bonaccia NW erano mediamente confrontabili con i controlli (entro 60 m: 47,87±6,50; K: 50,36±19,58 mg/kg). Le operazioni di posa in opera non avevano comportato variazioni di rilievo e anche con l'entrata in produzione della piattaforma erano avvenuti cambiamenti modesti; inoltre, le concentrazioni rilevate lungo i transetti e in prossimità di Bonaccia NW erano rimaste del tutto in linea con quelle dei controlli. Questa situazione è rimasta sostanzialmente invariata anche nei tre monitoraggi successivi. Per quanto riguarda l'ultimo campionamento, i tenori medi sono risultati tutti confrontabili (A: 44,33±6,00; B: 41,31±4,27; BO: 39,75±2,35; K: 39,35±6,73 mg/kg). Da notare che per tutto il periodo di indagine le concentrazioni sono rimaste (tranne pochissime eccezioni spesso riguardanti i controlli) inferiori all'LCRN. Rispetto al pre-survey si è verificato un decremento in molti siti, tra cui tre adiacenti alla struttura.

**Rame** – Le concentrazioni di rame rilevate lungo i transetti e in prossimità di Bonaccia NW nel 4° survey post lavori sono apparse del tutto in linea con quelle registrate nei controlli (A: 7,78±1,44; B: 7,28±1,26; BO: 7,41±1,02; K: 6,86±2,81 mg/kg) e ampiamente inferiori all'LCRN come in tutto il periodo di indagine precedente. Le operazioni di installazione non avevano modificato le condizioni rilevate nel pre-survey e anche nel 1° survey post lavori i tenori erano rimasti del tutto in linea con quelli registrati nei controlli;

anche i massimi osservati in BO SE (13,54 mg/kg) e A8 (14,31 mg/kg) erano confrontabili con K4 (13,87 mg/kg). Nulla da segnalare nei monitoraggi successivi. Rispetto al pre-survey è avvenuta una riduzione ovunque eccetto in A3 in cui la concentrazione è solo lievemente aumentata, passando da 7,62 (pre-survey) a 8,10 mg/kg (estate 2017).

**Ferro** – Anche per il ferro, presente in concentrazioni modeste nell'area di indagine come emerso nel pre-survey, le operazioni di posa in opera non avevano comportato alterazioni: i tenori erano infatti rimasti bassi e molto omogenei tra loro. Con l'entrata in produzione di Bonaccia NW la situazione si è mantenuta stabile e tale è rimasta sino all'ultimo campionamento. In estate 2017, infatti, le concentrazioni medie sono risultate tutte comparabili (A:  $1,86 \pm 0,10$ ; B:  $1,85 \pm 0,13$ ; BO:  $1,82 \pm 0,10$ ; K:  $1,68 \pm 0,27$  mg/kg). Rispetto al pre-survey quasi tutti i siti comuni ai due campionamenti hanno presentato un contenuto di ferro inferiore nell'estate 2017; nelle altre i lievi aumenti non sono degni di nota.

**Indio** – Questo metallo è stato sporadicamente rilevato solo durante la realizzazione della piattaforma e nel 1° survey post lavori.

**Mercurio** – Anche le concentrazioni di mercurio sono sempre risultate molto modeste, ampiamente inferiori all'LCRN. Durante le attività di installazione questo metallo aveva esibito un diffuso decremento risultando nell'area circostante la struttura comparabile ai controlli. Con l'entrata in produzione di Bonaccia NW si era verificato un lieve incremento anche nei riferimenti ed era stata confermata l'omogeneità delle concentrazioni dei vari gruppi di stazioni, così come nei monitoraggi successivi. Anche il picco rilevato nell'inverno 2017 presso la stazione A8 ( $0,0348$  mg/kg), peraltro confrontabile con K4, è risultato molto basso in valore assoluto essendo 10 volte inferiore all'LCRN. Rispetto al pre-survey nell'estate 2017 le concentrazioni sono risultate leggermente inferiori.

**Nichel** – Durante il pre-survey le concentrazioni medie di nichel rilevate nell'area destinata ad accogliere Bonaccia NW e nei controlli erano risultate omogenee ( $38,99 \pm 4,83$  e  $39,25 \pm 18,35$  mg/kg rispettivamente) e superiori all'LCRN. Le variazioni osservate nei campionamenti successivi non sono degne di nota. In tutti i survey i valori medi di transetti, siti BO e controlli sono risultati confrontabili, anche nell'estate 2017 (A:  $35,10 \pm 4,15$ ; B:  $34,32 \pm 5,01$ ; BO:  $31,69 \pm 3,02$ ; K:  $31,59 \pm 7,35$  mg/kg). In quest'ultima stagione, nonostante sia avvenuto un diffuso incremento rispetto alla precedente, le concentrazioni raggiunte sono risultate quasi tutte inferiori a quelle del pre-survey.

Si fa presente che il superamento dell'LCRN avvenuto in molti casi non può essere relazionabile alla struttura essendo stato osservato, come già detto, anche prima della sua realizzazione e svariate volte in corrispondenza dei controlli nei monitoraggi successivi.

**Tab. 3-VIII -** Concentrazioni (mg/kg s.s.; Al e Fe espressi in %) dei metalli in tracce presenti nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS), nel durante lavori (DL) e nei primi quattro monitoraggi post lavori (PL). In rosso le stazioni corrispondenti a Bonaccia NW. Nel durante lavori non è stato possibile campionare il sito BO NE.

	Alluminio						Arsenico						Bario						Cadmio					
	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL
A1			1,49	1,17	1,17	1,51			19,50	12,63	19,43	16,54			46,77	34,91	36,07	46,03			0,043	0,061	0,051	0,049
A2			1,36	1,32	1,01	1,07			21,86	11,88	20,60	16,71			44,57	48,39	39,24	38,63			0,047	0,055	0,046	0,050
A3	1,05	1,35	1,10	1,22	0,87	1,05	11,33	11,57	20,55	13,20	13,11	17,64	34,45	50,25	43,00	48,35	39,86	52,16	0,091	0,064	0,045	0,058	0,052	0,044
A4			1,09	1,50	0,86	1,17			17,95	11,35	24,08	8,34			53,89	57,92	40,51	33,68			0,050	0,062	0,045	0,041
BO NW	1,24	1,16	1,40	1,10	1,04	1,09	8,83	10,19	23,36	18,55	19,60	17,36	50,24	187,49	312,83	51,44	112,49	96,75	0,088	0,073	0,044	0,043	0,048	0,046
BO SE	1,25	1,32	1,63	1,65	0,89	0,99	9,80	11,87	21,07	11,48	9,71	18,59	54,80	221,62	172,25	63,89	109,50	220,06	0,085	0,076	0,045	0,056	0,052	0,046
A5			1,45	1,68	0,91	0,83			21,84	13,31	20,00	18,69		0,00	61,23	72,59	369,00	58,13			0,054	0,058	0,066	0,043
A6	1,58	1,19	1,27	1,60	1,08	1,16	7,60	13,90	27,20	11,35	16,16	20,06	54,31	48,74	47,59	65,24	43,58	50,49	0,088	0,059	0,045	0,058	0,050	0,045
A7			1,66	1,36	1,37	0,94			23,80	13,68	22,46	20,41			65,68	55,72	54,52	46,47			0,046	0,059	0,049	0,046
A8			2,42	1,68	1,41	1,48			14,67	13,13	13,92	9,88			155,44	60,09	63,85	91,54			0,053	0,056	0,054	0,052
B1			1,30	1,43	1,07	1,09			21,42	13,81	26,84	18,67			35,51	56,02	37,67	46,59			0,044	0,053	0,054	0,050
B2			0,86	1,52	1,10	1,28			22,88	14,53	19,85	17,36			32,47	57,51	39,24	55,68			0,042	0,050	0,053	0,046
B3	1,51	1,25	1,00	1,12	0,95	1,00	9,44	13,24	23,93	17,07	15,55	18,06	53,09	42,12	44,18	67,19	41,74	45,96	0,086	0,060	0,049	0,048	0,057	0,045
B4			1,03	1,16	0,80	1,04			23,42	15,52	14,80	19,65			60,02	45,00	29,94	72,07			0,045	0,053	0,057	0,045
BO NE	1,60	-	1,48	1,50	0,70	0,92	7,59	-	21,54	13,53	16,55	17,14	63,71	-	93,03	53,65	69,32	194,02	0,095	-	0,042	0,051	0,062	0,055
BO SW	1,49	1,44	1,17	1,60	0,82	0,98	9,76	10,40	20,75	11,78	20,43	18,17	67,05	215,68	162,38	46,99	57,80	38,51	0,087	0,082	0,049	0,054	0,059	0,049
B5			0,98	1,43	0,89	1,01			26,10	5,09	21,61	18,99			65,04	41,51	58,14	71,20			0,047	0,059	0,057	0,053
B6	1,89	1,18	1,11	1,23	1,13	0,98	7,81	13,33	25,65	15,20	13,19	17,76	75,02	47,96	46,14	407,76	51,34	49,79	0,085	0,060	0,044	0,051	0,060	0,044
B7			1,12	1,49	1,04	1,30			24,34	13,52	17,72	18,29			37,35	83,95	33,49	53,36			0,048	0,059	0,061	0,045
B8			1,23	0,88	1,36	0,94			21,27	18,95	18,62	20,88			37,54	82,14	39,04	29,05			0,050	0,055	0,066	0,045
K1	2,14	1,89	1,80	1,31	1,20	1,12	4,83	8,02	11,40	10,17	14,66	14,71	45,68	42,55	39,37	28,21	24,97	24,85	0,112	0,074	0,079	0,050	0,069	0,051
K2	0,84	0,99	1,04	1,27	0,93	1,02	9,78	10,60	15,58	13,06	10,97	13,55	18,87	28,54	27,29	33,62	21,36	26,85	0,087	0,133	0,037	0,052	0,063	0,049
K3	0,68	1,08	1,01	1,27	0,74	0,89	6,22	7,72	12,15	15,21	9,81	13,00	15,62	34,10	22,86	36,80	17,01	20,91	0,069	0,050	0,035	0,056	0,049	0,040
K4	2,58	1,76	2,22	2,19	2,06	1,47	3,92	7,21	11,05	5,20	10,06	13,19	56,04	39,40	48,04	46,08	45,99	33,90	0,101	0,065	0,045	0,062	0,085	0,051

Tab. 3-VIII - Continuo.

	Cromo						Rame						Ferro						Indio					
	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL
A1			44,43	39,68	38,06	53,99			8,44	6,79	7,92	8,397			1,93	1,66	1,63	2,01			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
A2			40,95	42,22	34,29	42,71			8,99	8,04	6,77	7,812			1,82	1,75	1,60	1,84			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
A3	38,27	42,95	35,54	39,97	30,99	43,56	7,62	9,60	8,74	8,19	7,96	8,095	1,70	1,84	1,70	1,78	1,45	1,84	< 0,02	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02
A4			35,17	43,75	32,84	46,10			9,43	7,71	6,98	7,589			1,66	1,80	1,48	1,88			0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02
BO NW	42,18	39,75	42,77	36,71	34,72	42,97	9,43	11,57	9,10	6,29	6,86	7,472	1,78	1,70	2,01	1,85	1,59	1,91	< 0,02	0,03	0,06	< 0,02	< 0,02	< 0,02
BO SE	44,22	44,32	50,37	48,05	31,59	38,15	9,45	11,62	13,54	10,24	7,43	6,068	1,97	1,84	2,18	1,96	1,48	1,69	< 0,02	0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
A5			42,47	50,99	33,18	35,56			8,98	11,71	6,45	5,882			1,87	2,15	1,50	1,69			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
A6	48,71	41,69	40,53	47,29	34,87	43,31	10,46	9,53	10,23	10,40	7,48	6,888	1,97	1,85	1,89	1,95	1,56	1,94	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
A7			47,38	40,80	42,61	38,61			11,17	8,45	8,09	6,839			2,04	1,79	1,74	1,78			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
A8			61,37	49,21	43,77	50,78			14,31	9,15	9,17	10,728			2,23	2,00	1,74	1,90			0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B1			39,33	42,65	36,41	42,26			9,18	10,04	7,10	7,963			1,75	1,91	1,58	1,82			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B2			31,94	44,80	35,30	47,71			6,88	9,21	6,45	8,726			1,55	1,95	1,53	2,02			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B3	49,23	42,65	33,97	37,76	33,79	42,27	9,76	9,21	9,85	7,43	7,20	7,172	2,08	1,81	1,71	1,79	1,52	1,86	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B4			34,14	37,76	29,47	41,19			9,35	8,18	6,11	7,348			1,67	1,82	1,39	1,82			< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,02
BO NE	51,91	-	45,22	44,81	26,62	37,86	12,07	-	10,61	8,12	5,70	8,558	2,14	-	1,94	1,91	1,33	1,77	< 0,02	-	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02
BO SW	48,82	45,30	37,29	46,31	30,17	40,00	10,39	13,71	8,75	10,17	6,26	7,528	2,09	1,94	1,84	1,97	1,48	1,89	< 0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B5			33,64	42,58	31,28	36,33			8,77	7,99	5,51	5,461			1,71	1,62	1,50	1,69			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B6	59,63	41,05	36,17	39,17	36,37	36,13	11,20	9,63	6,69	7,61	8,39	7,156	2,34	1,80	1,72	1,80	1,62	1,71	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B7			38,32	45,25	35,17	46,24			7,87	9,64	6,59	8,826			1,72	1,93	1,59	2,04			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
B8			38,27	30,67	40,85	38,35			8,58	6,12	7,67	5,586			1,72	1,65	1,73	1,84			< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
K1	63,28	53,54	49,25	39,10	36,43	37,87	13,97	12,23	11,52	8,78	7,80	8,039	2,29	2,00	1,88	1,65	1,48	1,67	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
K2	32,48	34,77	34,00	40,37	31,73	36,46	6,49	7,63	6,30	5,88	6,37	5,133	1,45	1,48	1,44	1,63	1,32	1,52	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
K3	34,79	41,69	37,22	41,32	28,23	33,91	4,60	6,52	5,95	7,06	4,30	4,036	1,19	1,44	1,35	1,77	1,10	1,46	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
K4	70,89	51,67	58,36	59,75	52,64	49,14	16,31	12,81	13,87	14,51	11,90	10,234	2,45	1,99	2,23	2,18	1,92	2,05	< 0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Tab. 3-VIII - Continuo.

	Mercurio						Nichel						Piombo						Silicio					
	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL
A1			0,016	0,017	0,018	0,020			35,89	29,67	31,00	38,14			11,23	9,77	13,73	11,57			172,06	58,69	52,38	19,24
A2			0,017	0,020	0,018	0,019			33,83	32,56	26,93	34,33			13,14	11,01	14,55	12,26			130,00	29,82	23,14	22,98
A3	0,020	0,014	0,019	0,022	0,018	0,016	30,56	33,78	32,07	32,07	26,92	32,66	12,02	10,98	12,23	11,83	13,29	11,18	< 5	53,00	95,54	50,80	16,08	4,76
A4			0,019	0,019	0,017	0,013			29,80	33,33	24,13	36,96			10,19	11,93	13,47	10,59			116,39	33,37	8,26	7,72
BO NW	0,020	0,012	0,016	0,012	0,019	0,014	34,86	31,61	32,67	29,35	27,39	31,31	12,59	11,04	12,01	12,92	16,51	12,26	< 5	516,96	76,67	26,01	15,06	10,08
BO SE	0,021	0,013	0,020	0,019	0,021	0,017	38,32	33,25	40,06	37,69	27,42	28,43	12,73	11,86	13,51	12,97	13,37	8,10	< 5	476,29	80,71	20,11	12,63	7,85
A5			0,019	0,017	0,019	0,016			35,41	42,74	25,83	29,13			13,46	12,84	16,53	13,60			89,26	37,19	11,80	6,64
A6	0,023	0,014	0,022	0,023	0,021	0,018	38,47	33,63	36,60	38,43	27,33	33,56	13,72	12,55	14,00	12,48	17,30	10,53	20,95	133,97	266,14	34,44	9,91	14,67
A7			0,021	0,025	0,023	0,019			39,30	33,90	32,90	33,21			14,37	12,02	18,59	10,54			111,07	24,87	12,98	7,95
A8			0,028	0,024	0,035	0,023			50,87	37,83	35,54	42,84			13,97	12,30	15,57	10,51			142,39	32,02	23,12	6,25
B1			0,019	0,022	0,020	0,020			33,79	37,08	31,10	38,72			13,19	11,54	15,15	13,94			276,42	36,56	17,64	9,15
B2			0,018	0,026	0,020	0,026			27,60	35,61	27,40	41,94			11,90	10,88	14,98	13,82			112,35	26,92	16,17	5,22
B3	0,019	0,014	0,016	0,027	0,019	0,023	39,56	32,80	31,58	31,18	27,52	36,50	13,19	13,07	13,25	10,32	15,46	10,75	< 5	27,87	145,34	28,12	5,23	7,81
B4			0,018	0,024	0,013	0,017			30,68	32,47	23,05	32,96			13,12	10,29	12,81	13,00			110,42	36,99	7,21	10,54
BO NE	0,027	-	0,019	0,022	0,015	0,018	45,09	-	34,66	35,38	22,63	31,26	13,80	-	12,65	10,64	13,12	11,12	< 5	-	67,15	58,94	17,34	94,43
BO SW	0,022	0,019	0,016	0,016	0,015	0,016	40,17	36,49	27,48	38,72	23,89	35,74	13,07	12,54	10,81	10,60	15,09	10,17	< 5	608,78	142,72	34,92	24,38	12,21
B5			0,017	0,019	0,013	0,015			28,60	36,91	23,16	27,55			13,15	6,10	10,64	10,14			172,37	59,66	50,09	51,31
B6	0,022	0,014	0,017	0,020	0,020	0,018	44,92	33,33	29,54	30,43	29,10	30,76	13,53	13,84	12,77	9,76	10,21	7,03	26,38	35,18	136,38	60,24	42,29	42,12
B7			0,018	0,023	0,017	0,020			30,67	34,72	28,15	36,94			12,74	10,39	8,90	12,89			149,54	63,33	72,31	48,74
B8			0,018	0,023	0,021	0,015			31,90	26,65	31,85	29,21			12,26	9,19	10,47	13,48			296,54	64,48	28,76	61,26
K1	0,027	0,020	0,025	0,020	0,023	0,021	52,12	42,66	38,47	31,81	30,91	31,94	14,75	13,50	13,87	8,40	6,44	8,72	11,43	35,03	70,21	66,12	39,39	27,07
K2	0,016	0,011	0,017	0,019	0,017	0,015	26,35	26,75	25,46	29,51	25,20	27,51	9,54	12,17	9,13	8,19	4,70	4,62	< 5	17,66	51,03	55,89	31,61	29,82
K3	0,011	0,008	0,011	0,017	0,010	0,013	20,84	24,77	24,10	29,48	17,77	25,14	10,76	8,13	7,40	8,76	7,86	6,21	< 5	49,48	56,98	64,24	35,79	53,82
K4	0,034	0,023	0,025	0,035	0,033	0,023	57,67	42,92	46,91	51,38	43,52	41,78	14,94	14,02	12,85	10,15	12,37	16,33	34,41	33,46	71,76	48,97	42,12	30,04

Tab. 3-VIII - Continuo.

	Vanadio						Zinco					
	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL	PS	DL	1°PL	2° PL	3°PL	4° PL
A1			48,88	42,01	39,74	49,65			48,76	38,24	41,04	48,13
A2			46,13	43,33	37,41	41,09			43,46	41,75	38,47	43,24
A3	40,22	44,27	40,93	43,50	31,36	42,71	52,16	43,54	40,91	41,33	37,03	41,35
A4			39,05	46,21	34,73	43,26			39,20	42,93	34,09	44,69
BO NW	41,90	47,97	51,28	45,88	38,70	42,98	57,62	42,99	44,96	38,09	38,40	42,28
BO SE	45,19	51,89	54,20	51,57	33,55	39,82	63,54	45,91	53,94	47,20	38,77	38,82
A5			47,81	53,67	34,98	37,19			45,28	53,62	35,13	35,65
A6	48,35	42,91	44,71	49,48	38,46	45,75	64,14	43,93	47,63	48,88	37,30	42,22
A7			51,43	45,81	43,54	39,37			52,06	41,37	43,04	39,13
A8			59,03	51,18	43,29	43,33			65,04	48,13	45,70	51,40
B1			42,31	47,13	38,36	40,93			44,66	46,28	38,59	44,35
B2			36,42	50,85	38,03	45,44			37,57	45,55	36,11	49,16
B3	51,51	44,02	40,28	42,85	35,15	41,05	66,58	41,54	44,00	39,53	36,82	42,72
B4			40,19	43,38	30,73	42,29			41,12	40,84	32,84	41,77
BO NE	49,92	-	51,23	48,84	30,25	42,16	72,05	-	44,54	44,93	30,92	47,59
BO SW	49,33	55,34	47,38	48,49	35,83	42,47	65,60	50,72	64,53	47,14	34,60	41,74
B5			42,17	40,14	36,18	39,53			39,35	38,46	32,57	35,33
B6	57,68	41,65	41,57	44,17	38,82	38,13	75,20	42,46	38,71	40,29	38,77	38,85
B7			41,83	48,61	37,89	45,96			39,25	44,57	37,59	48,08
B8			42,40	41,43	42,95	41,58			42,00	39,81	41,81	38,77
K1	56,53	51,07	49,82	41,24	36,39	37,06	81,67	53,77	51,08	39,61	39,96	41,45
K2	31,86	34,36	35,18	43,93	30,36	34,68	57,11	36,71	35,41	37,29	32,80	35,79
K3	26,36	33,46	32,33	44,44	25,21	31,81	41,49	30,53	30,79	37,13	24,41	32,10
K4	62,82	47,04	57,50	55,83	49,88	46,33	89,65	54,66	61,42	62,57	56,48	52,31

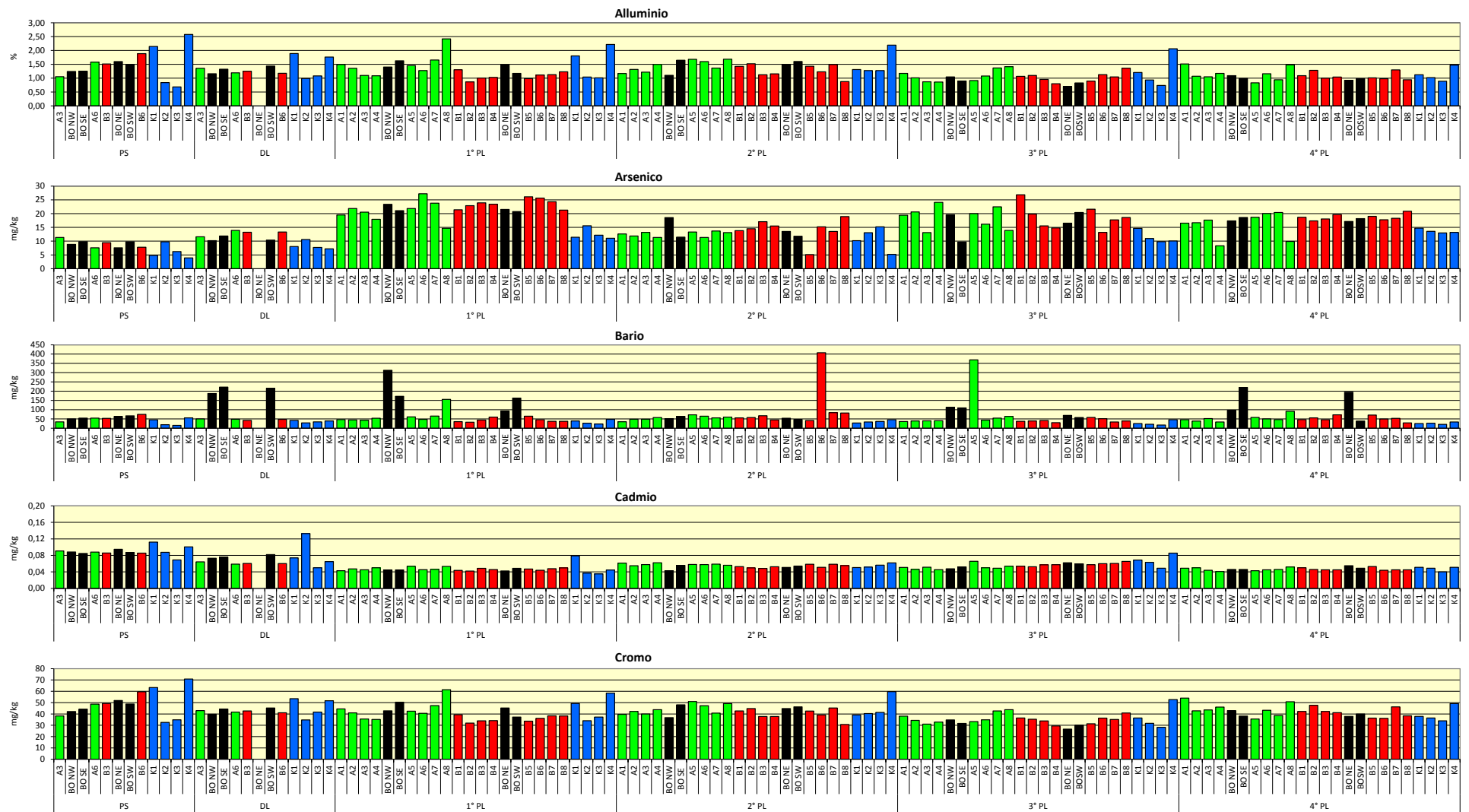


Fig. 3.33 - Concentrazioni (mg/kg; Al e Fe in %) dei metalli pesanti registrate nell'intero periodo. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

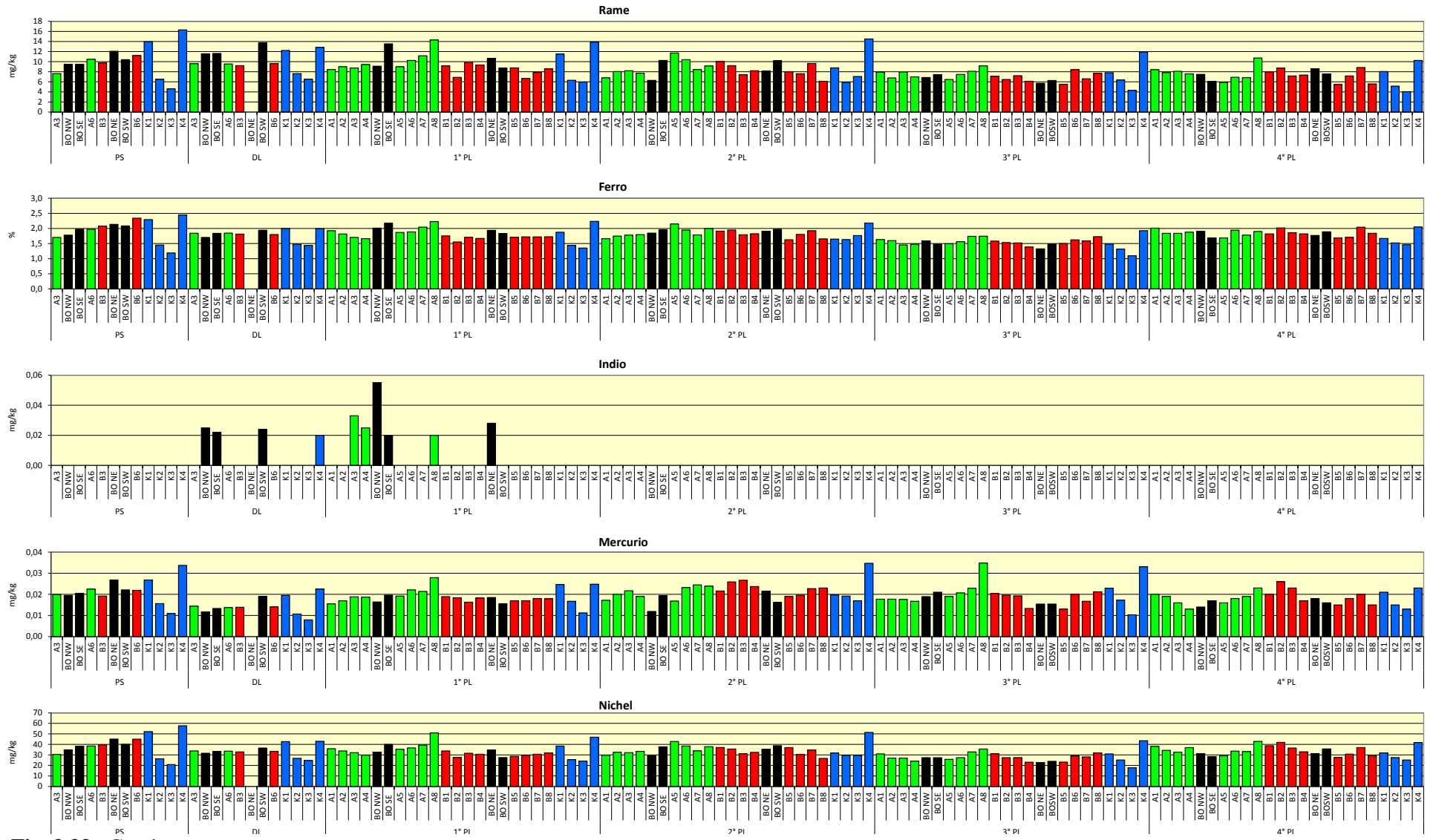


Fig. 3.33 - Continuo.



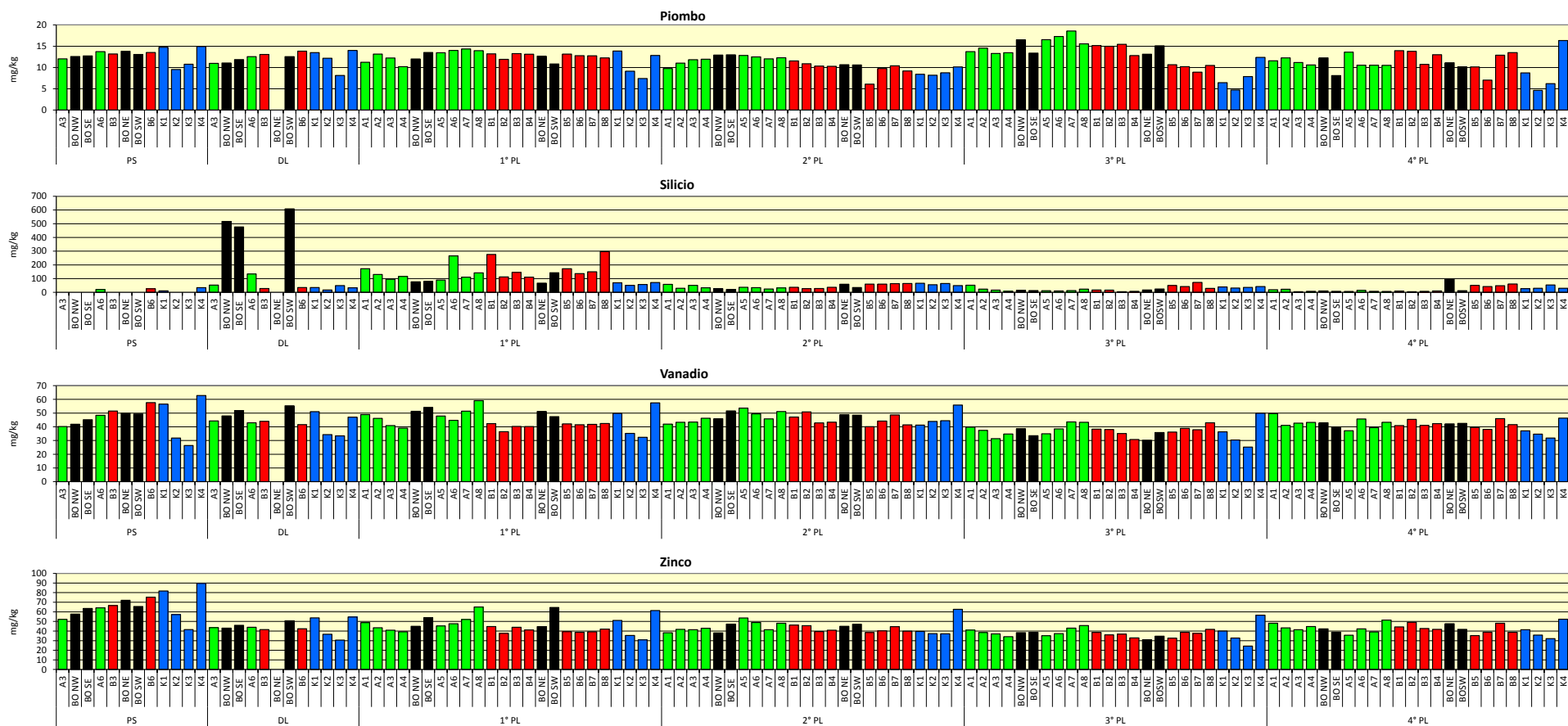


Fig. 3.33 - Continuo.

**Piombo** – Il piombo è risultato presente sempre in concentrazioni molto basse, ampiamente inferiori all'LCRN, e omogenee nei vari gruppi di stazioni. Nel tempo non sono avvenute variazioni degne di nota, neanche durante le operazioni di messa in opera della piattaforma. Solo nell'inverno 2017 i tenori sono apparsi mediamente maggiori lungo i transetti (A:  $13,38 \pm 1,95$ ; B:  $12,33 \pm 2,61$  mg/kg) e nei siti BO ( $14,52 \pm 1,59$  mg/kg) rispetto ai riferimenti ( $7,84 \pm 3,28$  mg/kg) con un picco in A7 ( $18,59$  mg/kg) corrispondente a 2,4 volte la media dei controlli. Nell'ultimo monitoraggio tale anomalia è scomparsa e la concentrazione maggiore ( $16,33$  mg/kg) è stata rilevata nel controllo K4. I tenori medi sono risultati confrontabili (A:  $11,35 \pm 1,11$ ; B:  $11,88 \pm 2,41$ ; BO:  $10,41 \pm 1,76$ ; K:  $8,97 \pm 5,19$  mg/kg) e ovunque inferiori sia a quelli dell'inverno 2017, sia a quelli del pre-survey (eccetto in entrambi i confronti in K4).

**Silicio** – Durante il pre-survey il silicio non era stato quantificato nella maggior parte dei siti, mentre durante i lavori di installazione, rilevato ovunque, aveva mostrato concentrazioni molto eterogenee sia nei siti a 60 m dalla struttura (in A6 era risultato pari a 4 volte la media dei controlli,  $11,95 \pm 2,67$  mg/kg), sia in prossimità della struttura, dove la concentrazione media, pari a  $534 \pm 67,9$  mg/kg corrispondeva a circa 16 volte quella dei riferimenti. Anche nel 1° survey post lavori il contenuto di Si è apparso piuttosto variabile e maggiore lungo transetti e nell'area prossima a Bonaccia NW rispetto ai controlli, con picchi in B8 ( $296,54$  mg/kg, pari a 4,8 volte la media dei riferimenti:  $62,49 \pm 10,12$  mg/kg), B1 ( $276,42$  mg/kg; 4,4 volte la media di K) e A6 ( $266,14$  mg/kg; 4,3 volte la media di K). Nell'estate 2016 la variabilità si era notevolmente ridotta e per la prima volta le concentrazioni erano apparse omogenee (A:  $37,65 \pm 11,35$ ; B:  $47,04 \pm 16,37$ ; BO:  $35,00 \pm 17,09$ ; K:  $58,50 \pm 7,92$  mg/kg). Un'elevata variabilità spaziale si è ripresentata nelle due stagioni del 2017. Nell'ultimo survey, in particolare, le concentrazioni sono oscillate tra  $4,76$  mg/kg (A3) e  $94,43$  mg/kg (BO NE) quest'ultima risultando pari a quasi 3 volte la media dei riferimenti ( $35,19 \pm 12,49$  mg/kg) ma a solo 1,7 volte la concentrazione di K3, il controllo con il maggiore contenuto del metallo ( $53,82$  mg/kg). Questi dati confermano che il silicio è ampiamente variabile e che le discrepanze tra concentrazioni rilevate sono imputabili alle sue caratteristiche intrinseche.

**Vanadio** – Il vanadio è sempre rimasto piuttosto stabile nel tempo, con concentrazioni sempre in linea tra transetti, siti BO e controlli. Tale situazione è stata confermata anche nell'estate 2017 come indicato dai tenori medi (A:  $42,79 \pm 3,82$ ; B:  $41,86 \pm 2,69$ ; BO:  $41,86 \pm 1,40$ ; K:  $37,47 \pm 6,28$  mg/kg). Rispetto all'inverno precedente è avvenuto un lieve incremento quasi ovunque ma le concentrazioni raggiunte sono risultate quasi tutte

inferiori a quelle registrate nel pre-survey.

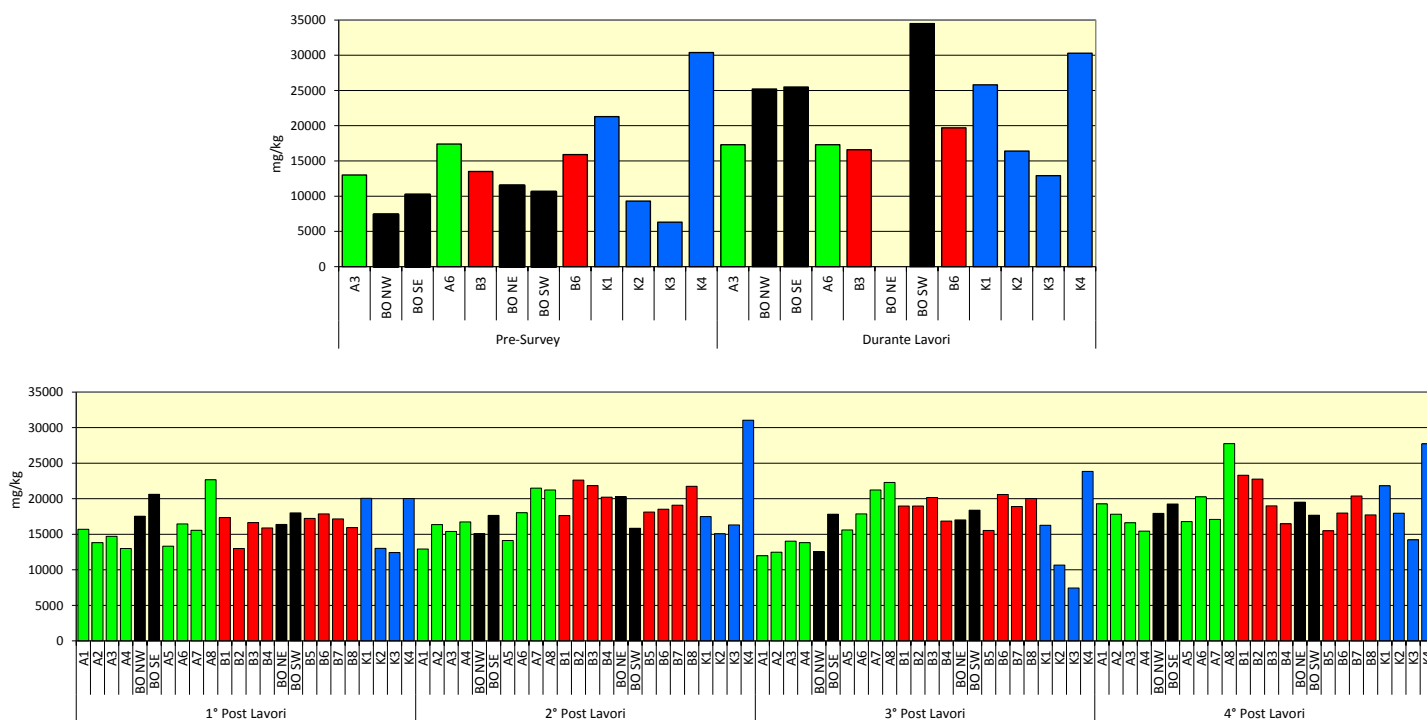
**Zinco** – In tutto il periodo di osservazione lo zinco è apparso presente in concentrazioni ampiamente inferiori all'LCRN. Interessante anche il fatto che i tenori maggiori siano stati rilevati nel pre-survey sia nell'area circostante la piattaforma, sia ai controlli. E' anche stata sempre riscontrata una notevole omogeneità. Infatti, solo nel 1° post lavori erano stati rilevati dei lievi picchi in A8 (65,04 mg/kg) e BO SW (64,53 mg/kg), comunque simili al controllo K4 (61,42 mg/kg). Nell'ultimo monitoraggio le concentrazioni medie (A: 43,23±4,95; B: 42,38±4,75; BO: 42,61±3,65; K: 40,41±8,81 mg/kg) hanno confermato l'omogeneità areale di questo metallo. Rispetto all'inverno 2017 i tenori sono leggermente aumentati o sono rimasti comparabili, mentre rispetto al pre-survey si sono ridotti ovunque.

### 3.3.5. SOSTANZA ORGANICA

Prima dell'installazione di Bonaccia NW i valori di sostanza organica erano apparsi eterogenei, soprattutto ai controlli dove erano state rilevate le concentrazioni minima e massima rispettivamente in K3 (6300 mg/kg) e in K4 (30400 mg/kg; Tab. 3-IX e fig. 3.34).

**Tab. 3-IX** – Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In rosso le stazioni corrispondenti alla piattaforma. Durante i lavori non era stato possibile campionare BO NE.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016	3° Post Lavori Inv 2017	4° Post Lavori Est 2017
A1			15690	12934	11991	19278
A2			13813	16371	12473	17824
A3	13000	17300	14724	15387	14027	16607
A4			13004	16732	13808	15433
BO NW	7400	25200	17530	15101	12544	17942
BO SE	10200	25500	20626	17662	17813	19246
A5			13321	14132	15600	16773
A6	17400	17300	16444	18031	17873	20259
A7			15549	21485	21222	17084
A8			22659	21226	22295	27749
B1			17349	17632	18974	23309
B2			12991	22626	18976	22759
B3	13500	16600	16638	21847	20175	18995
B4			15897	20213	16865	16476
BO NE	11500	-	16382	20295	17026	19522
BO SW	10600	34500	18018	15831	18374	17689
B5			17229	18129	15538	15493
B6	15900	19700	17858	18528	20589	17980
B7			17162	19084	18897	20374
B8			15933	21743	20022	17721
K1	21300	25800	20063	17484	16265	21826
K2	9300	16400	13022	15067	10678	17964
K3	6300	12900	12434	16304	7451	14209
K4	30400	30300	20034	31043	23847	27714



**Fig. 3.34** - Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In nero le stazioni campionate nel sito in cui è installata Bonaccia NW.

Con le operazioni di installazione era avvenuto un incremento, notevolmente più accentuato attorno alla piattaforma, soprattutto in BO NW e BO SW dove i tenori erano oltre 3 volte quelli del pre-survey.

Nel 1° monitoraggio post lavori si era verificata un'inversione di tendenza: complessivamente le concentrazioni erano apparse diffusamente modeste e confrontabili tra transetti, controlli e siti in prossimità di Bonaccia NW (A:  $15651 \pm 3080$  mg/kg; B:  $16382 \pm 1533$  mg/kg; BO:  $18139 \pm 1794$  mg/kg; K:  $16388 \pm 4233$  mg/kg). Nell'estate 2016 erano avvenute alcune variazioni rispetto all'inverno precedente ma tutte lievi. Quella di maggiore entità si rilevava nel controllo K4 dove la concentrazione, a seguito di un incremento, era tornata sui livelli del pre-survey e del durante lavori.

Nel 3° survey post lavori il contenuto di sostanza organica lungo i transetti e nei siti BO è rientrato nel range dei controlli e una situazione simile si è verificata anche nell'ultimo campionamento, caratterizzato da un incremento lungo quasi tutto il transetto A, in alcuni siti di B e in tutti i controlli. Anche nelle stazioni BO la sostanza organica è aumentata eccetto in BO SW. Rispetto al pre-survey è avvenuto un incremento ovunque, pertanto non imputabile alla presenza della piattaforma.

### 3.3.6. TOTAL ORGANIC CARBON (TOC)

Nel pre-survey il TOC era stato rilevato unicamente in K4 (Tab. 3-X, fig. 3.35). Durante i lavori di installazione, invece, era apparso variabile nei vari siti ma nell'area circostante la struttura le concentrazioni erano simili a quelle dei controlli eccetto K3.

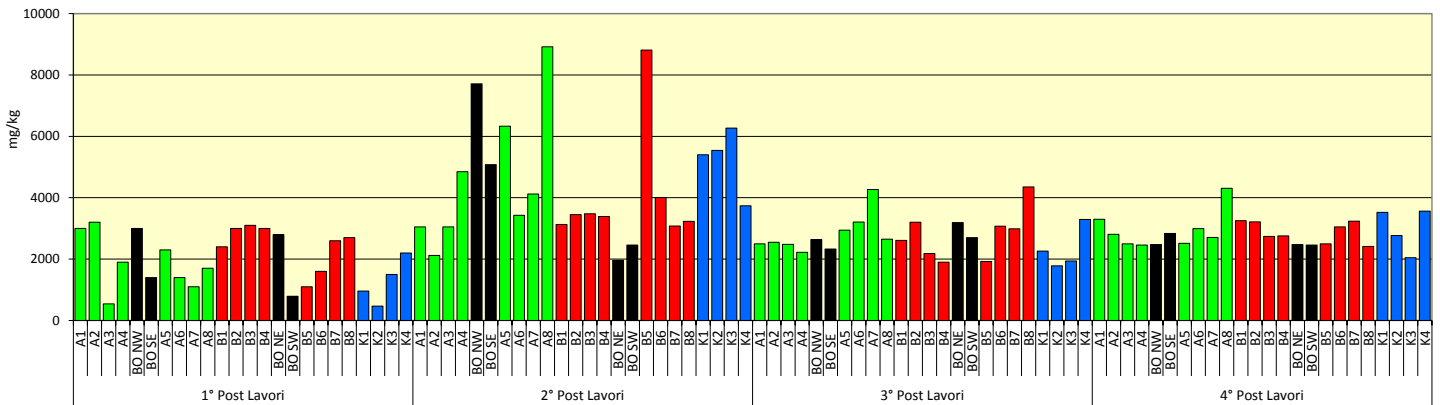
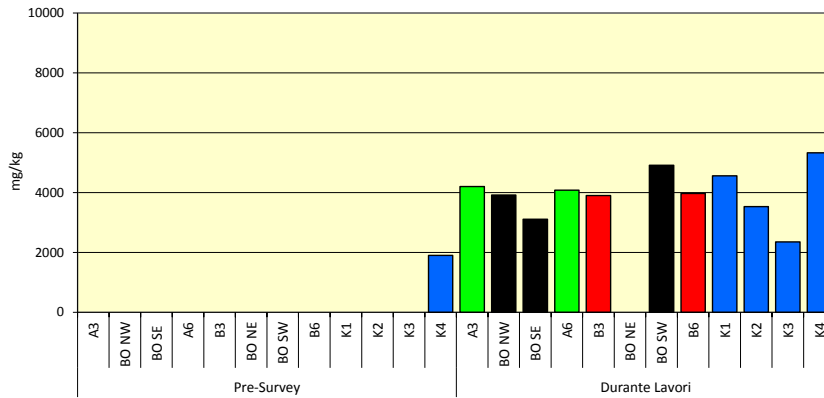
Una notevole variabilità è stata anche riscontrata dopo l'entrata in produzione di Bonaccia NW. Nel 1° post lavori i tenori maggiori lungo A erano stati rilevati nei siti A1 e A2, corrispondenti a oltre 2 volte la media dei controlli ( $12825 \pm 7424$  mg/kg), analogamente a BO NW. Il transetto B risultava omogeneo nella porzione Nord sino a BO NE, presentando concentrazioni più che doppie rispetto alla media dei siti K; dopo il minimo rilevato in BO SW i valori tendevano ad aumentare con la distanza dalla struttura diventando simili a quelli rilevati a NE in B7 e B8.

**Tab. 3-X** – Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nei quattro survey effettuati sinora. In rosso le stazioni in corrispondenza della piattaforma Bonaccia NW. Nel durante lavori il sito BO NE non è stato campionato. lq = limite di quantificazione.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016	3° Post Lavori Inv 2017	4° Post Lavori Est 2017
A1			3000	3050	2500	3300
A2			3200	2120	2550	2810
A3	<lq	4200	540	3050	2480	2495
A4			1900	4850	2220	2455
BO NW	<lq	3920	3000	7710	2640	2475
BO SE	<lq	3110	1400	5080	2330	2835
A5			2300	6330	2940	2515
A6	<lq	4080	1400	3430	3210	2995
A7			1100	4120	4270	2705
A8			1700	8920	2650	4305
B1			2400	3130	2610	3255
B2			3000	3450	3200	3215
B3	<lq	3900	3100	3480	2180	2740
B4			3000	3390	1900	2755
BO NE	<lq	-	2800	1960	3190	2475
BO SW	<lq	4910	790	2460	2700	2460
B5			1100	8810	1920	2500
B6	<lq	3970	1600	4010	3070	3050
B7			2600	3080	2990	3235
B8			2700	3230	4350	2410
K1	<lq	4560	960	5400	2260	3525
K2	<lq	3530	470	5540	1780	2767
K3	<lq	2350	1500	6270	1940	2045
K4	1900	5330	2200	3740	3290	3560

Nell'estate 2016 si era verificato un generale incremento (ad eccezione di A2 e BO NE) ma in media i tenori erano confrontabili (A:  $4484 \pm 2209$ ; B:  $4073 \pm 1936$ ; BO:  $4303 \pm 2652$ ; K:  $5238 \pm 1069$  mg/kg). Solo in A8 e B5 erano state rilevate modeste anomalie positive

rispetto alla media dei controlli, completamente scomparse nel monitoraggio successivo quando è stata riscontrata una maggiore omogeneità confermata anche nell'estate 2017. In quest'ultimo survey, infatti le concentrazioni medie sono risultate tutte comparabili (A:  $2948 \pm 619$ ; B:  $2895 \pm 339$ ; BO:  $2561 \pm 183$ ; K:  $2974 \pm 719$  mg/kg). Rispetto all'inverno si è verificato per lo più un incremento. Infatti, si sono ridotte solo le concentrazioni relative al tratto A6-A8, in B8 e nei siti BO NW, BO NE e BO SW.



**Fig. 3.35** - Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

### 3.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

#### 3.4.1. *DUNALIELLA TERTIOLECTA*

QA-QC - I due test eseguiti nell'estate 2017 come controllo positivo con  $K_2Cr_2O_7$  (EC50=11,91 mg/l come cromo, LC=11,50 mg/l e UC=12,51 mg/l) sono rientrati nei limiti della carta di controllo intralaboratorio; i coefficienti di variazione tra le repliche nei campioni non diluiti, alla massima concentrazione, sono risultati conformi in quanto inferiori al 15%. La crescita algale nei controlli è sempre stata superiore rispetto al limite minimo consentito (fattore  $\geq 16$ ).

Risultati del saggio - I risultati del saggio relativo all'estate 2017 indicano l'assenza di un effetto tossico ovunque non essendo stata rilevata un'inibizione della crescita algale (Tab. 3-XI).

**Tab. 3-XI** - Parametri di contorno e risultati del saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nel 4° survey post lavori. In rosso il sito della piattaforma.

campione	pH	Salinità (%)	$\Delta G$ (%) 72 h	EC50 % (L.C. 95%)	EC20 % (L.C. 95%)	Tossicità
<b>BO SE</b>	<b>8,00</b>	<b>34</b>	<b>17,24</b>	<b><math>\geq 90</math></b>	<b>&gt;100%</b>	<b>Assente</b>
A3	8,07	34	16,79	$\geq 90$	>100%	Assente
A6	8,09	34	12,29	$\geq 90$	>100%	Assente
B3	8,11	34	9,75	$\geq 90$	>100%	Assente
B6	8,03	34	17,09	$\geq 90$	>100%	Assente
K1	8,07	34	13,34	$\geq 90$	>100%	Assente
K2	8,09	35	15,59	$\geq 90$	>100%	Assente
K3	8,11	34	8,85	$\geq 90$	>100%	Assente
K4	8,12	34	16,94	$\geq 90$	>100%	Assente

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni (Tab. 3-XII).

**Tab. 3-XII** – Risultati del test di tossicità eseguito con *D. tertiolecta* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016	3° Post Lavori Inv 2017	4° Post Lavori Est 2017
<b>BO SE</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>
A3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

### 3.4.2. *VIBRIO FISCHERI* (SISTEMA MICROTOX®)

QA-QC – Nell'estate 2017 il valore della EC50 a 15' = 11,56 mg/l (LC=10,68 e UC=12,52) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio.

Risultati del test – Tutti gli elutriati estratti dai sedimenti campionati nel 4° survey post lavori sono risultati privi di tossicità acuta (Tab. 3-XIII).

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni (Tab. 3-XIV).

**Tab. 3-XIII** - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* relativo al 4° survey post lavori. In rosso la stazione corrispondente a Bonaccia NW.

campione	pH	Salinità (‰)	% Effetto (15')	% Effetto (30')	EC20 (15/30')	EC50 (15/30')	Tossicità
<b>BO SE</b>	<b>8,00</b>	<b>34</b>	<b>-7,78</b>	<b>-7,66</b>	<b>&gt;90</b>	<b>&gt;90</b>	<b>Assente</b>
A3	8,07	34	-5,71	-6,45	>90	>90	Assente
A6	8,09	34	-11,67	-11,39	>90	>90	Assente
B3	8,11	34	-8,38	-9,07	>90	>90	Assente
B6	8,03	34	-6,85	-6,92	>90	>90	Assente
K1	8,07	34	-8,91	-8,98	>90	>90	Assente
K2	8,09	35	-11,26	-11,24	>90	>90	Assente
K3	8,11	34	-8,16	-8,76	>90	>90	Assente
K4	8,12	34	-10,78	-10,47	>90	>90	Assente

**Tab. 3-XIV** – Risultati del test di tossicità eseguito con *V. fischeri* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016	3° Post Lavori Inv 2017	4° Post Lavori Est 2017
<b>BO SE</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>
A3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

### 3.4.3. *COROPHIUM ORIENTALE*

Nell'estate 2017 la sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl<sub>2</sub>) LC50 = 3,29 (LC = 3,01 mg/l e UC = 3,59 mg/l) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio. La sopravvivenza degli organismi sul sedimento di controllo dopo 10 gg è risultata conforme, in quanto superiore al 85%. In Tab. 3-XV sono indicati i principali parametri chimici e fisici misurati all'inizio e alla fine del test eseguito nel 4° survey post lavori.

Risultati del test - Nel 4° survey post lavori le percentuali di mortalità degli organismi



osservate dopo 10 gg hanno documentato l'assenza di tossicità acuta in tutti i sedimenti testati (Tab. 3-XVI).

Confronto con i survey precedenti - Nell'intero periodo sono stati evidenziati solo deboli segnali di tossicità. I risultati dell'ultimo monitoraggio confermano quanto evidenziato nel pre-survey (Tab. 3-XVII).

**Tab. 3-XV** – Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento testato osservati all'inizio e alla fine del test relativo al 4° survey post lavori. In rosso il sito sulla piattaforma.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)
Controllo	15 ± 1	36	8,11	0-0,5	> 85	16 ± 1	36	8,18	2	> 85
<b>BO SE</b>		<b>36</b>	<b>8,12</b>	<b>0</b>			<b>35</b>	<b>8,10</b>	<b>0</b>	
A3		35	8,11	0			36	8,13	0	
A6		36	8,12	0			36	8,14	0	
B3		36	8,16	0-0,5			36	8,12	0	
B6		36	8,15	0			36	8,13	0	
K1		35	8,11	0			36	8,10	0	
K2		36	8,19	0			35	8,15	0	
K3		36	8,12	0			35	8,11	0	
K4		37	8,13	0-0,5			36	8,10	0	

**Tab. 3-XVI** - Percentuali di mortalità degli organismi *C. orientale* osservati nel test di tossicità acuta relativo al 4° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente a Bonaccia NW.

Campione	N. organismi esposti	% organismi morti (± dev. st. %)	% (corretta) organismi morti	Tossicità
Controllo	100	2 ± 0,92	0	-
<b>BO SE</b>	<b>100</b>	<b>9 ± 0,80</b>	<b>7</b>	<b>Assente</b>
A3	100	6 ± 0,92	4	Assente
A6	100	13 ± 2,00	11	Assente
B3	100	10 ± 5,16	8	Assente
B6	100	11 ± 8,87	9	Assente
K1	100	7 ± 2,00	5	Assente
K2	100	10 ± 5,16	8	Assente
K3	100	11 ± 10,00	9	Assente
K4	100	14 ± 6,93	12	Assente

**Tab. 3-XVII** – Risultati del test di tossicità eseguito con *C. orientale* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016	3° Post Lavori Inv 2017	4° Post Lavori Est 2017
<b>BO SE</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>
A3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente	Bassa	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Bassa	Bassa	Assente	Assente

### 3.4.4. CRASSOSTREA GIGAS

QA-QC - Il test eseguito nell'estate 2017 con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC<sub>50</sub> di 9,06 µg/l di Cu (LC=8,55 e UC=9,59) che rientra nei limiti della carta di controllo; la % di larve D-shape normalmente sviluppate nel controllo è risultata superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Nell'estate 2017 negli elutriati A3, B3, B6 e K1 sono stati ottenuti valori di EC<sub>20</sub>/EC<sub>50</sub> indicatori di presenza di tossicità cronica bassa (Tab. 3-XVIII).

Altrove non è stata rilevata tossicità.

**Tab. 3-XVIII** - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nel 4° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente alla piattaforma Bonaccia NW.

campione	Concentrazione	% media di larve normali ± dev.st	% media di larve malformate	Correzione Abbott larve malformate	EC <sub>20</sub> (%)	EC <sub>50</sub> (%)	Tossicità
Controllo		85 ± 1,15	15	0			
BO SE	100	70 ± 2,00	30	18	≥90	>100	Assente
	50	77 ± 2,08	23	9			
	25	82 ± 2,00	18	4			
A3	100	60 ± 1,53	40	30	80	>100	Bassa
	50	72 ± 1,53	28	16			
	25	82 ± 1,53	18	4			
A6	100	70 ± 1,00	30	18	≥90	>100	Assente
	50	78 ± 1,73	22	9			
	25	83 ± 0,58	17	2			
B3	100	50 ± 1,53	50	41	55,6	>100	Bassa
	50	64 ± 2,00	36	25			
	25	80 ± 1,53	20	6			
B6	100	47 ± 2,31	53	45	43	>100	Bassa
	50	63 ± 2,52	37	27			
	25	80 ± 1,53	20	7			
K1	100	48 ± 1,73	52	44	42,9	>100	Bassa
	50	61 ± 1,53	39	28			
	25	81 ± 1,15	19	5			
K2	100	68 ± 2,00	32	20	≥90	>100	Assente
	50	77 ± 2,08	23	9			
	25	84 ± 1,15	16	2			
K3	100	70 ± 1,53	30	18	≥90	>100	Assente
	50	77 ± 1,53	23	9			
	25	82 ± 1,15	18	4			
K4	100	71 ± 2,00	29	17	≥90	>100	Assente
	50	77 ± 1,00	23	10			
	25	81 ± 0,58	19	5			

Confronto con i survey precedenti - Durante i lavori di posa in opera nell'area circostante la piattaforma era stata rilevata una tossicità media in A6 e una tossicità bassa in A3, ma poiché tale situazione era stata riscontrata anche in due controlli, era difficilmente imputabile alle operazioni in corso (Tab. 3-XIX). Nel 1° monitoraggio post lavori è avvenuto un peggioramento generalizzato che ha coinvolto sia l'area circostante la struttura, sia i riferimenti. Nell'estate 2016 la situazione è apparsa migliorata essendo

inferiore il numero di siti con tossicità bassa o media e il miglioramento è proseguito anche nell'inverno 2017. Nell'ultimo monitoraggio sono ricomparsi dei deboli segnali lungo i transetti e in un controllo. Da evidenziare che nel sito della piattaforma non è mai stata rilevata alcuna tossicità.

**Tab. 3-XIX** – Risultati del test di tossicità eseguito con *C. gigas* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016	3° Post Lavori Inv 2017	4° Post Lavori Est 2017
<b>BO SE</b>	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A3	Assente	Bassa	Media	Assente	Assente	Bassa
A6	Assente	Media	Media	Media	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Bassa	Bassa	Assente	Bassa
B6	Assente	Assente	Bassa	Bassa	Assente	Bassa
K1	Assente	Bassa	Bassa	Assente	Assente	Bassa
K2	Assente	Assente	Bassa	Assente	Bassa	Assente
K3	Assente	Assente	Media	Bassa	Bassa	Assente
K4	Assente	Media	Bassa	Bassa	Assente	Assente

#### 3.4.5. RICERCA DI METALLI PESANTI IN *HEDISTE DIVERSICOLOR*

I parametri (chimici e fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del test effettuato nel 4° survey post lavori, sono riportati in Tab. 3-XX, mentre in Tab. 3-XXI sono indicate le mortalità degli organismi osservate.

Le mortalità riscontrate nei sedimenti K1 e K2 sono apparse superiori rispetto a quella del controllo negativo; tutte le altre sono risultate comparabili.

Risultati del saggio - In Tab. 3-XXI sono riportate le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nel bianco (tempo 0') e quelle rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti testati per 28 gg, mentre la Tab. 3-XXII mostra le differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* dopo l'esposizione ai sedimenti testati e quelle determinate nel bianco (0').

Sono stati bioaccumulati solo tre metalli: lo **zinco** in A3 e al controllo K1, l'**arsenico** nei due siti a 60 m di distanza da Bonaccia NW posizionati lungo il transetto A e nei quattro controlli e il **mercurio** ovunque. Tutti gli altri metalli o non sono stati rilevati, o hanno presentato concentrazioni inferiori o comparabili a quelle del bianco.

**Tab. 3-XX** - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio ed al termine del test di bioaccumulo condotto nel 4° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)
Controllo	15 ± 1	37	8,00	1	> 85	15 ± 1	34	8,43	0,5	> 85
<b>BOSE</b>		<b>37</b>	<b>8,10</b>	<b>0</b>			<b>37</b>	<b>8,11</b>	<b>0</b>	
A3		37	8,15	0,5			37	8,12	0	
A6		37	8,12	0			37	8,11	0	
B3		37	8,13	0			37	8,09	0,5	
B6		37	8,13	0			38	8,10	0	
K1		37	8,12	0			37	8,20	0,5	
K2		37	7,88	0,5			36	8,28	2	
K3		37	8,13	0			36	8,16	0	
K4		37	8,08	0-0,5			36	8,14	0	

**Tab. 3-XXI** - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nel 4° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)
Controllo	15	43 ± 0,00
<b>BO SE</b>	<b>15</b>	<b>52 ± 8,25</b>
A3	15	33 ± 8,25
A6	15	38 ± 8,25
B3	15	48 ± 8,25
B6	15	48 ± 8,25
K1	15	57 ± 0,00
K2	15	71 ± 0,00
K3	15	48 ± 8,25
K4	15	43 ± 0,00

**Tab. 3-XXII** - Concentrazioni (mg/kg; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel 4° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente a Bonaccia NW. Bianco = organismi analizzati al tempo 0, prima dell'esposizione al sedimento da testare. Controllo = organismi sottoposti per 28 gg a un sedimento di controllo. n.r. = non rilevabile.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
Bianco	199,48	2,04	n.r.	0,062	n.r.	21,66	585,47	3,74	n.r.	0,47	461,45	n.r.	100,29	0,057
Controllo	n.r.	3,52	n.r.	0,024	n.r.	12,21	270,46	4,96	n.r.	0,56	186,95	n.r.	75,78	0,083
<b>BO SE</b>	<b>n.r.</b>	<b>2,18</b>	<b>n.r.</b>	<b>0,049</b>	<b>n.r.</b>	<b>15,78</b>	<b>311,82</b>	<b>3,08</b>	<b>n.r.</b>	<b>0,41</b>	<b>114,09</b>	<b>n.r.</b>	<b>79,28</b>	<b>0,077</b>
A3	n.r.	2,51	n.r.	0,061	n.r.	16,60	353,62	4,35	n.r.	0,22	95,07	n.r.	125,54	0,082
A6	n.r.	2,82	n.r.	0,050	n.r.	13,73	354,45	4,28	n.r.	0,24	97,29	n.r.	104,50	0,076
B3	n.r.	2,30	n.r.	0,055	n.r.	13,44	327,74	3,31	n.r.	0,27	108,68	n.r.	96,03	0,073
B6	n.r.	2,15	n.r.	0,058	n.r.	12,61	418,89	3,98	n.r.	0,24	207,14	n.r.	92,50	0,077
K1	n.r.	3,63	n.r.	0,060	n.r.	16,15	378,86	3,29	n.r.	0,35	180,34	n.r.	121,37	0,085
K2	n.r.	2,79	n.r.	0,062	n.r.	15,56	376,56	3,45	n.r.	0,38	124,56	n.r.	112,34	0,081
K3	n.r.	2,86	n.r.	0,053	n.r.	14,04	389,96	2,98	n.r.	0,22	83,12	n.r.	109,68	0,087
K4	n.r.	2,50	n.r.	0,062	n.r.	16,18	391,58	3,47	n.r.	0,32	90,74	n.r.	108,82	0,076

**Tab. 3-XXIII** - Differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti al sedimento di controllo e ai sedimenti da testare e il bianco (0'). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma. In grassetto sono evidenziati i valori che indicano bioaccumulo da parte degli organismi. (bianco = organismi spurgati/non esposti ai sedimenti testati; controllo = organismi esposti al sedimento di controllo). n.c. = non calcolabile.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
Controllo	n.c.	<b>1,48</b>	n.c.	-0,038	n.c.	-9,45	-315,01	<b>1,22</b>	n.c.	0,09	-274,50	n.c.	-24,51	<b>0,026</b>
<b>BO SE</b>	n.c.	<b>0,14</b>	n.c.	<b>-0,013</b>	n.c.	<b>-5,88</b>	<b>-273,65</b>	<b>-0,66</b>	n.c.	<b>-0,06</b>	<b>-347,36</b>	n.c.	<b>-21,01</b>	<b>0,020</b>
A3	n.c.	<b>0,47</b>	n.c.	-0,001	n.c.	-5,06	-231,85	0,61	n.c.	-0,25	-366,38	n.c.	<b>25,25</b>	<b>0,025</b>
A6	n.c.	<b>0,78</b>	n.c.	-0,012	n.c.	-7,93	-231,02	0,54	n.c.	-0,23	-364,16	n.c.	4,21	<b>0,019</b>
B3	n.c.	0,26	n.c.	-0,007	n.c.	-8,22	-257,73	-0,43	n.c.	-0,20	-352,77	n.c.	-4,26	<b>0,016</b>
B6	n.c.	0,11	n.c.	-0,004	n.c.	-9,05	-166,58	0,24	n.c.	-0,23	-254,31	n.c.	-7,79	<b>0,020</b>
K1	n.c.	<b>1,59</b>	n.c.	-0,002	n.c.	-5,51	-206,61	-0,45	n.c.	-0,12	-281,11	n.c.	<b>21,08</b>	<b>0,028</b>
K2	n.c.	<b>0,75</b>	n.c.	0	n.c.	-6,10	-208,91	-0,29	n.c.	-0,09	-336,89	n.c.	12,05	<b>0,024</b>
K3	n.c.	<b>0,82</b>	n.c.	-0,009	n.c.	-7,62	-195,51	-0,76	n.c.	-0,25	-378,33	n.c.	9,39	<b>0,030</b>
K4	n.c.	<b>0,46</b>	n.c.	0	n.c.	-5,48	-193,89	-0,27	n.c.	-0,15	-370,71	n.c.	8,53	<b>0,019</b>

Confronto con i survey precedenti - Nell'ultimo monitoraggio sono stati confermati i risultati precedenti per la maggior parte degli elementi in traccia, con alcuni miglioramenti (Tab. 3-XXIV). Le variazioni positive hanno riguardato il **silicio** e il  **nichel**, per i quali sono scomparsi i segnali di bioaccumulo riscontrati nel 2° e 3° survey post lavori per quanto riguarda Si e sin dal pre-survey per quanto riguarda Ni. L'**arsenico** nell'ultimo monitoraggio ha mostrato nuovamente segnali di bioaccumulo analogamente al 1° survey post lavori, sia nell'area circostante la piattaforma che ai controlli.

Per il **mercurio** è stato confermato un bioaccumulo esteso a tutte le stazioni campionate, controlli inclusi, già osservato nell'inverno 2017. Si evidenzia che questo metallo ha presentato bioaccumulo anche nel pre-survey praticamente ovunque.

**Tab. 3-XXIV - Confronto tra le differenze delle concentrazioni dei metalli pesanti con il bianco rilevate nel pre-survey (PS), nel durante lavori (DL) e nei primi quattro monitoraggi post lavori (PL). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma. In grassetto sono evidenziati i valori che indicano bioaccumulo da parte degli organismi. (controllo = organismi esposti al sedimento di controllo). n.c. = non calcolabile.**

	Al						As						Ba						Cd					
	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,1	<b>0,23</b>	<b>0,70</b>	-0,50	-0,20	<b>1,48</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,040	-0,030	0,030	0,004	-0,015	-0,038
<b>BO SE</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	<b>0,04</b>	<b>0,09</b>	<b>0,30</b>	<b>-0,98</b>	<b>-0,28</b>	<b>0,14</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	<b>8,66</b>	n.c.	<b>-0,060</b>	<b>-0,030</b>	<b>-0,040</b>	<b>-0,010</b>	<b>-0,025</b>	<b>-0,013</b>
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,00	0,03	0,04	-0,21	-0,34	<b>0,47</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,060	-0,010	<b>0,040</b>	<b>0,046</b>	-0,014	-0,001
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,14	0,04	<b>0,45</b>	-0,87	-0,35	<b>0,78</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,060	-0,020	-0,010	0,023	-0,014	-0,012
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,02	0,09	<b>0,29</b>	-0,72	-0,55	0,26	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,070	-0,040	0,000	-0,001	0,008	-0,007
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	0,03	<b>0,45</b>	-1,05	-0,19	0,11	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,010	-0,020	-0,010	0,005	-0,006	-0,004
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,10	-0,01	<b>0,34</b>	-0,58	-0,12	<b>1,59</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,040	-0,030	-0,010	0,003	-0,028	-0,002
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,04	-0,14	<b>0,30</b>	-0,59	-0,30	<b>0,75</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,080	-0,030	0,000	-0,004	-0,003	0
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,09	0,14	0,10	-0,94	-0,22	<b>0,82</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	<b>9,53</b>	n.c.	-0,050	-0,010	-0,010	0,013	-0,038	-0,009
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,16	-0,01	<b>0,17</b>	-1,15	0,22	<b>0,46</b>	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	n.c.	n.c.	-0,050	0,000	-0,020	0,004	-0,031	0

	Cr						Cu						Fe						Ni					
	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,98	-6,25	-1,67	0,41	-1,42	-9,45	-407,40	-121,44	-155,35	-17,44	-79,63	-315,01	-1,21	<b>0,67</b>	-0,04	<b>1,53</b>	<b>3,39</b>	<b>1,22</b>
<b>BO SE</b>	n.c.	<b>2,09</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	<b>-7,21</b>	<b>-6,39</b>	<b>-7,57</b>	<b>5,86</b>	<b>-1,61</b>	<b>-5,88</b>	<b>-504,93</b>	<b>-80,96</b>	<b>-332,51</b>	<b>-17,27</b>	<b>201,76</b>	<b>-273,65</b>	<b>0,93</b>	<b>2,22</b>	<b>1,29</b>	<b>1,11</b>	<b>7,52</b>	<b>-0,66</b>
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,55	-5,38	-2,47	-2,58	-1,17	-5,06	-560,73	-100,98	-205,81	-60,93	-109,02	-231,85	<b>1,59</b>	<b>2,04</b>	<b>0,77</b>	<b>2,56</b>	<b>2,89</b>	0,61
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-7,34	-4,79	-5,47	-2,79	<b>8,22</b>	-7,93	-526,20	-120,28	-260,65	-23,87	-59,58	-231,02	<b>1,16</b>	<b>1,76</b>	<b>0,77</b>	<b>1,77</b>	<b>6,19</b>	0,54
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-7,58	-10,42	-4,03	-2,29	-3,16	-8,22	-604,61	-160,04	-247,08	-38,62	-153,72	-257,73	<b>1,16</b>	<b>1,86</b>	<b>1,54</b>	<b>2,17</b>	<b>2,60</b>	-0,43
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,38	-5,75	-5,75	-5,21	<b>3,07</b>	-9,05	-500,03	-113,16	-221,73	-36,02	-133,11	-166,58	0,40	<b>3,82</b>	<b>0,54</b>	<b>2,08</b>	<b>2,80</b>	0,24
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-4,44	-8,25	-5,61	-4,03	-0,01	-5,51	-579,70	-126,42	-311,94	-97,67	-9,44	-206,61	<b>1,33</b>	<b>1,49</b>	<b>1,02</b>	<b>1,86</b>	<b>4,90</b>	-0,45
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-9,88	-9,86	-3,25	-5,14	-3,62	-6,10	-585,98	-154,09	-236,17	-63,03	-154,39	-208,91	0,15	<b>3,00</b>	<b>1,33</b>	<b>2,10</b>	<b>2,98</b>	-0,29
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-4,78	-4,75	-2,62	-0,93	-2,61	-7,62	-548,05	-117,77	-219,65	-27,58	-131,16	-195,51	0,29	<b>2,42</b>	<b>0,56</b>	<b>2,10</b>	<b>2,27</b>	-0,76
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-6,22	-8,02	-6,12	-1,53	-3,44	-5,48	-542,73	-137,33	-327,71	-58,06	-137,45	-193,89	<b>1,58</b>	<b>1,94</b>	<b>0,42</b>	<b>1,54</b>	<b>3,28</b>	-0,27

	In						Pb						Si						V					
	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,13	<b>0,13</b>	-0,12	0,09	-436,22	-34,60	-414,45	<b>33,33</b>	-250,71	-274,50	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>BO SE</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	<b>-0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,06</b>	<b>-447,23</b>	<b>1,99</b>	<b>-373,08</b>	<b>59,47</b>	<b>625,66</b>	<b>-347,36</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	<b>0,81</b>	n.c.
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,15	n.c.	-0,17	<b>0,10</b>	-0,44	-0,25	-388,10	-22,07	-353,54	<b>23,20</b>	-194,73	-366,38	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,17	n.c.	-0,07	0,05	-0,49	-0,23	-449,01	0,22	-381,83	<b>25,53</b>	-89,68	-364,16	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,14	0,05	-0,53	-0,20	-437,64	-6,89	-399,53	<b>28,89</b>	-209,00	-352,77	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,18	n.c.	-0,17	0,04	-0,56	-0,23	-364,38	-0,76	-395,72	<b>84,42</b>	-222,46	-254,31	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,31	0,05	-0,51	-0,12	-449,11	<b>31,54</b>	-418,04	<b>35,61</b>	-166,70	-281,11	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,12	n.c.	-0,10	0,04	-0,54	-0,09	-390,59	0,50	-380,22	<b>26,86</b>	-216,66	-336,89	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,18	<b>0,06</b>	-0,57	-0,25	-447,70	-4,70	-381,58	<b>46,35</b>	-197,52	-378,33	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,20	<b>0,07</b>	-0,51	-0,15	-434,56	-6,49	-376,15	<b>67,55</b>	-200,18	-370,71	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

**Tab. 3-XXIV - Continuo.**

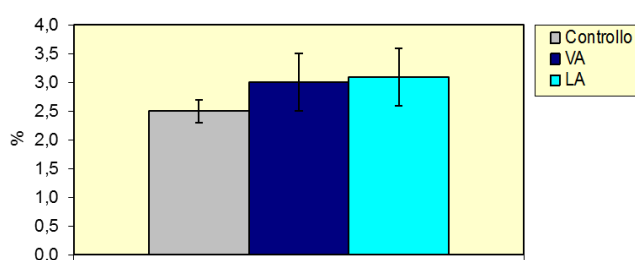
	Zn						Hg					
	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL
Controllo	10,97	-8,15	35,31	-24,22	5,25	-24,51	<b>0,088</b>	<b>0,039</b>	<b>0,017</b>	-0,057	<b>0,059</b>	<b>0,026</b>
<b>BO SE</b>	<b>-17,80</b>	<b>-0,15</b>	<b>-0,33</b>	<b>3,55</b>	<b>3,74</b>	<b>-21,01</b>	<b>0,049</b>	<b>0,020</b>	<b>-0,024</b>	<b>-0,018</b>	<b>0,024</b>	<b>0,020</b>
A3	-31,55	13,25	<b>33,07</b>	-25,18	-8,39	<b>25,25</b>	<b>0,054</b>	<b>0,042</b>	0,000	0,001	<b>0,022</b>	<b>0,025</b>
A6	-26,01	-1,05	7,59	-28,73	4,37	4,21	<b>0,062</b>	<b>0,026</b>	-0,007	-0,019	<b>0,031</b>	<b>0,019</b>
B3	-29,65	-28,89	-2,24	-9,74	1,28	-4,26	<b>0,046</b>	<b>0,053</b>	-0,035	-0,010	<b>0,037</b>	<b>0,016</b>
B6	-15,65	-16,52	12,61	-27,77	9,99	-7,79	<b>0,053</b>	<b>0,031</b>	-0,025	0,003	<b>0,042</b>	<b>0,020</b>
K1	-29,85	-12,43	-0,05	-24,99	<b>28,09</b>	<b>21,08</b>	<b>0,042</b>	<b>0,039</b>	-0,006	-0,017	<b>0,049</b>	<b>0,028</b>
K2	-48,86	-34,82	11,60	-24,49	-5,73	12,05	0,008	0,013	-0,016	0,022	<b>0,046</b>	<b>0,024</b>
K3	-24,90	7,42	12,27	-15,66	-4,21	9,39	0,022	<b>0,034</b>	-0,033	0,015	<b>0,029</b>	<b>0,030</b>
K4	-5,82	-15,49	6,30	-19,38	-0,29	8,53	<b>0,048</b>	<b>0,030</b>	-0,017	-0,003	<b>0,024</b>	<b>0,019</b>

### 3.5. ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA

#### 3.5.1. INQUINANTI ORGANICI E INORGANICI

##### 3.5.1.1 Materia organica estratta (MOE)

Il contenuto di MOE rilevato nell'estate 2017 è risultato significativamente comparabile nei tre siti (fig. 3.36; Tab. 3-XXV). I valori osservati in questo periodo di monitoraggio risultano confrontabili con quanto evidenziato in analoghe indagini condotte presso altre piattaforme offshore installate nell'Adriatico centro-settentrionale (Fabi *et al.*, 2005a; 2005b; 2010a; 2010b; 2015a).



**Fig. 3.36** - MOE rilevata negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

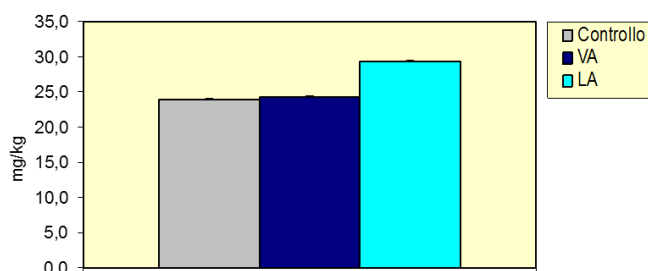
**Tab. 3-XXV** - Distribuzione MOE (%) e degli IA (mg/kg; ± dev.st.) rilevati nei tessuti di mitili prelevati dalla piattaforma Bonaccia NW e dal sito di controllo nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

	Controllo	VA	LA
MOE%	2,5±0,2	3,0±0,5	3,1±0,5
Test U		*	*
C15	0,24±0,01	0,081±0,01	0,058±0,01
C16	0,63±0,03	0,36±0,01	0,23± 0,01
C17	0,42±0,02	0,24±0,01	0,14± 0,01
C18	0,36±0,02	0,24±0,01	0,14±0,01
C19	2,86±0,01	1,44±0,01	2,02±0,01
C20	0,96±0,04	0,48±0,02	0,43±0,02
C21	0,27±0,01	0,16±0,01	0,09±0,01
C22	1,17±0,05	0,66±0,03	0,43±0,03
C23	0,63±0,02	0,41±0,01	0,23±0,01
C24	5,07±0,10	6,55±0,10	9,11±0,10
C25	0,96±0,04	1,01±0,03	0,33±0,02
C26	2,60±0,10	1,17±0,04	0,92±0,04
C27	0,27±0,01	0,32±0,01	0,09±0,01
C28	0,70±0,02	1,55±0,02	2,15±0,01
C29	5,90±0,08	8,86±0,04	12,14±0,04
C30	0,42±0,01	0,36±0,01	0,26±0,01
C31	0,39±0,01	0,24±0,01	0,17±0,01
Pristano	0,31±0,02	0,18±0,01	0,16±0,01
Fitano	0,17±0,03	0,09±0,02	0,09±0,02
ΣIA	<b>23,90±0,10</b>	<b>24,30±0,10</b>	<b>29,30±0,12</b>
Test U		*	*



### 3.5.1.2 Idrocarburi Alifatici (IA)

I livelli di IA nel segmento C<sub>15</sub>-C<sub>31</sub> analizzati nell'estate 2017 sono risultati compresi tra 23,9±0,1 mg/kg p.s. (controllo) e 29,3± 0,1 mg/kg p.s. (LA; Tab. 3-XXV e fig. 3.37). In entrambi i siti della piattaforma è stato osservato un accumulo significativo di IA rispetto al controllo.



**Fig. 3.37** - Concentrazioni di IA rilevate negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

L'analisi dell'abbondanza e della distribuzione dei livelli dei diversi omologhi investigati ha evidenziato valori del rapporto LMW/HMW inferiori all'unità, indicando il predominio di sostanze di origine naturale nella miscela di IA investigati (Tab. 3-XXVI). Ad analoga conclusione si giunge anche analizzando i risultati dell'indice CPI. I livelli di C18/fitano e C17/pristano suggeriscono l'assenza di criticità ambientali poiché livelli superiori a 3 tendono ad indicare la presenza di stress ambientale, mentre valori inferiori suggeriscono un maggiore apporto di IA di origine naturale. Infine, l'Idrocarburo Alifatico maggiormente accumulato (MH) è risultato ovunque il C<sub>29</sub>.

**Tab. 3-XXVI** - Indici di distribuzione degli idrocarburi alifatici rilevati nei tessuti molli di mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

Indice	Controllo	VA	LA
LMW/HMW	0,32	0,14	0,12
CPI (C <sub>-15/30</sub> )	1,74	1,12	1,12
C17/pristano	1,34	2,60	0,88
C18/fitano	2,08	1,30	0,882
MH	C <sub>29</sub>	C <sub>29</sub>	C <sub>29</sub>

### 3.5.1.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Dei 16 IPA ricercati nessuno dei composti ha presentato livelli superiori al limite di rilevabilità strumentale (Tab. 3-XXVII).

**Tab. 3-XXVII** - Distribuzione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici rilevati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'estate 2017. Valori espressi in ng/g p.s. LOD = limite di rilevabilità.

	Controllo	VA	LA
Naftalene	< LOD	< LOD	< LOD
Acenaftene	< LOD	< LOD	< LOD
Acenaftilene	< LOD	< LOD	< LOD
Fluorene	< LOD	< LOD	< LOD
Fenantrene	< LOD	< LOD	< LOD
Antracene	< LOD	< LOD	< LOD
Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
Pirene	< LOD	< LOD	< LOD
B[a]Antracene	< LOD	< LOD	< LOD
Crisene	< LOD	< LOD	< LOD
B[b]Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
B[k]Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
B[a]Pirene	< LOD	< LOD	< LOD
DiB[a,h]A	< LOD	< LOD	< LOD
BghiPerilene	< LOD	< LOD	< LOD
Indeno [c,d] pirene	< LOD	< LOD	< LOD
$\Sigma_{ipa}$			
Test U			

#### 3.5.1.4 Metalli pesanti

Nell'estate 2017 **arsenico**, **cadmio**, **alluminio**, **zinco**,  **nichel**, **vanadio** e **bario** hanno evidenziato un accumulo significativo presso entrambi i siti della piattaforma rispetto al controllo (Tabb. 3-XXVIII e 3-XXIX; fig. 3.38). Al, V e Zn sono risultati significativamente differenti anche tra VA e LA, con concentrazioni maggiori in VA per i primi due metalli e in LA per il terzo.

Le concentrazioni di **cromo**, **rame**, **piombo** e **silicio** sono risultate omogenee, mentre quella del **ferro** rilevata nei mitili di controllo è risultata significativamente maggiore rispetto agli esemplari prelevati dai due siti di Bonaccia NW e, tra questi, è stata rilevata un'altra differenza statistica con la concentrazione maggiore in LA.

Infine, **mercurio** e **indio** sono risultati inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale.

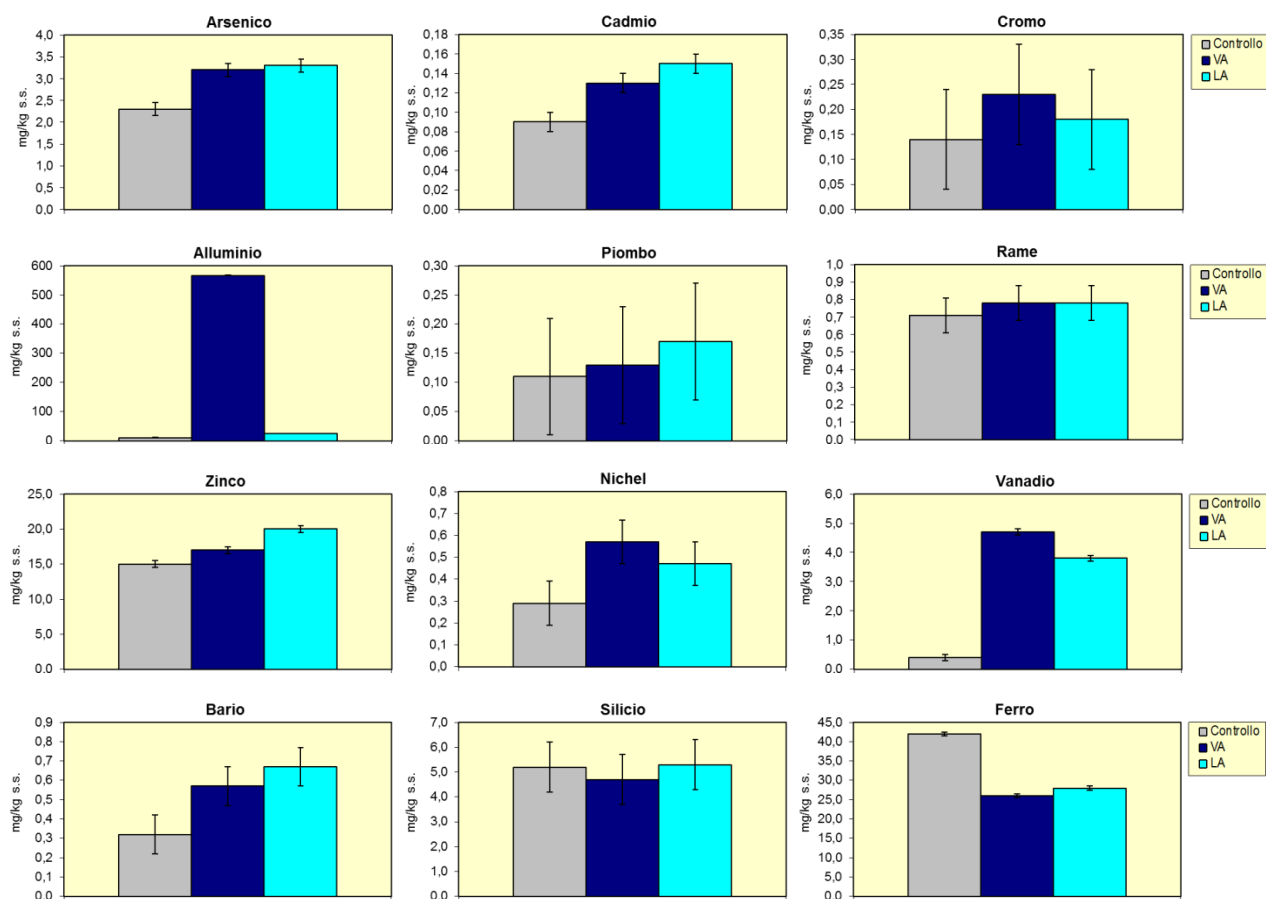
Escludendo gli elevati livelli di alluminio riscontrati presso il VA, quanto osservato è in linea con le concentrazioni di metalli pesanti riportati in un precedente studio pluriennale condotto da Fattorini *et al.* (2008) e volto a valutare la biodisponibilità di metalli pesanti in mitili prelevati presso diverse piattaforme ubicate nell'Adriatico centro-settentrionale (Fabi *et al.*, 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b). È stata inoltre riscontrata una certa similitudine con quanto rilevato da Gorbi *et al.* (2008) presso la piattaforma "Giovanna" situata al largo di Pineto (Abruzzo).

**Tab. 3-XXVIII** - Distribuzione dei metalli in traccia rilevati nei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) campionati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Valori espressi in mg/kg p.s. ( $\pm$  dev. st.). LOD = limite di quantificazione strumentale.

	Controllo	VA	LA
As	2,3 $\pm$ 0,15	3,2 $\pm$ 0,15	3,3 $\pm$ 0,15
Cd	0,09 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,01
Cr	0,14 $\pm$ 0,10	0,23 $\pm$ 0,10	0,18 $\pm$ 0,10
Al	10,9 $\pm$ 0,5	567,0 $\pm$ 0,5	25,0 $\pm$ 0,5
Hg	LOD	< LOD	< LOD
Pb	0,11 $\pm$ 0,10	0,13 $\pm$ 0,10	0,17 $\pm$ 0,10
Cu	0,71 $\pm$ 0,10	0,78 $\pm$ 0,10	0,78 $\pm$ 0,10
Zn	15,0 $\pm$ 0,5	17,0 $\pm$ 0,5	20,0 $\pm$ 0,5
Ni	0,29 $\pm$ 0,10	0,57 $\pm$ 0,10	0,47 $\pm$ 0,10
V	0,40 $\pm$ 0,1	4,7 $\pm$ 0,1	3,80 $\pm$ 0,1
Ba	0,32 $\pm$ 0,10	0,57 $\pm$ 0,10	0,67 $\pm$ 0,10
Si	5,2 $\pm$ 1,0	4,7 $\pm$ 1,0	5,3 $\pm$ 1,0
Fe	42,0 $\pm$ 0,5	26,0 $\pm$ 0,5	28,0 $\pm$ 0,5
In	<LOD	< LOD	< LOD

**Tab. 3-XXIX** - Risultati dei confronti statistici relativi alla distribuzione dei metalli pesanti nei siti della piattaforma Bonaccia NW rispetto al controllo (test U - Mann-Whitney). \* = p<0,05; ns = non significativo, nc= non calcolabile.

	Controllo vs VA	Controllo vs LA	VA vs LA
As	*	*	ns
Cd	*	*	ns
Cr	ns	ns	ns
Al	*	*	*
Hg	nd	nd	nd
Pb	ns	ns	ns*
Cu	ns	ns	ns
Zn	*	*	*
Ni	*	*	ns
V	*	*	*
Ba	*	*	ns
Si	ns	ns	ns
Fe	*	*	*
In	nc	nc	nc



**Fig. 3.38** - Concentrazioni (mg/kg s.s.  $\pm$  dev.st.) dei metalli in traccia rilevati nei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) campionati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Non sono riportati mercurio e indio in quanto inferiori al limite di rilevabilità strumentale ovunque.

### 3.5.2. BIOMARKER

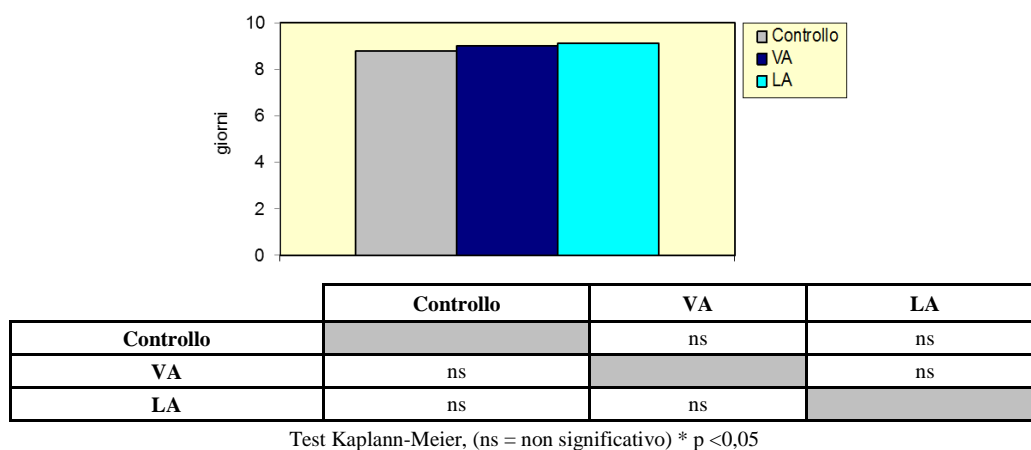
In Tab. 3-XXX sono riportati i risultati relativi ai mitili analizzati nell'estate 2017.

**Tab. 3-XXX** - Valori medi dei biomarker ( $\pm$  dev. st.) determinati nei mitili campionati nell'estate 2017 nei siti di controllo, vicino (VA) e lontano (LA) dall'anodo di sacrificio di Bonaccia NW.

Biomarker	Unità di misura	Controllo	VA	LA
Stress on Stress	LT50 (giorni)	8,8	9,0	9,1
Micronuclei	frequenza %	0,7 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,2
Lipofuscine	densità ottica / pixels <sup>2</sup>	6453 $\pm$ 542	7497 $\pm$ 639	7183 $\pm$ 450
Lipidi neutri	densità ottica / pixels <sup>2</sup>	12345 $\pm$ 1903	14390 $\pm$ 2012	16360 $\pm$ 3419
Stabilità lisosomiale	min	60,0 $\pm$ 5,5	46,0 $\pm$ 5,0	50,0 $\pm$ 3,0
Catalasi	$\mu$ mol/min/mg di proteine	0,026 $\pm$ 0,006	0,030 $\pm$ 0,006	0,029 $\pm$ 0,005
Malondialdeide	nmol Mda g <sup>-1</sup> tessuto	45,0 $\pm$ 12,0	50,5 $\pm$ 9,5	54,1 $\pm$ 11,0
Metallotioneine	$\mu$ g MT/g	70,8 $\pm$ 20,4	130,0 $\pm$ 5,5	160,4 $\pm$ 12,7
qPCR <sub>MT10</sub>	Induzione	1,0	3,0	3,5
qPCR <sub>MT20</sub>		1,0	5,9	6,8

### 3.5.2.1 Stress on Stress

I mitili prelevati dai due siti della piattaforma Bonaccia NW hanno presentato una sopravvivenza all'aria, misura dello stress on stress, uniforme con quella registrata negli esemplari di controllo (fig. 3.39). I tempi di sopravvivenza osservati sono apparsi simili, e in alcuni casi superiori, a quelli registrati in studi analoghi condotti su altre piattaforme offshore dell'Adriatico centro-settentrionale come PCMS-1 (Fabi *et al.*, 2005b), Calipso (Fabi *et al.*, 2006; Gomiero *et al.*, 2011; 2015), Naide (Fabi *et al.*, 2013), Clara Nord (Fabi *et al.*, 2010a), Clara Est (Fabi *et al.*, 2010b) e Annamaria B (Fabi *et al.*, 2016a).



**Fig. 3.39** - Tempi di sopravvivenza all'aria riscontrati negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

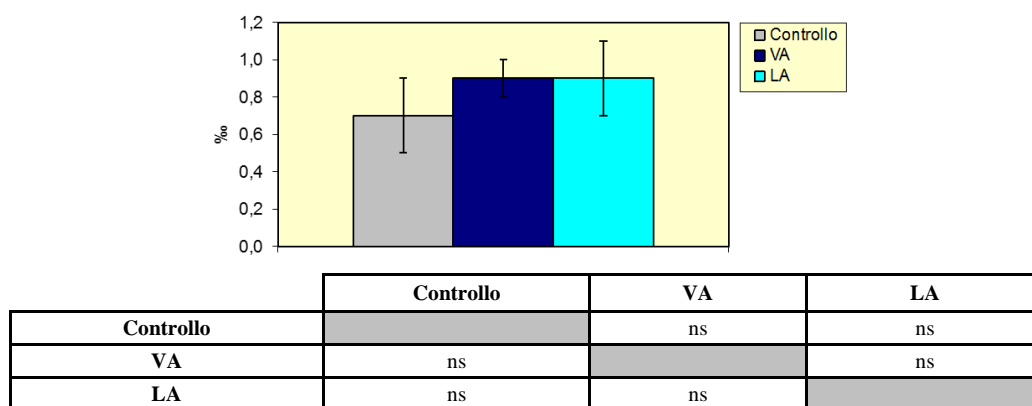
### 3.5.2.2 Micronuclei

La distribuzione delle frequenze di micronuclei è risultata omogenea tra i siti investigati (fig. 3.40), essendo compresa tra  $0,7 \pm 0,2\%$  (controllo) e  $0,9 \pm 0,2\%$  (LA). Ciò indica l'assenza di genotossicità negli organismi esaminati. Le frequenze rilevate sono infatti apparse estremamente contenute rispetto a quanto riportato per aree costiere (Bolognesi *et al.*, 1996; 2004) e confrontabili con quelle rilevate per altre piattaforme offshore dell'Adriatico (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a).

### 3.5.2.3 Valutazione del contenuto di lipofuscine

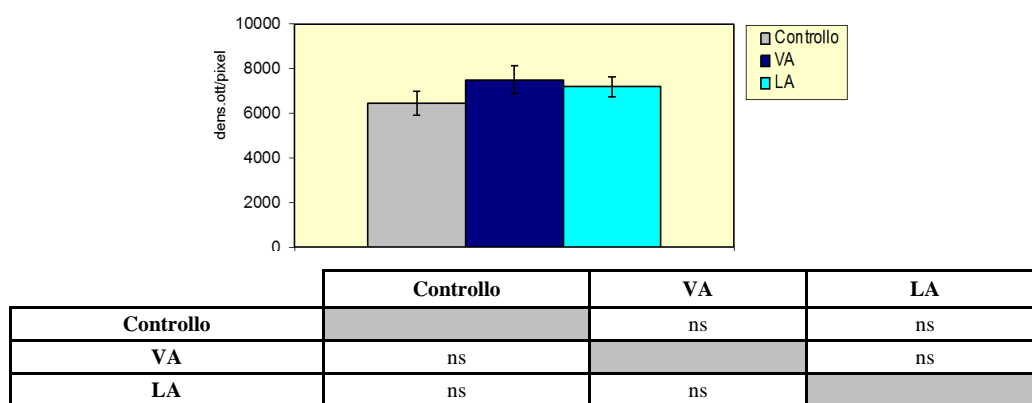
I livelli di lipofuscine sono risultati compresi tra  $6453 \pm 542$  (controllo) e  $7497 \pm 639$  unità di densità ottica/pixel (sito VA; fig. 3.41), indicando una uniformità tra i tre siti e, dunque, l'assenza di stress perossidativo a carico degli organismi prelevati dalla piattaforma. I livelli ottenuti sono apparsi nel complesso inferiori a quelli evidenziati in precedenti esperienze di monitoraggio in aree costiere in Adriatico settentrionale (Petrovic *et al.*,

2004) o su analoghe piattaforme offshore (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2016a; Gomiero *et al.*, 2011; 2015; Gorbi *et al.*, 2008).



Test ANOVA, (ns = non significativo) \* p < 0,05

**Fig. 3.40** - Frequenze medie ( $\pm$ dev.st.) dei micronuclei ottenute per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017 dalle parti sommerse di Bonaccia NW e dal controllo. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.



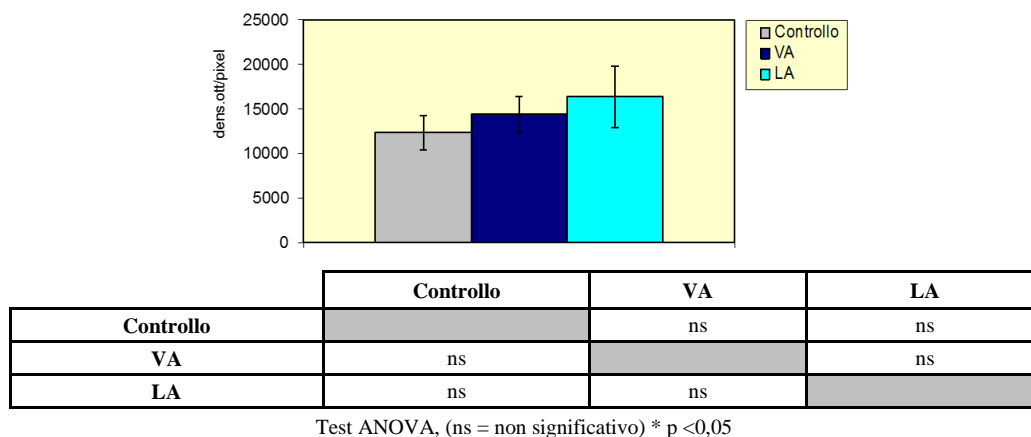
Test ANOVA, (ns = non significativo) \* p < 0,05

**Fig. 3.41** - Valori medi ( $\pm$ dev.st.) di accumulo di lipofuscine ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017 dalle parti sommerse di Bonaccia NW e dal controllo. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

### 3.5.2.4 Valutazione del contenuto di lipidi neutri

E' stata rilevata una distribuzione omogenea dei livelli di lipidi neutri tra i tre campioni di mitili (fig. 3.42). Ciò tende ad escludere un'alterazione biologica associata alla sintesi dei lipidi nell'organismo a causa della potenziale presenza di sostanze xeno-biotiche biodisponibili, quali i composti organici, capaci di alterare il normale metabolismo lipidico di un organismo marino. Il contenuto lipidico totale della ghiandola digestiva è, infatti, costituito per circa l'80% da lipidi neutri insaturi ed è stato osservato che, in organismi esposti a contaminanti organici (PCB, IPA, diossine), avviene un incremento sostanziale dell'accumulo di lipidi neutri associati a lisosomi secondari. Confrontando i risultati

ottenuti con la letteratura più recente le risposte evidenziate sono apparse nella norma e assimilabili a organismi soggetti a una bassa pressione antropica (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2016a; Gorbi *et al.*, 2008; Gomiero *et al.*, 2015).

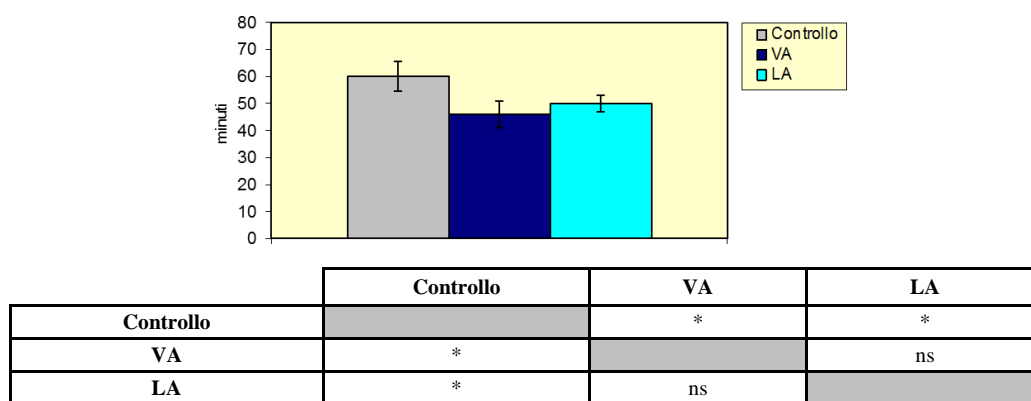


Test ANOVA, (ns = non significativo) \* p <0,05

**Fig. 3.42** - Valori medi ( $\pm$ dev.st.) di accumulo di lipidi neutri ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

### 3.5.2.5 Stabilità delle membrane lisosomiali

I mitili prelevati presso i siti della piattaforma hanno presentato un moderato ma significativo aumento della fragilità lisosomiale rispetto agli esemplari di controllo (fig. 3.43). Nel complesso, i tempi di destabilizzazione osservati sono comunque apparsi confrontabili a quelli osservati per organismi in discreto stato di salute (Donnini *et al.*, 2007). Essi sono inoltre risultati simili, e in alcuni casi superiori, agli analoghi registrati in precedenti indagini ambientali su strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b, 2013; 2015a; 2016a; Gorbi *et al.*, 2008; Gomiero *et al.*, 2011; 2015) e in altre aree dell'alto Adriatico (Petrovic *et al.*, 2004).

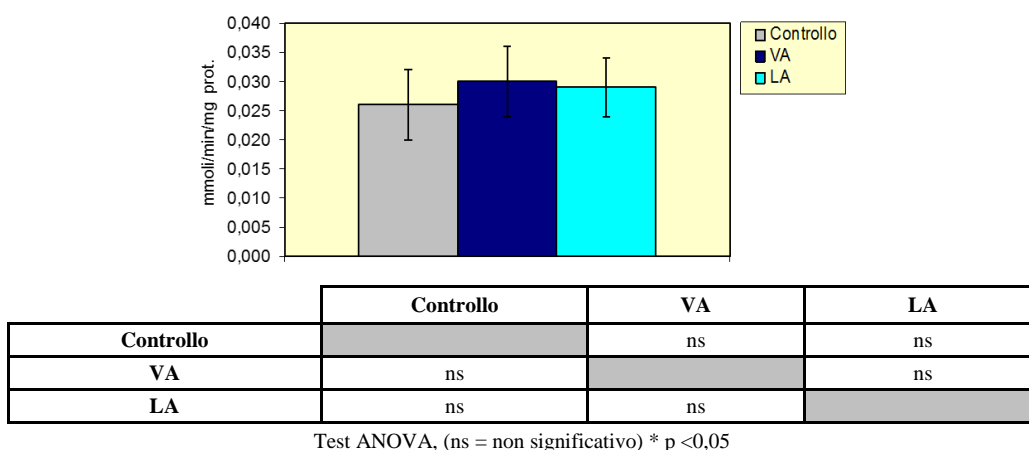


Test ANOVA, (ns = non significativo) \* p <0,05

**Fig. 3.43** - Valori medi ( $\pm$ dev.st.) dei tempi di destabilizzazione ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

### 3.5.2.6 Catalasi

L'attività di catalasi misurata nelle ghiandole digestive dei bivalvi prelevati dai siti della piattaforma non ha presentato variazioni statisticamente significative rispetto agli esemplari di controllo (fig. 3.44). Nel complesso, le risposte osservate si collocano nel range riportato nella più recente letteratura inerente sia analoghi monitoraggi ambientali (Fabi *et al.*, 2005a; 2006; 2010a; 2010b; 2016a), sia la valutazione della qualità di aree marino-costiere (Bocchetti e Regoli, 2006).



**Fig. 3.44** - Valori medi ( $\pm$ dev.st.) dell'attività della catalasi ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

### 3.5.2.7 Malondialdeide

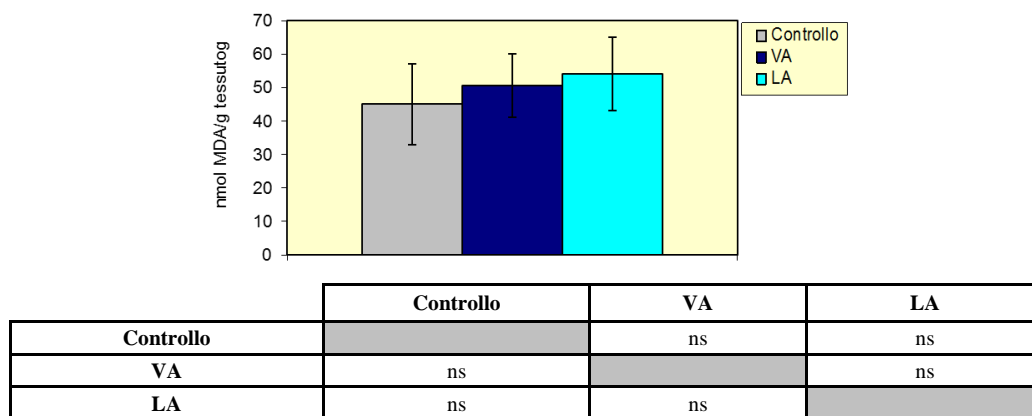
I livelli medi determinati nei mitili prelevati dai due siti della piattaforma Bonaccia NW e in quelli di riferimento sono risultati statisticamente omogenei tra loro (fig. 3.45). Alla luce di questo risultato e di quello relativo alla determinazione dell'attività di catalasi, è possibile escludere al momento la presenza di un effetto biologico associato allo stress ossidativo. Tuttavia, i livelli riscontrati appaiono nel complesso superiori agli analoghi osservati sia in esperimenti di biomonitoraggio attivo con mitili (Viarengo e Canesi, 1991) che presso analoghe piattaforme offshore (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b; 2013).

### 3.5.2.8 Metallotioneine

I livelli medi di metallotioneine sono risultati compresi tra  $70,8 \pm 20,4$   $\mu$ g MT/g di tessuto al controllo e  $160,4 \pm 12,7$   $\mu$ g MT/g di tessuto nel VA. Entrambi i siti della piattaforma hanno evidenziato un accumulo significativo rispetto al riferimento e una differenza statisticamente significativa anche tra loro (fig. 3.46). Tutti i livelli osservati sono confrontabili con quelli osservati in precedenza presso altre piattaforme metanifere (Fabi *et*

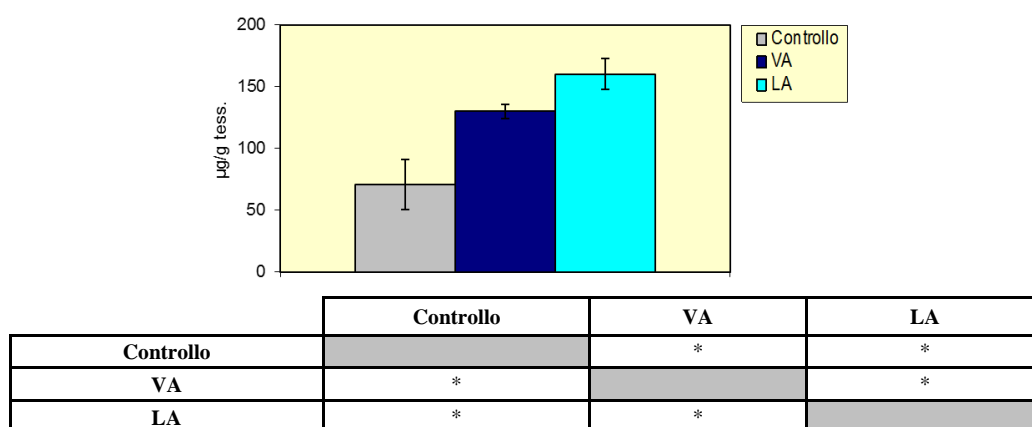


al., 2005a; 2006; 2010b; 2013; Gomiero *et al.*, 2011; 2015).



Test Mann - Whitney, (ns = non significativo) \* p <0,05

**Fig. 3.45** - Valori medi ( $\pm$ dev.st.) di malondialdeide ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.



Test Mann - Whitney, (ns = non significativo) \* p <0,05

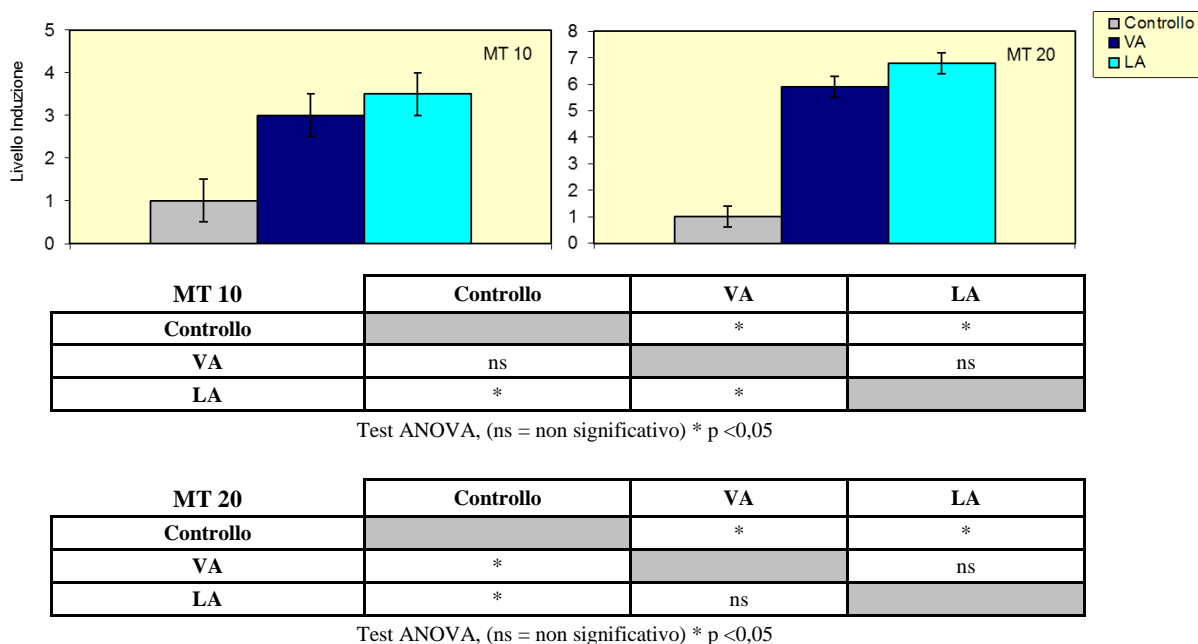
**Fig. 3.46** - Valori medi ( $\pm$ dev.st.) di metallothioneine ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

### 3.5.2.9 Polymerase Chain Reaction (qPCR)

L'analisi qPCR costituisce una tecnica d'indagine consolidata in campo biomedico e implementata con tecniche innovative per lo studio della qualità degli ambienti marini (Dondero *et al.*, 2005). La metodologia prevede l'amplificazione selettiva in vitro di una sequenza di DNA target. In particolare, nel corso del presente studio è stata approfondita la quantificazione di due sequenze geniche, MT10 ed MT20, responsabili della sintesi delle proteine metallo-chelanti metallothioneine (Dondero *et al.*, 2005). I risultati ottenuti tendono a confermare la presenza di induzione sia dell'MT10 che dell'MT20 nei mitili di Bonaccia NW rispetto a quelli di controllo (fig. 3.47). L'espressione del secondo gene risulta correlata all'omeostasi di cationi tipicamente essenziali allo sviluppo e alla corretta

funzionalità cellulare nel mitilo quali Ca, Mg, Zn, Fe e, in piccole quantità, Cu. Diversamente, il primo gene risulta indotto in presenza di cationi non essenziali quali As, Be, Cd, Cs, Hg e Pb.

La risposta biologica significativa trova ulteriore riscontro anche dallo studio dei livelli di elementi in traccia osservati nel corso del medesimo periodo di indagine e riportati nel precedente capitolo 3.5.1.4. I livelli di induzione per l'MT20 osservati nei mitili della piattaforma (+5,9 ÷ +6,8) appaiono superiori rispetto a quelli osservati su mitili prelevati presso analoghe aree marine soggette a sfruttamento di giacimenti di idrocarburi (Fabi *et al.*, 2015a; 2016a; 2018a).



**Fig. 3.47** – qPCR rilevati negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'estate 2017. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

### 3.6. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

#### 3.6.1. DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P)

I valori di Densità registrati lungo il transetto A nell'estate 2017 (4° survey post lavori di installazione) sono oscillati tra  $44,67 \pm 3,18$  (A3) e  $70,00 \pm 29,61$  ind/0,095 m<sup>2</sup> (BO SE), evidenziando dunque una situazione più omogenea rispetto a tutti i precedenti survey (fig. 3.48); ogni sito di campionamento, infatti, è risultato paragonabile ad almeno altre due stazioni del transetto. Rispetto all'inverno 2017 sono avvenuti una riduzione evidente presso BO NW, passato da  $144,33 \pm 30,55$  a  $69,33 \pm 20,85$  ind/0,095 m<sup>2</sup>, e un lieve incremento in corrispondenza di A7.

Lungo B il trend è risultato più variabile presentando un incremento sino a B3, una riduzione in B4, un nuovo aumento nei due siti della piattaforma dove, presso BO NE, è stato raggiunto il massimo ( $85,67 \pm 16,17$  ind/0,095 m<sup>2</sup>) e un decremento in B5. In questo caso, rispetto all'inverno 2017 sono avvenuti un aumento in B3 e una riduzione in B5 e B6. Tutti i siti dei due transetti sono risultati compresi nel range dei controlli, oscillato tra  $22,00 \pm 6,43$  e  $70,33 \pm 15,19$  ind/0,095 m<sup>2</sup> (rispettivamente K4 e K3).

Rispetto al pre-survey è avvenuto un generale incremento che non ha interessato sono A3 e il controllo K3, rimasti simili, e K4 che ha invece subito una lieve riduzione.

Come riscontrato in tutti i campionamenti condotti dopo l'installazione della piattaforma Bonaccia NW, anche nel 4° survey post lavori di installazione i policheti della famiglia Paraonidae hanno costituito il taxon più abbondante in tutta l'area indagata, seguito in numerose stazioni dai policheti *Ophelina cylindricaudata*, *Paradiopatra calliopae* e *Aphelochaeta filiformis* (Tabb. 3-XXXI - 3-XXXVI). È degno di nota l'aumento di abbondanza dei policheti spionidi, in particolar modo nei siti posti in corrispondenza della piattaforma. Una differenza sostanziale rispetto all'inverno 2017 è stata osservata nelle stazioni BO NW e BO SE caratterizzate da un notevole decremento dei molluschi bivalvi *Anomia ephippium* e *Neopycnodonte cochlear*, sostituiti nel secondo sito dallo cnidario *Epizoanthus* sp.

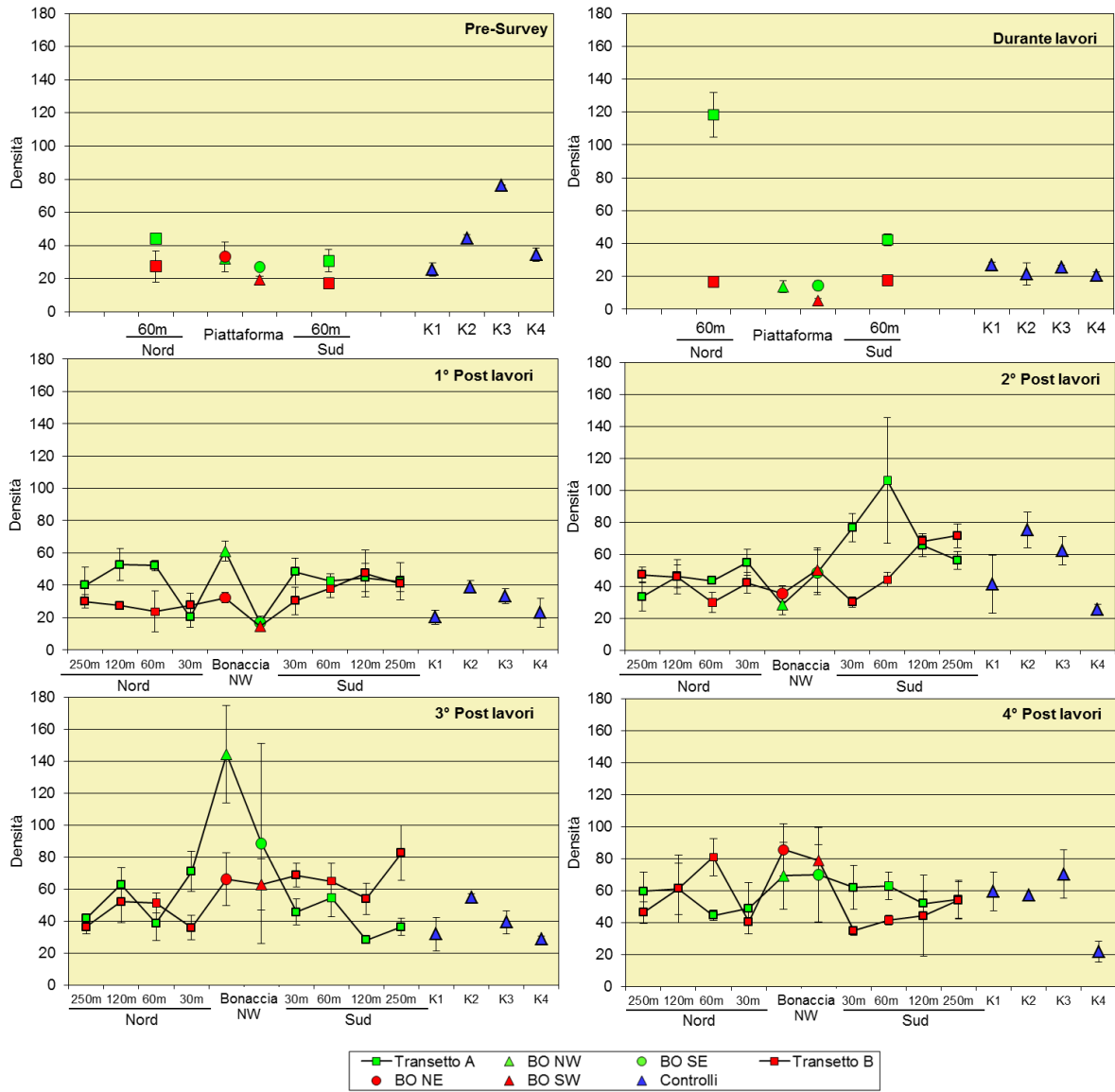


Fig. 3.48 – Densità ( $\pm$  e.s.) registrate presso i siti monitorati nel nell'intero periodo di indagine.

**Tab. 3-XXXI** – Lista e densità (n. ind/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate durante il **pre-survey**. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. C = Bioc. del Coralligeno; DC = Bioc. del Detritico Costiero; DE = Biocenosi del Detritico Infangato; DL= Bioc. del Detritico del Largo; HP = Bioc. delle praterie di Posidonia; Lim = limicolo; Lre = Larga Ripartizione Ecologica; MI = Bioc. dei Fondi Mobili Instabili; Minut = minuticolo; Mixt = misticolo; MO = indicatore della presenza di materia organica; Sab = sabulicolo; SFBC = Bioc. delle Sabbie Fini Ben Calibrate; SGCF = Bioc. delle Ghiaie Fini sotto l’ingresso delle Correnti di Fondo; Sm = substrato mobile; SVMC = Bioc. delle Sabbie Infangate di Moda Calma; VB = Bioc. dei Fanghi Batiali; VTC = Bioc. dei Fanghi Terrigeni Costieri.

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controllo				
		A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4	
<b>Distanza dalla futura piattaforma (m)</b>		<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	
<b>Cnidari</b>														
Antozoi	Actiniaria nd	-							0,33		0,67			
Idrozoi	Hydroidea nd	0,33		0,33								1,00		
<b>Crostacei</b>														
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	1,33									0,67		
	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>	VTC			0,33									
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB	0,67		0,33									
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	0,33	0,33						0,33		1,00		
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO								0,33				
	<i>Liljeborgia psaltrica</i>	DC		0,33										
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC	1,33	1,00										
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt			0,33					0,33		0,33	0,33	
	<i>Perioculodes longimanus</i>	SFBC										0,33		
	<i>Podopriion bolivari</i>	C		0,67										
			0,33											
		<i>Stenothoe tergestina</i>	C	0,33										
	Copepodi									0,33				
	Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC			1,00		0,44						
		<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,33	1,00	1,33	2,33	0,67	1,67
<i>Chlorotocus crassicomis</i>		VB						0,33						
<i>Goneplax rhomboides</i>		VTC	0,67	0,33	0,33	0,33			0,33	0,33	0,33		0,33	
	<i>Processa</i> sp	-										0,67		
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL	0,67		0,33	0,67			0,33			3,33	0,33	
Isopodi	<i>Anthurus gracilis</i>	Lim			0,33									
	<i>Gnathia</i> sp	-	0,33											
	<i>Paragnathia</i> sp	-	0,33											
Misidiacei			0,67											
Tanaidacei	<i>Leptochelia savignyi</i>	C											0,67	
<b>Echinodermi</b>														
Echinoidi	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		0,33										
Oloturoidei	Holothuroidea nd	-							0,33					
<b>Molluschi</b>														
Bivalvi	<i>Abra nitida</i>	VTC				0,33								
	<i>Abra prismatica</i>	DC				0,33								
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd	0,33											
	<i>Kellia suborbicularis</i>	DC										0,33		
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC											0,67	
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim			0,33	0,33	0,67	0,33	0,33				0,67	
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim				0,33								
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim										1,00		
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre									0,67	3,33		
	Gasteropodi	<i>Bela brachystoma</i>	Lre	0,33										
		<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC						0,33					
<i>Hyala vitrea</i>		VTC	0,33	0,33		0,33		0,33	1,33	0,33		2,00	3,67	
<i>Melanella polita</i>		DC			0,33									
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,67		0,33	0,33	0,33	1,67		1,00		1,33	1,00	
<b>Nemertini</b>														
	Nemertea nd	-		0,33									1,67	
<b>Policheti</b>														
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,67	0,67	1,67	0,33		0,67		1,00	3,00	8,33		
	Ampharetidae nd	-	0,33		0,33				0,33		1,67	5,00		
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB									0,33			
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	1,33	0,67	1,33	1,00	0,33	0,44	0,33	3,00	5,00	9,33	0,67	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	2,33		1,00		0,33	1,44	0,33		0,67	0,67	0,67	
	<i>Aponuphis bilineata</i>	SGCF			0,67				0,67					
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim						0,44			0,33	1,00		
	<i>Capitella capitata</i>	MO				0,33								
	Capitellidae nd	-						0,33						
	Chaetopteridae nd	-		0,33		0,33								
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim			0,33					0,33				
	<i>Chirimia biceps</i>	MO						0,33					0,33	
	Cirratulidae nd	-	0,33				0,33		0,33		0,33	1,00	0,33	
	<i>Eupanthalis kinbergi</i>	DE	0,33											
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	1,00	1,00	0,33	0,67		0,33	0,33	0,67	0,67	0,67	1,00	
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	0,33											
	<i>Harmothoe</i> sp	-		0,33	0,33									
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC			1,33	0,33			0,33	0,33	0,33		0,33	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab					0,33				1,00			
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,00	0,67	0,33	1,67	1,00	1,22	0,33	1,00	0,33	0,67	0,67	
	<i>Melinna palmata</i>	Minut						0,33	0,33			0,33	0,33	
	<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>	Sab			0,33	0,33								
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	0,67	1,33		1,00			0,33	0,33	1,00	2,00		
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	1,00	0,67	1,33	0,33	0,33	1,11	0,33	0,33	0,67	0,33	0,33	
	Nereididae nd	-						0,33						
	<i>Ninoe</i> sp	-	0,33			0,33		0,44						

Tab. 3-XXXI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controllo				
		A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4	
<b>Distanza dalla futura piattaforma (m)</b>		<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	
<b>Policheti</b>														
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,00	2,33		1,67	1,67		2,00	0,33	2,00	4,00	1,33	0,67
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	9,00	4,33	3,33	3,33	4,33	3,33	3,00	5,00	4,33	3,00	2,33	4,33
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab				0,33		0,44					0,33	
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	1,67	2,67		1,00	2,00	1,00	2,00	0,33	1,00	3,67	5,33	3,00
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	3,33		1,00	0,67	2,00	0,33	1,00	0,67	1,67	1,00	1,00	0,67
	Paraonidae nd	-	7,67	5,00	5,00	6,33	6,67	13,22	3,00	2,67	4,33	8,00	13,33	7,00
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab				0,33								
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC				0,33								
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim			0,33									
	Pilargidae nd	-	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33				0,33		1,00	0,33
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC											0,33	0,33
	<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt	0,33						0,33			0,33		
	<i>Prionospio sp</i>	-				0,33	0,33			0,33				
	<i>Prionospio steenstrupi</i>	Lre		0,33										
	Sabellidae nd	-	0,33										0,33	
	<i>Scoletoma fragilis</i>	Lim										0,67		
	<i>Scoletoma sp</i>	-		0,67				0,78						
	<i>Scoloplos amiger</i>	Lre	0,33	0,33	0,33		0,33	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33
	Spionidae nd	-			0,33	0,33							0,33	
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC		0,33										
	<i>Sternaspis scutata</i>	VTC			0,33									
	Syllidae juv	-										0,33		0,33
	<i>Syllis sp</i>	-	0,33					0,44						
	Terebellidae nd	-				0,67								
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO										0,33		
<b>Sipunculidi</b>														
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33	0,67							0,67	0,67	1,33	2,33
	<i>Phascolion strombus</i>	Lre											0,33	0,67
	<i>Sipuncula nd</i>	-	1,33	1,00	1,33	2,00	2,33	1,78	0,67	1,00	1,00	1,33	1,33	1,33
<b>Densità totale</b>			<b>44,00</b>	<b>32,00</b>	<b>27,00</b>	<b>30,67</b>	<b>27,33</b>	<b>33,22</b>	<b>19,33</b>	<b>17,00</b>	<b>25,33</b>	<b>44,33</b>	<b>76,33</b>	<b>34,33</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>			<b>37</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>39</b>	<b>29</b>

**Tab. 3-XXXII** – Lista e densità (n. ind/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel survey condotto **durante i lavori** di installazione. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXXI. La stazione BO NE non è stata campionata.

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli					
		A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4		
		60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000		
Briozoi															
	Briozoa nd	-	0,33												
Cnidari															
	Actiniaria nd	-								0,33					
	Idrozoi	-		0,33	0,33	0,33				0,33	0,33				
Crostacei															
	Anfipodi														
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB	0,67								0,33				
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO			0,33								0,33		
	<i>Othoaea schmidtii</i>	VB	0,33		0,33										
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt	0,33		0,33	0,33						0,33			
	Cumacei												0,33		
	Cumacea nd	-											0,33		
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt											0,33		
	Decapodi														
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,33		0,33	1,00	0,67		0,33			0,67			
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	3,00	2,67	1,67	5,00	0,33		0,33	2,00	3,00	1,00	1,00		
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	1,00			0,33			0,67	1,00	0,33				
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab	0,33												
	<i>Processa</i> sp	-		0,33		0,67									
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB				0,33				0,33					
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL	73,67	5,67	1,33	2,67	0,33		0,67	5,33	0,33				
	Isopodi														
	<i>Cirolana borealis</i>	Lre				0,33									
	<i>Eurydice</i> sp	-	4,67	1,67	0,67										
	Stomatopodi														
	<i>Rissooides desmaresti</i>	HP	0,33												
Molluschi															
	Bivalvi														
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre	0,33												
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim								0,33					
	Gasteropodi														
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	0,33		0,33		0,33		0,33	0,33	0,33		0,67		
	<i>Turritella communis</i>	VTC	1,00			1,00	0,67					0,33			
Nemertini															
	Nemertea nd	-	0,67	0,33		0,33						0,33	0,33		
Policheti															
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC				0,67						0,33	0,33		
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	2,00		1,00	0,67	0,33		0,33	1,00	0,67	0,33	0,67		
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67				0,67					0,33	0,33		
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim									1,67				
	Capitellidae nd	-					0,33					0,33			
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,33									0,33			
	Cirratulidae nd	-										0,33			
	<i>Eteone picta</i>	Sab				0,33									
	<i>Glycera alba</i>	Lim				1,00	0,33			0,33					
	<i>Glycera rouxii</i>	MO										1,00	1,00		
	<i>Glycera</i> sp	-	0,33		1,00	1,00	0,33					0,33			
	<i>Harmothoe</i> sp	-			0,33	0,33			0,33	0,67	0,67				
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC								0,67			0,33		
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	1,00							0,33	1,00	0,67	0,33		
	Maldanidae nd	-										0,33	0,33		
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,00	0,67	0,67	0,67	0,67		1,00	0,67	1,00	1,00	1,00		
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33												
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	2,00	0,33		0,33				0,33	0,33				
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	0,67			1,67	0,33			0,33	0,33	1,33	1,00		
	<i>Ninoe</i> sp	-				0,67				0,33			0,33		
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,67	0,33	0,67		0,67			0,67	1,00	1,00	0,33		
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	5,67			3,00	2,00			2,00	4,67	3,00	4,67		
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab				0,67					0,33		0,33		
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	1,33			1,33	1,33		0,33	0,33	2,00	2,00	1,67		
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,00	0,33		1,33	1,00			0,33	0,67	0,67	0,67		
	Paranidae nd	-	9,00	0,33	4,67	9,00	4,33		0,33	2,00	6,33	6,00	6,00		
	Phyllodocidae nd	-									0,33				
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim								0,33					
	Pilargidae nd	-				1,00					0,67				
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab											0,33		
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC											0,33		
	<i>Prionospio</i> sp	-				1,00					0,33		0,33		
	Sabellidae nd	-											0,33		
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim	0,33			0,67							0,33		
	<i>Scoletoma</i> sp	-	1,00												
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	0,33			0,67							0,67		
	Sphaerodoridae nd	-											0,33		
	Spionidae nd	-	1,00							0,67					
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC											0,33		
	Terebellidae nd	-											0,33		
Sipunculidi															
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO					0,33				0,33				
	<i>Onchinosoma steenstrupi</i>	VB	0,33		0,67	1,67	1,00			1,67	1,67	0,33	1,00		
	<i>Sipuncula</i> nd	-	1,00	0,67		2,00	0,67			0,67	0,67	1,33	1,00		
<b>Densità totale</b>			<b>118,33</b>	<b>13,67</b>	<b>14,33</b>	<b>42,33</b>	<b>16,67</b>			<b>5,33</b>	<b>17,67</b>	<b>27,00</b>	<b>21,33</b>	<b>25,67</b>	<b>20,67</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>			<b>35</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>33</b>	<b>20</b>			<b>11</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>24</b>

**Tab. 3-XXXIII** – Lista e densità (n. ind/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 1° survey post lavori. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXXI.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																									
	<i>Aetea truncata</i>	HP				0,33																			
	Briozoa nd	-															0,33		0,33	0,33				0,33	
	<i>Schizoporella errata</i>	Lre														0,33									
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd				0,67	1,00	0,33			0,33		0,67		0,33	0,67	0,67	0,33					0,67		
	<i>Triticella flava</i>										0,33		0,33												
<b>Cnidari</b>																									
	Antozoi																								
	<i>Actiniaria nd</i>	-																						0,33	
	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim																				0,33			
	Idrozoi	-	0,33	0,33		0,33							0,33	0,33			0,33						0,33		
<b>Crosteacei</b>																									
	Anfipodi																								
	<i>Acidostoma nodiferum</i>	Lre			0,33			0,33																	
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE				0,33																			
	<i>Corophium sp</i>	-							0,33	0,67															
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB			0,33					0,67															
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC													0,33										
	<i>Gammaropsis sp</i>	-																							
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC						1,33									0,33								
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB		0,33							0,67							0,33			0,33				
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt						0,33													0,33				
	<i>Phtisica marina</i>	Lre			0,33																				
	<i>Stenothoe sp</i>	-						0,33																	
	Copepodi	-																							
	Copepoda nd	-																							0,33
	Cumacei																								
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt																						0,33	
	Decapodi																								
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,33		0,33						0,67	0,33	0,33								0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim				0,33																		0,33	
	<i>Anapagurus sp</i>	-			0,33	0,67		0,33							0,67					0,33					
	<i>Athanas sp</i>	-																							
	<i>Callianassa subterranea</i>	Lim	2,67	3,33	0,67		3,33	2,33	0,67	1,67	0,67	0,67	0,67	0,67	2,00	1,00	0,33	1,33		1,00	0,67	0,67	2,33	1,00	0,33
	<i>Chlorotocus crassicomis</i>	VB				0,33																			
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33	0,33	0,67			0,33	0,33		0,67	0,67	0,67		0,33	0,33	0,33	0,33		0,33				0,33	
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB																							
	Paguridae nd	-																							
	<i>Processa sp</i>	-			0,67										0,67	0,33									
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB																							
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL			0,33			0,33									0,33	2,00	0,33				0,33		
	Isopodi																								
	Bopyridae nd	-						0,33																	
	<i>Gnathia sp</i>	-		0,33		0,67	0,33		0,33						0,67						0,33	0,33			
<b>Echinodermi</b>																									
	Oloturoidei																								
	Holothuroidea nd	-		0,67	0,67	1,67	0,33		0,33		0,67	0,33	0,33		0,33	0,33	2,33	0,33	0,67	0,33					
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC																							
<b>Molluschi</b>																									
	Bivalvi																								
	<i>Aequipecten opercularis</i>	DC						0,33																	
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre						0,67																	
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL						0,33																	
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd		0,33																					
	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	Sd						0,33							0,67										



Tab. 3-XXXIII – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Molluschi</b>																									
<i>Nucula nitidosa</i>	Lim											0,33													
<i>Nucula sulcata</i>	Lim																						0,33		
<i>Panvicardium minimum</i>	Mixt				0,33																				
<i>Poromya granulata</i>	Mixt					0,33																			
<i>Scapharca demiri</i>	Mixt																	0,33							
<i>Talochlamys multistriata</i>	Mixt															0,33							0,33		
<i>Thyasira biplicata</i>	Lim									0,33													0,33		
<i>Thyasira succisa</i>	Lim										0,33											0,33			
<i>Timoclea ovata</i>	Lre			0,67																					
<b>Gasteropodi</b>																									
<i>Bela brachystoma</i>	Lre															0,33	0,33		0,67					0,67	
<i>Hyala vitrea</i>	VTC									0,67				0,33		0,33		0,33					0,33	0,33	
<i>Odostomia</i> sp	-			0,33											0,33										
<i>Turritella communis</i>	VTC		0,33																		0,33		0,33	1,33	
<b>Nemertini</b>																									
<i>Nemertea</i> nd	-	0,33	0,33	0,33		1,67		0,33	0,33		0,67	0,67						1,00		0,67	0,33		0,67	0,67	
<b>Policheti</b>																									
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33		0,33						0,33													0,33		
<i>Ampharetidae</i> nd	-	0,33	0,33		0,33	0,67	0,33		0,67	0,67				0,33	0,33	0,33		1,00	0,33	1,00	1,33		0,33	1,00	
<i>Amplicteis gunneri</i>	Lim							0,33			0,33														
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB						0,33				0,33						0,33	0,33	0,33			0,67	0,33	0,33	
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	3,67	2,67	2,67	1,67	2,33	1,67	3,33	2,67	1,67	2,67	3,67	2,00	3,33	2,00	2,00	0,67	2,67	1,67	3,67	3,67	0,33	2,33	3,00	
<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO		0,33	0,33	0,33	0,67	0,33	0,33	0,33	0,67	0,67									1,00	2,00		0,33	0,33	
<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,33	0,33	0,67			0,67	0,67					0,33				0,33					1,00	0,33	0,33	
<i>Capitella capitata</i>	MO																				0,33				
<i>Capitellidae</i> nd	-		0,33			0,33			0,67		1,33	0,33			0,67				0,33	0,33		0,33	0,33		
<i>Chaetopteridae</i> nd	-										0,33										0,33				
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,33	0,33		0,33											0,33					0,33		0,33		
<i>Chirimia biceps</i>	MO					0,33																			
<i>Cirratulidae</i> nd	-		0,33			0,67		1,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33		0,33			0,33	0,67	0,33				
<i>Ditrupe arietina</i>	MI					0,67		0,33									0,33								
<i>Dorvillea rudolphii</i>	HP																0,67								
<i>Driloneis filum</i>	Lim	0,33																		0,33			0,33		
<i>Eupanthalis kinbergi</i>	DE																				0,33				
<i>Filograna</i> sp	-						0,33										0,33								
<i>Glycera alba</i>	Lim					0,33																			
<i>Glycera rouxii</i>	MO					1,67	0,33	1,00					0,33	0,67		1,00	0,33	0,67		1,00	1,67	1,00	1,33	1,67	
<i>Glycera</i> sp	-	0,67	2,00	0,67	1,00	2,67	2,00	2,33	2,33	0,33	0,33	0,67	0,67	0,67	0,33	1,00	0,67	2,00	1,00	1,67	1,00		0,67		
<i>Glycera tessellata</i>	Sd	0,33		0,33	1,00	0,33		0,33	0,33	0,33					0,33	0,67	0,67			0,33					
<i>Goniada maculata</i>	VTC																								
<i>Harmothoe</i> sp	-					0,67					0,33					0,33									
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd													0,33									0,33		
<i>Labileanira yhleni</i>	VTC								0,33										0,33	0,33					
<i>Lumbrineriopsis paradoxa</i>	Mixt			0,33																					
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,33	0,33					0,33							0,33	0,33	0,67				1,00			0,67	
<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,33																							
<i>Maldanidae</i> nd	-	0,33		0,33											0,33						0,33			0,33	

Tab. 3-XXXIII – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Polichetti</b>																									
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,33	1,67	1,00		0,67		0,67	1,00	0,67	0,33	1,67	2,00		0,67	1,00	1,00	1,33	0,67	1,00	1,33		1,00	1,33
	<i>Melinna palmata</i>	Minut		0,33			1,00				0,33										0,33		0,67	0,33	
	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	Sab	0,33																						
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	0,33	1,00	1,00	0,33	1,00	0,33	1,33	0,33	1,00				0,33	0,33	2,00				0,33				
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC										0,33													
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	0,67	1,67	0,33	0,33			0,33		0,33	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33	1,33	0,33	0,33	0,67	0,33		
	Nereididae nd	-				0,33													0,33	1,33	0,33			0,67	
	<i>Ninoe</i> sp	-		0,33		0,33			0,33	0,67					0,33	0,33					0,67	0,33			
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,33	2,33	0,67	0,33			1,67	1,33		0,33	0,67	2,67	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00	2,00	0,33	1,67	0,67		
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	3,33	1,00	0,67				1,00	3,00	5,00	1,00	0,67	0,67	0,33	0,33		0,33		2,33	1,67	5,33	0,67	4,00	
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,33				0,33		1,33	0,33	0,33	0,67	0,33	0,33	0,33		0,33				0,33		0,33		
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC			0,67	0,33	2,33	1,00	0,67		0,33				0,33	0,33	0,67	0,33		0,67					
	<i>Panthalis oerstedii</i>	VB									0,33														
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	2,00	3,00	3,67	0,33		0,67	4,00	2,67	3,67	1,00	1,33	3,00	2,33	1,67	1,00	0,67	0,67	5,33	4,00	3,33	1,33	3,33	
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,33	1,67	1,33	0,67	1,00		1,00	1,33	1,33	1,00	0,33		1,00	0,33	0,33	0,67	1,33	1,00	0,33	0,67	1,00	0,67	
	Paraonidae nd	-	12,67	20,67	23,00	5,67	21,67	2,33	17,00	18,33	17,67	18,33	13,00	7,00	6,00	10,33	10,00	3,00	6,00	16,67	13,33	15,00	9,00	11,67	
	<i>Phylodoce</i> sp	-				0,33	0,33																		
	Pilargidae nd	-	0,67	3,33	1,67	0,67	1,00	0,33			0,67	0,33	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,67	1,33	0,67	0,33	1,33	0,67	
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab					0,33												0,33						
	<i>Pista</i> sp	-																					0,33		
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC		0,67	0,33	0,33	0,33					0,33							0,33						
	<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt	0,33																						
	<i>Prionospio</i> sp	-	0,67	0,33		0,33	0,67		1,33	0,33	0,33	1,33	0,33		1,00	0,33	0,67		1,00	0,33				0,33	
	Sabellidae nd	-		0,33	1,67	1,00	0,67		1,33	0,33	0,33			1,00	0,67	1,00			0,33		1,00				
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim			0,33							0,33										0,33			
	<i>Scoletoma</i> sp	-	0,33								0,33								0,33					0,33	
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	0,33	0,33	0,33					0,33	1,33	2,67	0,33						0,67	0,67	1,33	0,67	0,67		
	Sphaerodoridae nd	-																	0,33						
	Spionidae nd	-	1,33	0,33	1,00	1,00	2,67	2,33	2,67	0,33	0,33	0,67				0,33	3,33	1,00	1,33	0,33	0,33		0,33	0,33	
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC			0,33																	0,33			
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim			0,33																				
	Syllidae juv	-					0,33										0,67								
	Terebellidae nd	-		0,33			0,33						0,33											0,33	
	<i>Trachytrypae jeffreysii</i>	VTC																					0,33	0,33	
<b>Poriferi</b>																									
	Porifera nd	-					0,33																		
<b>Sipunculidi</b>																									
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO																	0,33	0,67				0,33	
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,00	0,33	0,33				0,33	0,33	0,67		0,33								0,33		0,67		
	<i>Sipuncula</i> nd	-	1,67	0,33	1,33	0,67	2,00	0,67		1,00	1,67	1,33	0,67	1,67	1,67	1,33	0,33	0,67	0,67		1,33	0,67	2,67	1,00	
<b>Densità totale</b>			<b>40,00</b>	<b>52,67</b>	<b>52,33</b>	<b>20,33</b>	<b>61,00</b>	<b>17,00</b>	<b>48,33</b>	<b>42,67</b>	<b>44,67</b>	<b>42,33</b>	<b>30,00</b>	<b>27,33</b>	<b>23,67</b>	<b>27,67</b>	<b>32,33</b>	<b>14,67</b>	<b>30,33</b>	<b>38,00</b>	<b>47,33</b>	<b>41,00</b>	<b>20,33</b>	<b>39,00</b>	
<b>Totale complessivo</b>			<b>33</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>27</b>	<b>49</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	

**Tab. 3-XXXIV** – Lista, densità (n. ind. 0,095 m<sup>-2</sup>) e sigle delle biocenosi delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 2° survey post lavori. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXXI.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																									
	<i>Aetea truncata</i>	HP						0,33																	
	Briozoa nd	-					0,33	0,33																	
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd	0,33		0,33			0,67		0,67					0,33										
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi	0,33		0,33	0,33											0,33						0,33		
<b>Cnidari</b>																									
Antozoi	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim								0,33										0,33					
Idrozoi	Hydroidea nd	-								0,33													0,33		
<b>Crostacei</b>																									
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE						0,33		0,33					0,67						0,33				
	<i>Corophium</i> sp	-																		0,33					
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	Sd					2,67																		
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB								0,33		0,67							0,33	0,33					
	<i>Gammaropsis</i> sp	-													0,33										
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC																		0,33					
	<i>Leptocheirus mariae</i>	Mixt														0,33									
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC																			0,33				
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	MO						0,33														0,33			
	<i>Leucothoe oboa</i>	Lim								0,33													0,33		
	<i>Maera grossimana</i>	Sd													0,33								0,33		
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC, VB				0,33										0,33									
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt				0,33							0,33												
	<i>Phtisica marina</i>	Lre						0,33							0,33										
	<i>Rhachotropis</i> sp	-								0,33															
Cumacei	Cumacea nd	-																	0,33			0,67		0,33	
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt				0,33		0,33		0,33		0,33		0,33						0,33					
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC								0,33					0,33			0,33		0,33	0,33	0,33		0,33	
	<i>Anapagurus</i> sp	-	0,33				1,00									0,33									
	<i>Athanas nitescens</i>	C														0,33									
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,00	2,67	0,67	1,67	0,33	0,33	1,33	1,67	3,33	1,00	0,67	2,00	0,33	0,67	1,67	1,33	0,67	1,67	3,33	2,67	3,00	1,67	1,00
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC														0,33									
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC		0,33	0,33	0,33			0,33	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			0,67			0,67	0,33	0,33	
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB				0,33														0,33					
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab						0,67	0,33						0,33										
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre																		0,33					
	<i>Processa</i> sp	-		0,33	0,33	0,33		0,67	0,67				0,33		0,33							0,67		0,33	
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB			0,33											0,33									
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL	1,00				0,33	0,33	0,33	0,67								0,33				0,33			
	<i>Gnathia</i> sp	-	0,33	0,67		0,33			0,33		0,33														
Isopodi	Janiridae nd	-				0,33																	0,33		
Misidiacei	Misidiacea nd	-																						0,33	
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillii</i>	Minut																			0,33				
	<i>Leptognathia</i> sp	-				0,33																			
<b>Echinodermi</b>																									
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB							0,33					0,67							0,33			0,67	
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC				0,33										0,33									
	<i>Ophiura albida</i>	DC				0,33																			
Oloturoidei	Holothuroidea nd	-	0,33			0,33	0,67	1,00	1,00	1,67		0,33	0,33	1,33		0,33				0,33	0,67		0,33		
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC																						0,33	

Tab. 3-XXXIV– continuo.

Stazione			Transetto A										Transetto B								Controlli						
			Biocenosi	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)			250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
<b>Molluschi</b>																											
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	DC													0,33												
	<i>Aequipecten opercularis</i>	DC																0,33									
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre																6,67									
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt																								0,67	
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC						0,33																			
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP						0,33																			
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim											0,33	0,33	0,33				0,33						0,33		
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim										0,33															
	<i>Pecten jacobaeus</i>	DC																0,33									
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab						0,33																			
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre					0,67	1,00	1,00	0,33			0,33			0,33	0,67	0,33				0,67					
Caudofoveati	<i>Falcidens guttuerosus</i>	Lim							0,67																		
Gasteropodi	<i>Hyala vitrea</i>	VTC			0,33								0,33	0,33	1,00	0,67			0,33	0,33					0,33	0,33	
	<i>Turritella communis</i>	VTC	1,00	1,33	0,67				0,33	0,33			0,33								1,00				0,33	0,33	
<b>Nemertini</b>																											
	Nemertea nd	-	0,33	0,33	0,33	1,33	1,00	1,67		2,67	0,67	0,67		0,33	0,67	0,33	0,33				0,33				1,00		
<b>Pantopodi</b>																											
Picnogonidi	Pycnogonida nd	-								0,33																0,33	
<b>Policheti</b>																											
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC				0,67	1,00	0,67	0,33	1,33					0,33		0,33									1,00	
	Ampharetidae nd	-	2,33	1,67	0,67	0,33	0,33	1,33	2,00	0,67	0,33	0,67		0,33	0,33		0,67	1,00	0,33	1,00	1,67	1,33	1,33	2,00	2,00		
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim			0,33																						
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB											0,33														
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	0,33	3,67	2,00	2,33	0,33	0,67	2,67	2,33	2,33	1,67	2,33	1,67	0,67	1,00	2,00	1,67	1,33	1,00	3,00	3,33	4,33	7,00	4,67	1,67	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67			0,33		0,67																	0,33		
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,67	0,33	0,67	0,67	0,67			0,33						0,33									1,00		
	<i>Boccardia sp</i>	-						0,33																			
	Capitellidae nd	-	0,33	0,67	1,00	0,33					0,67		1,33	0,67	0,33		1,33	1,33	0,33	0,33	0,67	2,33	0,67	3,00		0,67	
	Chaetopteridae nd	-						0,33																			
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim			0,67	1,00	0,33		1,00	0,33	0,33					0,33									0,33		
	<i>Chirimia biceps</i>	MO						0,33																			
	Cirratulidae nd	-	0,33	0,33				0,33				0,67	1,00	0,67		0,33	0,67				0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67	
	<i>Ditrupa arietina</i>	MI	0,33	0,33				0,67								0,33										0,67	
	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C																									
	<i>Drionereis filium</i>	Lim								0,33	0,33	0,33		0,33													
	<i>Glycera alba</i>	Lim				0,33		0,33	0,33	0,33		0,33	0,33					0,33			0,33	0,67					
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33	0,67		0,33	2,33	2,33	1,33	1,33	1,00	0,67			0,33	0,67	1,33	0,33	1,33	1,33	2,33	1,00	1,33	2,00	0,67	1,00	
	<i>Glycera sp</i>	-	2,00	2,00	1,67	2,33	2,00	1,00	4,00	1,00	2,00	1,00			0,33	0,33	1,67	2,33	1,33	2,33	1,00	1,33	2,00	0,67	0,67	1,67	
	<i>Glycera tessellata</i>	Sd			0,67	1,33	0,33	1,33	0,67	1,67						1,00	0,67	0,33	0,67	0,33	0,67	0,33	0,67	1,33		0,33	
	<i>Goniada maculata</i>	VTC						0,33				0,33				0,33									0,33		
	<i>Hamothoe sp</i>	-		0,33	1,33			0,33	0,67	0,33	0,33				0,33		0,33	0,33	0,33	1,00	0,67			0,33			
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC				0,33																					
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd								0,33				0,33							0,33						
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC								0,67	0,33				0,33	0,33									0,33		
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab				0,33		0,33	0,33		0,33								0,33	0,33				1,00	0,33		
	<i>Lumbrineris sp</i>	-						1,00											0,33								
	Maldanidae nd	-																								0,33	
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,33	1,00	0,33	2,00		0,67		0,67	1,00	0,33	1,67	1,00	0,67	1,67	1,33	1,67	1,00	0,67	1,00	2,00	1,00	1,33	0,67	0,67	
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33		0,33	0,67	0,67			0,67		0,33	0,33		0,33					0,33	0,67				0,67	0,67	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO		0,33				0,33	1,33	3,67	0,33	0,67	0,33				0,33								0,33		

Tab. 3-XXXIV – continuo.

Stazione	Biocenosi	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
<b>Policheti</b>																										
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC									0,33						0,33			1,00		0,33	0,67	0,33	0,33		
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	0,33	1,00	0,33						1,00	0,33	1,00	0,33	0,33					0,33	1,33	0,67			0,67	0,33	
Nereididae nd	-		0,33						1,00																0,67	
<i>Ninoe</i> sp	-				0,67				0,67	0,67		0,33	0,67							0,33	0,33		0,33		0,33	
<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,33	1,00	2,00	1,00			3,00		1,00	2,67	2,33	2,67	1,00	1,67	0,67	1,67		0,33	1,67	1,67	0,67	1,67	0,33	1,67	
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	2,67	2,00	2,00	3,00	2,00	0,67	1,67	3,33	10,00	6,00	9,00	7,67	1,67	1,00		1,33	0,67	7,00	4,00	7,67	2,67	10,67	10,33	2,00	
<i>Ophiotromus flexuosus</i>	Sab		1,00	1,00	1,33			0,33	0,33	2,33	0,33	0,33	0,67		1,00	0,67	0,33							0,33	0,67	
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC		0,33	1,00	3,33	3,33	8,67	6,33	8,67								1,00	1,67								
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	5,33	4,67	4,33	1,67	1,33	0,33	7,00	9,33	2,67	3,67	5,33	2,67	1,33	2,67	1,00	1,33	2,33	4,67	5,67	6,00	1,67	7,67	5,67	1,33	
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,67	0,33	1,33	1,00	1,00		0,33	0,67	1,67	1,00	2,00	1,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,33		1,00	2,67	0,67	2,00	1,67	1,00	
Paraonidae nd	-	7,33	14,00	13,67	14,33	1,00	3,67	25,00	42,33	21,33	24,33	10,67	13,00	14,67	18,33	10,00	9,33	10,33	16,67	28,00	23,67	11,67	21,67	14,00	7,33	
<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC			0,67																						
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab																0,33									
Phyllococidae nd	-							0,33																		
<i>Phylo norvegica</i>	Lim										0,33		0,33													
Pilargidae nd	-	1,33	0,33	1,00	0,67		0,33	1,00	0,67	2,33	1,33	1,00		0,33	0,67	0,33	1,33	1,00	1,33	2,67	2,00	1,33	0,33	2,67	0,33	
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab												0,33													
<i>Pista brevibranchia</i>	Lim toll						0,67																			
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC		0,33				0,67															0,33				
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd								0,33																	
<i>Prionospio</i> sp	-	0,33		0,33	0,67			0,67	0,67	0,67		0,33	0,33	0,67	1,00				0,33	1,67	0,67	1,00	1,33	0,33	0,33	
Sabellidae nd	-	1,33	2,00	0,33	2,00	2,00	4,00	4,33	5,33	1,33		0,33			0,67	0,67	2,00	0,67	0,67	0,67		1,67		0,67		
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim		0,33		0,67			0,33		0,33					0,33								0,33			
<i>Scoletoma</i> sp	-			0,33				0,33	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33				0,33	0,33		0,67		1,00			
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	0,33							0,67	1,33	1,33	1,67	1,00	0,67	1,00	0,33				2,33	2,67		0,67	2,00		
<i>Serpula vermicularis</i>	AP							0,33			0,33							0,33								
Sphaerodoridae nd	-								0,33																	
Spionidae nd	-	0,33	0,67	0,33	2,33	4,00	4,67	1,67	1,33	0,67	1,00	0,67	0,67	0,33	0,67	1,00	2,33	1,00			0,33		1,33	1,00	0,67	
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC							0,67	0,33																0,33	
<i>Stemaspis scutata</i>	VTC						0,33		0,33																	
<i>Sthenelais boa</i>	Lim															0,67										
<i>Syllis</i> sp	-								0,33																	
Terebellidae nd	-										0,33	0,33										0,33			0,67	
<b>Sipunculidi</b>																										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO			0,33			0,33															0,33				
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,67	0,33		0,33		0,67	0,67	0,33	0,67			0,33	0,67	0,33		0,33	0,33	0,33	0,67	1,00	0,33	0,33	1,00	1,00	
<i>Phascolion strombus</i>	Lre																									
Sipuncula nd	-	0,33		2,00	1,67		2,67	1,00	2,00	1,67	2,33	1,33	1,33	1,33	1,33	0,67	3,00	2,00	2,33	1,00	2,67	2,00	2,33	1,67		
<b>Densità totale</b>		<b>33,67</b>	<b>46,33</b>	<b>43,67</b>	<b>55,00</b>	<b>28,67</b>	<b>48,67</b>	<b>76,67</b>	<b>106,33</b>	<b>65,67</b>	<b>56,33</b>	<b>47,33</b>	<b>46,00</b>	<b>30,00</b>	<b>42,33</b>	<b>35,67</b>	<b>50,33</b>	<b>30,33</b>	<b>44,33</b>	<b>68,33</b>	<b>71,67</b>	<b>41,33</b>	<b>75,33</b>	<b>62,33</b>	<b>25,67</b>	
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>31</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>44</b>	<b>28</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>53</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>26</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>44</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>26</b>	

**Tab. 3-XXXV** – Lista, densità (n. ind./0,095 m<sup>2</sup>) e sigle delle biocenosi delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 3° **survey post lavori** (inverno 2017). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXXI.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1 250	A2 120	A3 60	A4 30	BO NW 0	BO SE 0	A5 30	A6 60	A7 120	A8 250	B1 250	B2 120	B3 60	B4 30	BO NE 0	BO SW 0	B5 30	B6 60	B7 120	B8 250	K1 2000	K2 2000	K3 2000	K4 2000
<b>Briozoi</b>																									
	<i>Aetea truncata</i>	HP					0,33									0,33	0,33								
	Briozoa nd							0,33					0,67		0,33										
	<i>Schizoporella errata</i>	Lre	0,33	0,33	0,33	0,67		0,33						0,33	0,67	0,67	0,33				0,33				
	<i>Scrupocellaria bertholleti</i>	Sd						0,33																	
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd		0,33	0,67	0,67	0,67							0,33	0,67	1,00	0,33						0,33	0,67	
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi				0,33			0,33		0,33	0,33	0,67	0,33	0,33	0,33		0,33	0,33						
<b>Cnidari</b>																									
<b>Antozoi</b>																									
	Actiniaria nd						0,33		0,33																
	Anthozoa nd		0,33		0,33			0,67		0,33			0,33	0,67	0,33	0,33	0,67	0,33	0,67				0,33		0,33
	<i>Edwardsia claparedii</i>	SFBC	0,33																						
	<i>Epizoanthus</i> sp					1,33	0,33															0,33			
	Stolonifera nd			0,33	0,33			0,33																	
<b>Idrozoi</b>																									
	Hydroidea nd		0,67		0,67	1,00	0,67	1,00		0,33	0,33			0,33	0,33	0,67	0,33			0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
<b>Crostacei</b>																									
<b>Anfipodi</b>																									
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE			0,33	0,33	0,33										0,67				0,33		0,67		
	<i>Corophium</i> sp		0,33			0,33									0,33		0,33								
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB											0,33					0,33					0,33		
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC															0,33								
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC											0,33								0,67	0,67			
	<i>Jassa marmorata</i>	Lre																						0,33	
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC			0,33												0,33								
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO																							
	<i>Liljeborgia psaltrica</i>	DC																							
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC			1,33	0,33	9,00					0,33		2,00	1,00	0,33	5,67	0,67							
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB	0,33				0,33		0,33									0,33							0,33
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt	0,67		1,00	0,33		1,00		0,67			0,33		0,33	0,33			1,00		0,33				
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC																	0,67						
	<i>Phtisica marina</i>	Lre														0,33									
	<i>Pseudolyrius kroyerii</i>	SFBC																						0,33	
	<i>Urothoe</i> sp									0,33															
<b>Cumacei</b>																									
	Cumacea nd		0,33		0,33										0,33		0,33							0,33	0,33
	<i>Eudorella nana</i>	Lim																			0,33				
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt								0,67					0,33						0,33				0,33

Tab. 3-XXXV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli							
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4		
Distanza dallapiattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000		
<b>Crostacei</b>																											
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,33	0,67		0,33	0,67	0,33			0,33																
	<i>Alpheus macrocheles</i>	DC					0,33							0,33		0,67	0,33		0,33	0,33				0,67		0,33	
	<i>Anapagurus</i> sp			0,67			0,67																				
	<i>Athanas nitescens</i>	C		0,33											0,33												
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,67	2,33	0,33	2,00	1,33		0,33	2,33	1,00	1,67	1,00	0,33	2,00	2,00	0,33	0,67	1,67	1,00	1,67	1,67	1,00	1,00			
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC															0,67										
	<i>Eurynome aspera</i>	DC														1,00											
	<i>Galathea intermedia</i>	C														2,00											
	<i>Galathea</i> sp															0,33									0,33		
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33		0,33	1,33	1,67	0,33	1,00	2,00	0,67	0,67	0,33	1,33	0,33	0,67	1,00	1,67	1,67	1,00	1,00	0,67	0,33	0,33		0,33	
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB					0,67	0,33																			
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab															0,33	0,33									
	<i>Macropodia linaresi</i>															0,33											
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre					0,33	1,67																			
	Paguridae nd																0,33										
	<i>Pagurus cuanensis</i>	Lre															0,33			0,33							
	<i>Processa</i> sp						0,33							0,33													
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL			0,67		0,33	0,33	0,33			0,33								0,33							
Isopodi	<i>Eurydice</i> sp		0,33																								
	<i>Gnathia</i> sp		0,33		0,33																						
Misidiacei	Misidiacea nd																0,33										
Ostracodi	Ostracoda nd			0,33																							
Stomatopodi	Stomatopoda nd																										
Tanaidacei	<i>Aapseudes spinosus</i>	HP																							0,33	0,33	
	<i>Leptognathia</i> sp																										
<b>Echinodermi</b>																											
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB	0,33																								
Ofiurioidi	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC					0,67																			0,33	
	<i>Ophiotrix fragilis</i>	Lre						0,33																			
	<i>Ophiura albida</i>	DC							0,33																		
<b>Molluschi</b>																											
Bivalvi	<i>Abra nitida</i>	VTC																							0,33		
	<i>Abra prismatica</i>	DC																							0,33		
	<i>Aequipecten opercularis</i>	DC																									
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre	1,00			0,67	33,00	4,67									5,33	0,33									
	<i>Atrina fragilis</i>	VTC						0,33																			
	<i>Hemilepton nitidum</i>	C												0,33													
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd					1,33	1,33									0,33										
	<i>Kellia suborbicularis</i>	DC																								0,33	
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC															0,33										

Tab. 3-XXXV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dallapiattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Molluschi</b>																									
<i>Modiolarca subpicta</i>	AP				0,33	0,67										0,33			0,33						
<i>Modiolula phaseolina</i>	DC					4,67	3,67									1,00									
<i>Musculista senhousia</i>	Lre					0,33																			
<i>Neopycnodonte cochlear</i>	Sd					4,67	34,67									2,00	3,00								
<i>Nucula nitidosa</i>	Lim																		0,33				0,33		
<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab																0,33								
<i>Pteria hirundo</i>	Mixt									0,33						0,33									
<i>Saccella commutata</i>	Mixt	0,33																0,33							
<i>Thyasira biplicata</i>	Lim							0,33																	
<i>Thyasira succisa</i>	Lim		0,33		0,33				0,33		0,33														
<i>Timoclea ovata</i>	Lre	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	2,00	1,00	0,33							0,33	1,67	2,33	0,33					0,33	
<i>Venerupis aurea</i>	SVMC	0,33																							
<b>Caudofoveati</b> <i>Falci dens gutturosus</i>	Lim	0,33		0,67		0,33																			
<b>Gasteropodi</b> <i>Acteon tornatilis</i>	SFBC																	0,33							
<i>Bela brachystoma</i>	Lre					0,33									0,33										
<i>Bittium latreillii</i>	Sd					9,33	6,67	0,67								3,33									
<i>Hyalia vitrea</i>	VTC		0,67		0,67	1,00		0,67	0,33			0,33				0,67		0,67	0,67			0,33	1,00		0,33
<i>Mangelia coarctata</i>	Sm														0,33		0,33								
<i>Polinices nitida</i>	Sab						0,67																		
<i>Turritella communis</i>	VTC	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33		0,33					0,33	0,67		0,33	1,00	0,67			0,33	
<b>Nemertini</b>																									
<i>Nemertea nd</i>		0,33	1,00	0,33	1,33	2,33	1,00	1,00	1,33	0,33	0,67	0,33	1,67	1,33	1,00	1,33	2,67	1,00	1,00	0,33	1,00		0,33	0,33	
<b>Platelminti</b>																									
<i>Platelminta nd</i>						0,67																			
<b>Policheti</b>																									
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,67	1,33			1,00		2,67	0,67	0,33		0,67	1,00	1,33	0,33	1,00	0,67	1,00	0,67	1,67		1,00	0,33		
<i>Ampharetidae nd</i>		0,33	1,00	0,67	1,00		1,33		0,67		1,67	0,33	0,67		0,33	0,33	0,33	1,00	1,33	4,67		2,67	1,33		
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,67									0,67							0,33			0,33				
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	0,67	2,33	3,33	3,67	2,00		1,00	4,00	1,67	2,00	2,67	3,00	2,67	1,00	2,33	1,67	3,00	2,33	2,67	4,33	0,67	2,33	4,33	
<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,33			0,67			0,67	0,33	0,33	1,00	0,67	0,33		0,67	0,33	0,33	1,33	2,00	1,33	1,00	0,33	0,33	1,67	
<i>Aponuphis brementi</i>	Lim			1,00	0,33	0,33		0,33					0,33					0,67					0,67		
<i>Boccardia sp</i>						0,33																			
<i>Capitella capitata</i>	MO					1,67		0,67								1,00	1,33	0,67							
<i>Capitellidae nd</i>			0,33													1,00		1,00							
<i>Chaetopteridae nd</i>						0,33		0,33	0,33		0,33					0,33		0,33							
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,33	0,67	0,33	0,33	0,67	0,33	1,00					0,33	0,33		0,67	0,67		0,67	0,67				0,33	
<i>Chirimia biceps</i>	MO				0,33																				
<i>Cirratulidae nd</i>					0,67			0,33		0,33	1,33	0,33	1,33	1,00			0,67	0,33		0,33		0,33			
<i>Ditrupe arietina</i>	MI		0,67				0,33	0,67	0,33				0,33			0,33		0,67		0,33			0,67		
<i>Dorvillea rudolphii</i>	HP			0,33		0,33	0,33										0,33	0,33							
<i>Drilonereis filum</i>	Lim				0,33												0,33								



3-XXXV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
Policheti																									
<i>Euclymene oerstedii</i>	SFBC																						0,67		
<i>Eupanthalis kinbergi</i>	DE																				0,33				
<i>Filograna</i> sp							7,67																		
<i>Glycera alba</i>	Lim		0,33	0,33	0,33	1,67			0,33	0,33			0,33			0,33			0,67					0,67	
<i>Glycera rouxii</i>	MO	1,00	0,67		0,33		0,33	0,33					0,33		0,33		1,00	1,33	1,00						0,33
<i>Glycera</i> sp		1,33	1,33	1,33	0,67	2,33	1,33	1,00	0,33	0,67	0,33	1,33	2,00	0,67	1,00	3,00	1,00	0,67	1,67	0,67	0,67	0,67	1,33	0,67	
<i>Glycera tessellata</i>	Sd	0,67	0,67	0,33	0,67	1,33		0,33	0,67			0,33	0,33	1,00	0,33	1,67		0,67				0,67	0,67	0,33	
<i>Glycinde nordmanni</i>	MO																				0,33				
<i>Goniada maculata</i>	VTC							0,33									0,33							0,33	
<i>Harmothoe antilopes</i>	Mixt			0,33																					
<i>Harmothoe</i> sp			0,67	0,33		0,33	3,00								0,33	1,33	0,67	0,33	0,33	0,67	0,67				
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd			0,33		5,00	0,67									0,67		0,33	0,33	0,33					
<i>Inermonephtys inermis</i>	Mixt		0,33															0,33							
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC								0,33				0,33		0,33		0,67		0,33						
<i>Levinsenia oculata</i>	MO		0,33																						
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab				0,33				0,33				0,33					0,33	0,33	0,33			0,33		
<i>Magelona alleni</i>	VTC			0,33		0,33																			
<i>Maldanidae</i> nd				0,33	0,33								0,33			0,33		0,33	0,33				0,33		
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,67	0,33	1,00	1,00	1,00		0,33	0,67	1,00	0,67	2,00	1,00	0,33	1,33	1,33	0,67	0,67	1,67	1,00	1,33	0,67	0,33	1,00	
<i>Melinna palmata</i>	Minut		0,33	0,33		0,67	0,33	1,67								0,33	0,33		0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>	Sab toll					0,67											0,33								
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO		1,00									0,33					1,33	0,67	0,67	1,00	1,33				
<i>Naineris</i> sp																				0,33					
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC															0,33									
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC		0,33		0,33			0,33						0,67			0,67			1,00	1,00	0,67	1,00		
<i>Nereididae</i> nd				0,33	0,33	0,33								0,33	0,33		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33
<i>Ninoe</i> sp		0,33	0,67	0,33		0,33	0,33			0,67			0,33	0,67		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33
<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,67			0,33	1,00		0,33	1,00		0,33	1,67	1,00	0,67	0,33		0,33	2,00	1,33	1,00	1,67	3,33	0,67	0,33	1,67
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	2,00	2,33	0,67	1,00	1,00	0,33	1,00	2,33	2,33	2,33	1,33	1,33	0,67	3,00	0,67	6,00	1,67	4,33	7,67	1,33	5,33	6,67	1,33	1,33
<i>Ophiidromus flexuosus</i>	Sab								0,33	0,67		0,33	0,33	0,33		0,33	0,33	0,67	1,00	1,00	0,33	0,67			0,33
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC		1,00	0,33	0,67	0,33	0,33	2,00	0,33								0,33	1,00	0,33			0,33			
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	3,67	4,33	6,00	2,67	1,33	0,67	2,00	2,00	1,33	1,67	2,00	2,00	6,00	1,67	1,67	1,33	3,33	3,67	4,33	8,00	1,67	6,00	3,33	1,00
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,67	0,67		1,00	0,33		1,00	1,00		0,33	1,33	0,33	0,67	0,33	1,00	0,33	0,67	2,67	0,33	1,00	0,33	1,00	0,67	0,33
<i>Paraonidae</i> nd		17,67	23,00	10,33	28,67	25,33	0,67	5,67	19,33	13,33	12,33	12,33	19,00	18,67	10,67	8,00	9,00	16,00	22,67	19,00	24,00	9,67	14,00	8,33	12,33
<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC					0,33																		0,33	
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab					0,33																0,33			
<i>Phyllodoce</i> sp		0,33		0,33			0,67	0,33						0,33			0,33			0,33	0,33				
<i>Phyllodocidae</i> nd					0,67														0,33	0,33					
<i>Phylo norvegica</i>	Lim															0,33									
<i>Pilargidae</i> nd			1,67	0,33	1,33	1,00	0,33	1,33	1,00	0,33	0,67	1,67	1,00	1,33	0,67	1,67	1,00	1,00	1,33	0,67	2,00	1,33	1,33	1,00	

3-XXXV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																									
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab			0,33							0,67	0,33					0,33		0,33						0,33
<i>Pista cristata</i>	Lim																		0,33						
<i>Pista sp</i>						0,33																			
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC							0,33												0,33					
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd						0,33																		
<i>Praxillella gracilis</i>	Lim			0,33																			0,33		
<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt															0,33									
<i>Prionospio sp</i>			1,00		1,33	0,33		1,00				0,33				1,00	0,67	1,00	0,33		0,33		0,33		0,67
Sabellidae nd			0,33		2,00	1,00		6,00	0,33	0,67			1,67	1,00	0,33	1,00	1,67	1,67	1,67	1,00	1,33				
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim	0,33	0,33		0,67	0,33	0,33						0,67			0,33		0,67			0,33	0,33			
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	0,33	0,33	0,67	0,33								0,33								0,33	0,33			
<i>Scoletoma sp</i>					0,33				0,33	0,67				0,33					0,67	0,33	1,00				
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		0,33								0,33								0,33	0,67	1,67	0,67	0,67	1,00	0,67
<i>Serpula vermicularis</i>	AP					0,67																			
Serpulidae nd					0,33		0,67	0,33																	
Sphaerodoridae nd									0,33				0,67												0,33
Spionidae nd			2,00	0,33	3,67	8,33	0,33	1,00	5,33	0,67	0,33	0,67	1,33	2,67	1,33	2,67	3,00	7,00	1,67	1,67	1,33	1,00	1,67	0,67	0,33
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	0,33	0,33			0,33					0,67										0,33		0,33	0,33	0,33
Syllidae juv									0,33								0,33								
<i>Syllis parapari</i>	SFBC															0,33		0,33					0,33		
Terebellidae nd			1,33			0,33							0,33	0,33			0,33	0,33	0,33	0,33				0,33	
<i>Terebellides stroemi</i>	MO			0,33				0,33					0,67												
<b>Poriferi</b>																	0,33								
Porifera nd																									
<b>Sipunculidi</b>																									
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	0,33	0,33							0,67								0,33	0,33		0,33			0,33	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,00	0,33			0,67		0,33	0,67		0,67		1,00		0,33			0,33	0,33	0,33	0,67		0,33	0,33	2,00
<i>Phascolion strombus</i>	Lre			0,33				0,33	0,33							0,33		0,67					0,67		
Sipuncula nd		2,00	1,00	0,67	1,00	2,00	0,33	1,67	1,33	1,00	1,00	2,33	0,33	1,67	1,00	1,00	2,00	1,00	1,67	0,33	3,00	1,33	0,33	1,33	1,33
<b>Tunicati</b>																									
Ascidiacei <i>Ascidia mentula</i>	Lre																		0,33						
<b>Densità totale</b>		<b>41,67</b>	<b>63,00</b>	<b>38,67</b>	<b>71,00</b>	<b>144,33</b>	<b>88,67</b>	<b>45,67</b>	<b>54,67</b>	<b>28,33</b>	<b>36,33</b>	<b>36,33</b>	<b>52,33</b>	<b>51,33</b>	<b>36,00</b>	<b>66,33</b>	<b>63,00</b>	<b>68,67</b>	<b>65,00</b>	<b>54,00</b>	<b>82,67</b>	<b>32,00</b>	<b>55,00</b>	<b>39,33</b>	<b>28,67</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>35</b>	<b>51</b>	<b>42</b>	<b>56</b>	<b>67</b>	<b>53</b>	<b>49</b>	<b>39</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>45</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>67</b>	<b>65</b>	<b>57</b>	<b>51</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>48</b>	<b>35</b>	<b>25</b>

**Tab. 3-XXXVI** – Lista, densità (n. ind./0,095 m<sup>2</sup>) e sigle delle biocenosi delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 4° survey post lavori. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXXI.

Stazione		Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
			A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)			250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>				0,33			0,33	0,67								0,67	0,33			0,33						
	Briozoa nd			0,33			0,33	0,67								0,67	0,33			0,33						
	<i>Schizoporella errata</i>	Lre			0,33		0,67	0,67								0,67	0,67	0,33								
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd					1,00	0,67	0,33	0,33						0,67	1,00	1,00				0,33	0,67	0,67		
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi	0,67		0,33				0,67	0,67							0,33	0,33				0,67				
<b>Cnidari</b>																										
	<b>Antozoi</b>																									
	Actiniaria nd						0,33			0,33										0,67						
	Anthozoa nd				0,33	0,67			0,67	0,33		1,00	0,33			0,33						1,00				
	<i>Edwardsia claparedii</i>	SFBC											0,33	0,33				0,33	0,33							
	<i>Epizoanthus</i> sp							18,33																		
	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim							0,33																	
	<i>Virgularia mirabilis</i>	VTC									0,33															
	<b>Idrozoi</b>																									
	Hydroidea nd		0,33	0,33	0,33	0,33	0,67	0,33	0,67		0,33				0,67	0,67	0,67	1,00			0,33	0,67		0,33		
<b>Crostacei</b>																										
	<b>Anfipodi</b>																									
	<i>Acidostoma nodiferum</i>	Lre															0,33			0,33						
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE					0,33		0,33			0,33					0,67					0,33	0,33			
	<i>Aora gracilis</i>	HP																		0,33						
	<i>Corophium</i> sp														0,33											
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB	1,00																					1,00		
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	0,67							0,67	1,00											1,00		0,33		
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC											0,33													
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	MO															0,33									
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC				0,33			0,67		0,33						0,67	0,33		0,33		0,33				
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt		0,33		0,33	0,33		0,33		1,00	1,67	0,33		0,33		0,33	0,67	0,33	0,67		0,33		0,33		
	<i>Phtisica marina</i>	Lre															1,33									
	<i>Pseudolyrius kroyerii</i>	SFBC					1,00																			
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre	0,33																							
	<i>Stenothoe</i> sp						0,33																			
	<b>Cirripedi</b>																									
	<i>Balanus perforatus</i>	AP						0,33																		
	<b>Copepodi</b>																									
	Copepoda nd																					0,33				
	<b>Cumacei</b>																									
	Cumacea nd																									
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt				0,33														0,33		0,33				
	<i>Leucon siphonatus</i>	Lim				0,33																				
	<b>Decapodi</b>																									
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC			1,33		0,67			0,33	0,33				0,67	0,33	0,33						0,33			
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,67	0,67	0,33		1,33	1,00	1,00	0,33	2,00	2,33	1,00	0,67	1,33	0,67	2,33	1,67	1,33	0,67	0,67	1,33	1,67	1,00		
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC								0,33																
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	1,00		0,33		0,67	0,33	0,67	1,00		0,33	0,67		0,33		1,33	0,67	0,33	0,67	0,67	0,33		0,33		
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC																								
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB					0,33														0,33					
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre				0,33	0,33									0,67	0,33									
	Paguridae nd						0,33																			
	<i>Processa</i> sp						0,67					0,67					0,33									
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB																					0,33	0,33		
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL			0,33												0,33									
	<i>Upogebia stellata</i>	Lim																						0,33		

Tab. 3-XXXVI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Crostacei</b>																									
Isopodi	Cirolanidae nd												7,67												
	<i>Eurydice</i> sp																						0,33		
	<i>Janira</i> sp							0,33																	
Misidiacei	Misidiacea nd	0,33																							
Ostracodi	Ostracoda nd																				0,33				
<b>Echinodermi</b>																									
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	0,33	0,33								0,33											0,33			
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>					0,33	0,33										0,33								
Oloturoidei	<i>Labidoplax digitata</i>																						0,67		
	<i>Trachythone tergestina</i>						0,33																		
<b>Molluschi</b>																									
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>						0,33																		
	<i>Anomia ephippium</i>				0,33		0,67										2,00								
	<i>Arca noae</i>															0,33									
	<i>Hiatella arctica</i>				0,33											0,33									
	<i>Modiolarca subpicta</i>															0,33									
	<i>Modiolula phaseolina</i>					0,67																			
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>							1,00								0,33									
	<i>Neopycnodonte cochlear</i>				0,67		1,67									1,00									
	<i>Nucula sulcata</i>	0,33	0,33																	0,33					
	<i>Pandora pinna</i>								0,33																
	<i>Parvicardium minimum</i>								0,33																
	<i>Plagiocardium papillosum</i>								0,33																
	<i>Saccella commutata</i>									0,33							0,67								
	<i>Timoclea ovata</i>				0,67	0,33	0,33	0,67									1,67	0,33					0,33		
Caudofoveati	<i>Falcidens guttuosus</i>	0,33			0,33	1,33	0,33	0,33							0,33										
Gasteropodi	<i>Acteon tornatilis</i>		0,33																						
	<i>Bela brachystoma</i>						0,33	0,33	0,33				0,33				0,33								
	<i>Epitonium commune</i>	0,33				0,67							0,33												
	<i>Hyala vitrea</i>	0,33	0,67		0,33		2,00	0,33	1,67	1,33	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	1,33	0,67		0,33			0,67	0,33	2,33	1,67
	<i>Mangelia coarctata</i>	0,33																							
	<i>Turritella communis</i>	1,33	0,33		0,33	0,67	0,33	1,00	0,33	1,00		0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,67		0,33	0,67		0,67	0,33		
<b>Nemertini</b>																									
	Nemertea nd	0,33	0,67	1,00	1,00	1,67	0,33	1,67		0,67	0,67		0,67	1,00	1,67	3,33	5,00	0,33	0,67	1,00	0,67	1,33	1,00		0,33
<b>Policheti</b>																									
	<i>Ampharete acutifrons</i>	0,67	0,33		1,33	0,33					0,33	0,33	0,33	1,33	0,33	1,00	1,67		0,33	1,00	0,67		0,33	3,33	
	Ampharetidae nd	0,67	2,00	1,33	0,67	1,33		1,00	1,33		0,33			0,67		0,33	0,33	0,33					0,67	1,00	
	<i>Amphicteis gunneri</i>															0,33									
	Amphinomidae nd																								
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>			0,33	0,33			0,67												0,33					
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	3,67	6,33	2,67	2,00	2,67	2,33	2,00	2,00	1,67	4,67	4,33	3,67	3,33	2,33	2,00	3,00	2,00	1,67	2,00	2,67	3,00	5,67	5,00	0,67
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	0,33	0,67	0,33	2,33	1,00	0,67	1,00	0,67		1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	0,67	0,67	0,33	0,33	1,67	0,67	0,33	1,00	
	<i>Aponuphis brementi</i>			0,33		0,67	1,00								0,33	0,33	0,67						0,33	0,67	
	<i>Aquilaspio sexoculata</i>																		0,33						

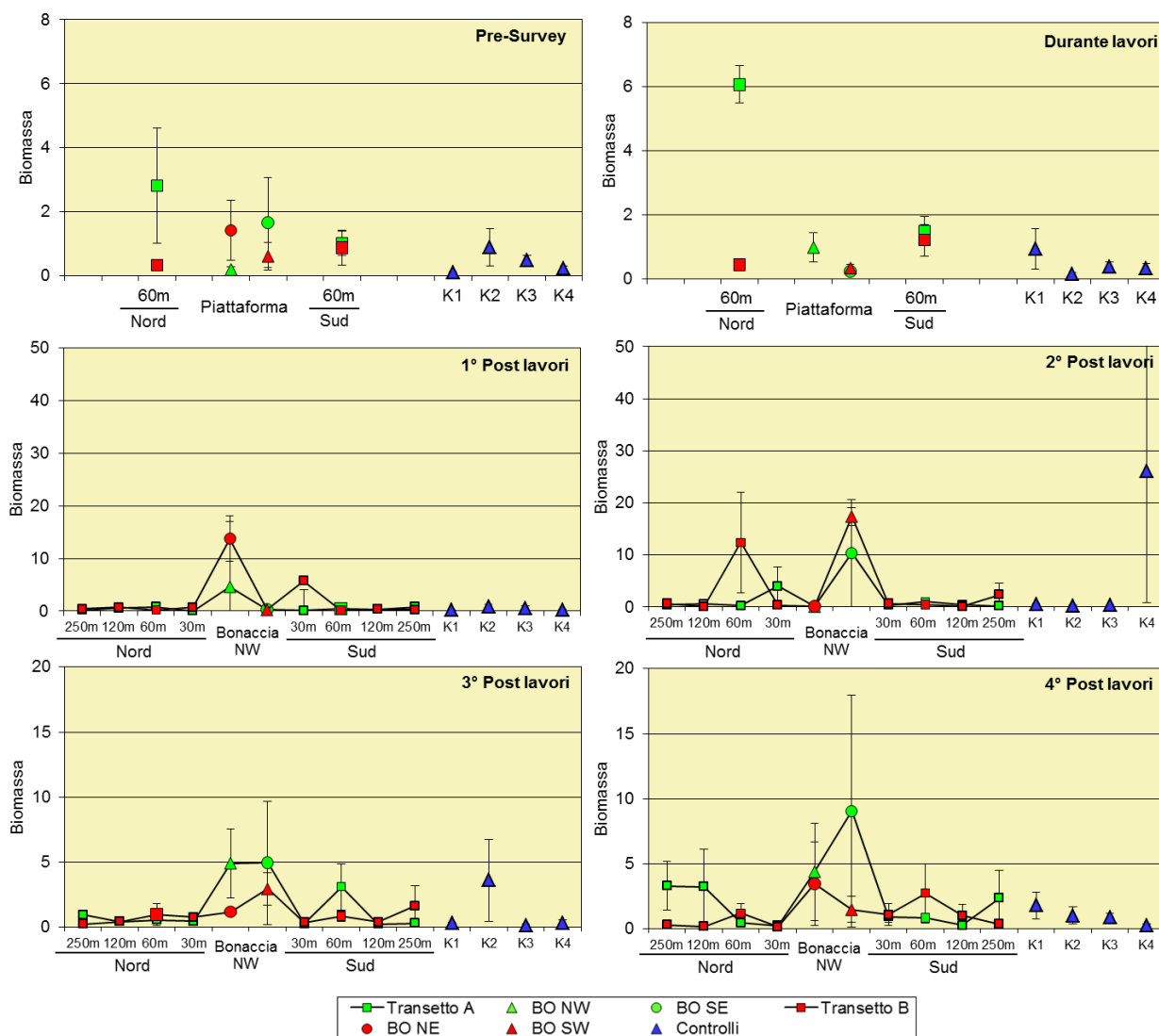
Tab. 3-XXXVI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																									
	Capitellidae nd	1,00			0,67	0,33																0,67	0,33	0,33	
	Chaetopteridae nd			0,33	0,33															0,33					0,33
	<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,67			0,67	0,33	0,33				0,67					0,33							0,33	
	<i>Chirimia biceps</i>																							0,33	0,33
	Cirratulidae nd	1,33	1,00	0,33	0,33	1,00	0,67	1,33	1,00	1,00	0,33	0,67	1,33	0,33	0,67		1,67		0,33		0,67	0,33			
	<i>Cossura soyeri</i>					0,33																		0,33	0,33
	<i>Ditrupa arietina</i>																								
	<i>Dorvillea rudolphii</i>					0,33	0,33										1,33								
	<i>Drilonereis filum</i>	0,33	0,33				0,33						0,33										0,33		0,33
	<i>Euclymene droebachiensis</i>																							0,33	
	<i>Filograna</i> sp																1,33								
	<i>Glycera alba</i>					1,00	0,33		0,33								0,33	0,33						0,33	
	<i>Glycera rouxii</i>	0,67				1,00	0,33	0,33		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33				0,33	
	<i>Glycera</i> sp	0,33	1,67	0,67	1,33	1,00	3,33	1,33	0,67	0,67	1,67	0,67	1,00	1,00	4,00	3,33	1,67	2,00	1,33	1,33	0,33	0,33	0,33	1,67	0,67
	<i>Glycera tessellata</i>			0,33	0,67			0,33	1,00		0,33						0,33						1,00		0,33
	<i>Glycera tridactyla</i>							0,33									0,33								
	<i>Harmothoe</i> sp				0,33		0,33					0,67		0,33		1,33									
	<i>Hydroides norvegicus</i>				0,33											1,00						0,33			
	<i>Labioleanira yhleni</i>		0,33	0,33			0,33						0,33						0,33		0,33			0,33	0,67
	<i>Lumbrineris gracilis</i>		0,33							0,33	0,33			0,33	0,67		0,33							0,33	
	<i>Magelona alleni</i>				0,33			0,33																	
	Maldanidae nd											0,33			0,33	0,33	0,33	1,00						0,33	
	<i>Marphysa bellii</i>	1,00	0,33	1,33	0,67	0,67		1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	0,33	1,33	1,00	0,67	0,67	0,67	1,67	1,67	1,00	0,67	0,67
	<i>Melinna palmata</i>		0,33	0,33	0,33		0,33					0,33	0,33		0,67						0,33				
	<i>Minuspio cirrifera</i>	0,67	1,00		0,33				0,33		0,33												0,33		
	<i>Nematonereis unicornis</i>				0,33																		0,33		
	<i>Nephtys hombergi</i>															0,33							0,33		0,33
	<i>Nephtys hystricis</i>	1,33	0,67	0,33		1,00	0,67	0,67	1,00	0,33	0,33	0,67	0,33	0,67	0,33		0,67	0,33		1,00	1,67	0,67	0,67		
	Nereididae nd	0,33		0,33		0,33				0,33													0,33		
	<i>Ninoe</i> sp	0,33					0,33	0,33	0,67		0,67		0,33	0,33					0,33	0,33					1,00
	<i>Nothria conchylega</i>				0,33																				
	<i>Notomastus aberans</i>	1,00	1,33	0,67	0,67	1,00	1,00	0,33	1,00	0,33	1,33	2,67	0,33	2,00	0,67	3,33	3,67	0,33	0,33	1,00	0,33	1,33	2,33	3,00	0,67
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	4,67	3,00	2,33	1,67	5,00	5,00	2,67	8,67	6,00	7,00	6,33	6,67	7,00	3,33	3,33	4,00	4,00	4,33	5,67	4,33	8,00	8,00	7,33	1,67
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	0,67	0,33		0,33	0,67	0,33	0,67	0,33	0,33						1,33	1,33			0,33		1,33		1,00	
	Orbiniidae nd																								
	<i>Owenia fusiformis</i>	0,33						0,33		0,33					0,33	1,00	0,67			0,33				0,67	
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	1,67	4,00	2,33	5,00	3,33	3,00	2,67	4,33	2,33	1,67	2,00	1,33	3,00	2,00	3,67	1,33	1,00	1,67	2,33	5,33	0,33	4,67	0,67	1,67
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	3,00	1,00	0,33	2,33	1,33	1,67	1,33	1,00		0,33	1,33	1,67	1,33	1,67	1,33	1,67	0,33	2,00	1,00	2,33	0,33	1,00		
	Paraonidae nd	15,33	22,33	20,00	11,33	16,00	9,33	23,00	24,67	21,33	17,67	13,67	23,33	36,00	13,00	19,00	16,00	9,00	15,67	15,33	19,33	16,33	18,67	20,00	8,33
	<i>Paraprionospio pinnata</i>						0,33												0,67						
	<i>Pectinaria koreni</i>					0,33		0,33								0,67	1,00								
	<i>Phyllodoce</i> sp					0,33										0,33									
	Phyllodocidae nd			0,67											0,33										
	Pilargidae nd	2,33	0,67	1,00	0,33	1,33	1,00	0,33	1,00	1,67	1,00		1,00	2,67	1,00	2,33	2,33	1,00	2,33	0,67	2,00	1,33	0,67	2,00	0,33

Tab. 3-XXXVI – Continuo

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																									
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab		0,33		0,33								0,67								0,33				
<i>Pista brevibranchia</i>	Lim																			0,33					
<i>Pista unibranchia</i>	Lim																0,33								
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC						0,33		0,33													0,33			0,33
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd						0,33									0,33									
<i>Praxillella gracilis</i>	Lim																						0,33	0,33	
<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt		0,33																						
<i>Prionospio sp</i>			0,33	0,33	0,67	0,67			0,67		0,67	0,33	0,33					0,33	0,67	0,33	0,33	1,00		1,00	
<i>Prionospio steenstrupi</i>	Lre		0,33																						
Sabellidae nd			1,00		1,33	1,00		1,67						0,33	1,33		2,00	1,33	0,67	1,00	0,67	0,33		2,00	
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim					0,67	0,33			0,33						0,33	2,00	1,33	0,67	1,00	0,33	0,33		0,67	0,33
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt		0,33	0,33					0,33	0,33												0,33		0,67	0,33
<i>Scoletoma sp</i>			0,33						0,33	0,33												0,33		0,67	0,33
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	3,00							0,33	0,33		0,67	0,67	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	1,33	1,67	0,67	0,33
<i>Serpula concharum</i>	Sd							0,33																	
<i>Serpula vermicularis</i>	AP				0,33																				
Serpulidae nd																	1,00	0,33							
Sphaerodoridae nd														0,33			0,33								
Spionidae nd		3,00	2,33	0,33	1,67	5,33	2,00	2,00	2,33	3,00	1,67	1,00		3,67	1,67	10,67	8,33	3,00	1,33	2,33	1,00	0,67	1,33	2,00	1,00
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC					0,33					0,33					0,33								1,00	
Syllidae juv							0,33														0,33				
<i>Syllis parapari</i>	SFBC				0,33			0,33									0,33								
<i>Syllis sp</i>						0,33																			
Terebellidae nd		1,00	0,67		0,33		0,33			0,33	0,33			1,00		0,33	0,67							0,67	
<i>Terebellides stroemi</i>	MO			0,33		0,33	0,33							0,33											
<b>Poriferi</b>																									
Porifera nd							0,33																		
<b>Sipunculidi</b>																									
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO		0,33													0,67	0,33								
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33	0,33	1,00			0,33	0,33	0,67			0,67	2,33	0,67			0,33	0,33	0,33	1,00	2,67	0,33	1,67	0,33	1,67
<i>Phascolion strombus</i>	Lre				0,33	0,33		0,67									0,33							0,33	
<i>Sipuncula nd</i>		1,00	1,67	1,33	1,67	1,67	1,00	1,33	2,33	2,33		0,67	2,00	1,00		1,67	2,33	1,00	1,00	1,33	0,33	2,00	0,67	1,00	1,00
<b>Densità totale</b>		<b>59,67</b>	<b>61,33</b>	<b>44,67</b>	<b>49,00</b>	<b>69,33</b>	<b>70,00</b>	<b>62,00</b>	<b>63,00</b>	<b>52,00</b>	<b>54,67</b>	<b>46,33</b>	<b>61,33</b>	<b>81,00</b>	<b>40,67</b>	<b>85,67</b>	<b>79,00</b>	<b>35,00</b>	<b>41,67</b>	<b>44,33</b>	<b>54,00</b>	<b>59,67</b>	<b>57,00</b>	<b>70,33</b>	<b>22,00</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>43</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>51</b>	<b>60</b>	<b>51</b>	<b>54</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>45</b>	<b>29</b>	<b>58</b>	<b>49</b>	<b>29</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>44</b>	<b>32</b>	<b>49</b>	<b>18</b>

Per quanto riguarda la Biomassa (fig. 3.49; Tab. 3-XXXVII - 3-XLII), nell'ultimo monitoraggio sono stati registrati valori estremamente bassi, compresi tra  $0,19 \pm 0,08$  (B2) e  $9,07 \pm 8,89$  gr/0,095 m<sup>2</sup>, massimo raggiunto in BO SE e determinato quasi esclusivamente da esemplari di *M. galloprovincialis* caduti dalle parti sommerse della piattaforma (Tab. 3-XLII). Gli altri picchi osservati in alcune stazioni (A1, A2, BO NE, BO NE, B6 e A8) sono una conseguenza del rinvenimento di uno o pochi esemplari di specie di grandi dimensioni (fig. 3.50) e sono comunque risultati confrontabili con i valori rilevati nella maggior parte delle altre stazioni controlli inclusi. Situazioni simili sono state evidenziate anche nei campionamenti precedenti.



**Fig. 3.49** – Biomassa ( $\pm$  e.s.) registrate nei quattro survey condotti sinora. Nel durante lavori la stazione BO NE non è stata campionata.

**Tab. 3-XXXVII** – Lista e biomassa (gr/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel pre-survey. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controllo			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma (m)												
<b>Cnidari</b>												
Antozoi	Actiniaria nd							0,005		0,023		
Idrozoi	Hydroidea nd	0,004	0,014								0,001	
<b>Crostacei</b>												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>		0,002								*	
	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>			0,001	*							
	<i>Eriopisa elongata</i>		0,001									
	<i>Harpinia dellavallei</i>		*	0,001					*		0,001	
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>								*			
	<i>Liljeborgia psaltrica</i>		*									
	<i>Orchomene grimaldii</i>	*	0,001							*		*
	<i>Paraphoxus oculatus</i>			*						*		*
	<i>Perioculodes longimanus</i>										*	
	<i>Podopriion bolivari</i>		0,002									
	<i>Stenothoe</i> sp	*										
	<i>Stenothoe tergestina</i>	*										
	Copepodi	Copepoda nd								*		
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>			0,146		0,123						
	<i>Callinassa subterranea</i>	0,072	0,033	0,027	0,033	0,065	0,018	0,007	0,031	0,063	0,094	0,007
	<i>Chlorotocus crassicornis</i>							0,301				
	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,921	0,044	0,216	*				0,002	0,002	0,005	*
	<i>Processa</i> sp			0,018							*	
Isopodi	<i>Upogebia deltaura</i>	0,010		*	0,001			*			0,099	0,001
	<i>Anthura gracilis</i>			*								
	<i>Gnathia</i> sp	*										
	<i>Paragnathia</i> sp	*										
Misidiacei	Misidiacea nd		0,002									
Tanaidacei	<i>Leptocheilia savignyi</i>										*	
<b>Echinodermi</b>												
Echinoidi	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		0,725									
Oloturoidei	Holothurioidea nd								*			
<b>Molluschi</b>												
Bivalvi	<i>Abra nitida</i>				0,004							
	<i>Abra prismatica</i>				*							
	<i>Hiatella arctica</i>	0,005									*	
	<i>Kellia suborbicularis</i>											*
	<i>Kurtiella bidentata</i>											*
	<i>Nucula nitidosa</i>			0,176	0,014	*	*	0,174				0,020
	<i>Thyasira biplicata</i>				0,002							
	<i>Thyasira succisa</i>										0,001	
	<i>Timoclea ovata</i>									0,067	0,041	
	Gasteropodi	<i>Bela brachystoma</i>	0,001									
<i>Cylichna cylindracea</i>			*		*	*			*			
<i>Hyala vitrea</i>		*			*		0,002	*	*		0,002	0,004
<i>Melanella polita</i>				0,006								
	<i>Turritella communis</i>	0,484	0,280	0,245	0,017	1,114		0,537		0,539	0,153	
<b>Nemertini</b>												
	Nemertea nd		0,001								0,016	
<b>Policheti</b>												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	*	*	0,001	*	*			0,001	*	0,002	
	Ampharetidae nd	*		*			*			0,002	0,020	
	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>									*		
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	*	*	*	0,001	*	*	0,001	0,001	0,002	*
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	0,001		*	*	*	*				*	0,001
	<i>Aponuphis bilineata</i>			0,001				0,001			0,005	0,035
	<i>Aponuphis brementi</i>				*							
	<i>Capitella capitata</i>							0,002				
	Capitellidae nd											
	Chaetopteridae nd		0,004		0,289							
	<i>Chaetozone caputesocis</i>			0,002					0,004		0,009	
	<i>Chirimia biceps</i>					*						*
	Cirratulidae nd	*				0,023		0,036			0,018	0,001
	<i>Eupanthalis kinbergi</i>	1,243									0,018	0,001
	<i>Glycera rouxii</i>	0,029	*	0,026	0,013	*	0,013	0,075	0,003		0,008	0,010
	<i>Goniada maculata</i>	*									0,001	
	<i>Harmothoe</i> sp		0,002	*								
	<i>Labioleanira yhleni</i>			0,090	0,001	*		0,044	0,001	0,001	0,003	0,001
	<i>Lumbrineris gracilis</i>				*							
	<i>Marphysa bellii</i>	0,014	0,063	0,014	0,044	0,071	0,100	0,004	0,164	0,003	0,028	0,046
	<i>Melinna palmata</i>				*		0,001	0,001			0,001	0,001
	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>			*	*				*	*	*	*
	<i>Minuspio cirrifera</i>	*	*	*	*			*	*	*	*	*
	<i>Nephtys hystericis</i>	0,011	0,004	0,059	0,002	0,031	0,044	*	0,041	0,002	0,009	0,002
	Nereididae nd				*	*						*
	<i>Ninoe</i> sp	*			*	0,092	*					
	<i>Notomastus aberans</i>	0,001	0,016	*	0,006	0,003		0,012	*	0,015	0,054	0,013
	<i>Ophelina cylindrica data</i>	0,001	*	*	*	0,001	*	*	0,005	*	*	*
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>			*	*	*	*				*	*
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,002	0,001	*	*	0,002	0,001	0,002	*	0,002	0,005	0,005



Tab. 3-XXXVII – Continuo.

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controllo			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma (m)	60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>												
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001		*	*	*	*	0,001	*	0,001	0,001	0,001	*
Paraonidae nd	0,001	*	0,001	0,001	*	0,001	*	*	0,001	0,002	0,002	0,001
<i>Pectinaria koreni</i>				0,010								
<i>Phylo foetida</i>				0,002								
<i>Phylo norvegica</i>			0,004									
Pilargidae nd	*	*	*	*	*				*		0,001	*
<i>Poecilochetus serpens</i>											0,001	0,002
<i>Prionospio ehlersi</i>	*			*	*		0,001	*		*		
<i>Prionospio sp</i>		*		*	*			*				
<i>Prionospio steenstrupi</i>		0,001										
Sabellidae nd	*										*	
<i>Scoletoma fragilis</i>										0,004		
<i>Scoletoma sp</i>		0,004				0,008		*	*	*	*	*
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Spionidae nd			*	*							*	
<i>Spiophanes bombyx</i>		0,001										
<i>Sternaspis scutata</i>			*									
Syllidae juv										*		*
<i>Syllis sp</i>	0,001					*						
Terebellidae nd				0,176								
<i>Terebellides stroemi</i>										0,001		
<b>Sipunculidi</b>												
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	*	0,001							*	*	0,001	0,004
<i>Phascalion strombus</i>											0,002	*
<i>Sipuncula nd</i>	0,003	0,007	0,010	0,005	0,012	0,001	0,002	0,005	0,001	0,004	0,003	0,001
<b>Biomassa totale</b>	<b>2,81</b>	<b>0,19</b>	<b>1,65</b>	<b>1,01</b>	<b>0,32</b>	<b>1,42</b>	<b>0,60</b>	<b>0,87</b>	<b>0,10</b>	<b>0,88</b>	<b>0,46</b>	<b>0,23</b>

**Tab. 3-XXXVIII** – Lista e biomassa (gr/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel survey condotto **durante i lavori di installazione**. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>. La stazione BO NE non è stata campionata.

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controllo			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma (m)	60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>												
Briozoa nd	*											
<b>Cnidari</b>												
Antozoi Actiniaria nd									0,553			
Idrozoi Hydroidea nd		*	0,002	0,021					0,002	0,001		
<b>Crostacei</b>												
Anfipodi <i>Eriopisa elongata</i>	0,001								*			
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>				0,001								*
<i>Othomaera schmidtii</i>	0,002		0,001	*							*	
<i>Paraphoxus oculatus</i>	*		*	*							*	
Cumacei Cumacea nd												*
<i>Eudorella truncatula</i>												*
Decapodi <i>Alpheus glaber</i>	0,029		0,059	0,085	0,017		0,061				0,071	
<i>Callinassa subterranea</i>	0,056	0,031	0,027	0,083	0,002		0,019	0,024	0,030	0,030		0,017
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,024			0,001			0,151	0,306	0,059			
<i>Liocarcinus maculatus</i>	0,001											
<i>Processa</i> sp		0,002		0,002								
<i>Solenocera membranacea</i>				0,424				0,418				
<i>Upogebia deltaura</i>	5,446	0,528	0,061	0,198	0,039		0,069	0,415	0,020			
Isopodi <i>Cirolana borealis</i>				0,112								
<i>Eurydice</i> sp	0,011	0,006	0,001									
Stomatopodi <i>Rissoides desmaresti</i>	0,016											
<b>Molluschi</b>												
Bivalvi <i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,017											
<i>Nucula nitidosa</i>									0,025			
Gasteropodi <i>Hyala vitrea</i>	*		*		*		*	*		*		0,001
<i>Turritella communis</i>	0,196			0,361	0,273						0,165	
<b>Nemertini</b>												
Nemertea nd	0,002	0,254		0,002							0,012	*
<b>Policheti</b>												
<i>Ampharete acutifrons</i>				0,001							*	*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001		0,040	0,021	*		*		0,001	*	*	*
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*			*	*						*	*
<i>Aponuphis brementii</i>										0,035		
Capitellidae nd					*						0,001	
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,042										0,001	*
Cirratulidae nd											*	
<i>Eteone picta</i>				0,001								
<i>Glycera alba</i>				0,077	0,014				0,007			
<i>Glycera rouxii</i>											0,007	0,003
<i>Glycera</i> sp	0,000		0,001	0,001	*		0,001			*	0,001	
<i>Hamathoe</i> sp			*	0,001								
<i>Labioleanira yhleni</i>									0,055			0,005
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,003								*	*	0,001	
Maldanidae nd											0,014	*
<i>Marphysa bellii</i>	0,198	0,125	0,036	0,059	0,037		0,026	0,032	0,155		0,052	0,264
<i>Melinna palmata</i>	0,001											
<i>Minuspio cirrifera</i>	*	*		*					*			
<i>Nephtys hystrix</i>	0,004			0,009	0,016				0,002	0,017	0,026	0,018
<i>Ninoe</i> sp				0,008					0,001			0,002
<i>Notomastus aberans</i>	0,010	0,024	0,009		0,002			0,007	0,011	0,015	0,001	0,003
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001			*	*			*	*	*	0,001	0,007
<i>Ophiiodromus flexuosus</i>									*			
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,001			0,001	0,002		*	*	0,001	0,002	0,001	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	*		0,002	0,003		*	*	*	0,001	*	*
Paraonidae nd	0,001	*	*	0,001	*		*	*	0,001	*	0,001	*
Phyllococidae nd									*			
<i>Phylo norvegica</i>									0,008			
Pilargidae nd				*				*				*
<i>Pilargis verrucosa</i>												
<i>Poecilochetus serpens</i>											0,001	
<i>Prionospio</i> sp				0,001					0,001		*	
Sabellidae nd											*	
<i>Scalibregma inflatum</i>	*			*							*	
<i>Scoletoma</i> sp	0,001										*	
<i>Scoloplos amiger</i>	*			*							*	
Sphaerodoridae nd												*
Spionidae nd	*							*				
<i>Spiophanes bombyx</i>											0,001	
Terebellidae nd											0,007	
<b>Sipunculidi</b>												
<i>Aspidosiphon muelleri</i>					0,025					0,027		
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001		0,001	0,004	0,001				0,002	0,001	*	0,001
<i>Sipuncula</i> nd	0,003			0,006	0,001				*	0,008	0,012	0,004
<b>Biomassa totale</b>	<b>6,070</b>	<b>0,981</b>	<b>0,239</b>	<b>1,485</b>	<b>0,432</b>		<b>0,335</b>	<b>1,206</b>	<b>0,932</b>	<b>0,138</b>	<b>0,377</b>	<b>0,328</b>

Tab. 3-XXXIX – Lista e biomassa (gr. 0,095 m<sup>-2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 1° survey post lavori. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli						
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
<b>Briozoi</b>																									
<i>Aetea truncata</i>					0,001																				
Briozoa nd															0,002			0,001	*					*	
<i>Schizoporella errata</i>																0,002									
<i>Scrupocellaria scruposa</i>					0,001	0,001	0,004			0,001	*				0,001	0,001	0,004	*					0,002		
<i>Triticella flava</i>										*					*										
<b>Cnidari</b>																									
Antozoi																									0,057
<i>Actiniaria nd</i>																						*			
<i>Funiculina quadrangularis</i>																									
Idrozoi		0,001	0,004		0,043						*	0,009				*									0,001
Hydroidea nd																									
<b>Crostacei</b>																									
Anfipodi																									
<i>Acidostoma nodiferum</i>			0,001			*																			
<i>Ampelisca diadema</i>				0,000					*	*															
<i>Corophium sp</i>							*		*		*														
<i>Eriopisa elongata</i>			*																						
<i>Eusirus longipes</i>													0,001												
<i>Gammaropsis sp</i>																*									
<i>Orchomene grimaldii</i>			*		0,001											*		*		*					
<i>Othomaera schmidtii</i>		0,005								0,001										*					
<i>Paraphoxus oculatus</i>					*															*					
<i>Phtisica marina</i>			*		*																				
<i>Stenothoe sp</i>					*																				*
Copepodi																									
Copepoda nd																						*			
Cumacei																									
<i>Eudorella truncatula</i>																									
Decapodi	0,107		0,106							0,117	0,078	0,013								0,057	0,037	0,076		0,014	0,051
<i>Alpheus glaber</i>																									
<i>Anapagurus bicorniger</i>				0,017																					
<i>Anapagurus sp</i>			0,002	0,004			0,001						0,003												
<i>Athanas sp</i>												0,007						0,003							
<i>Callianassa subterranea</i>	0,031	0,042	0,001		0,013		0,009	0,002	0,027	0,002	0,002	0,021	0,005	0,020	0,009	0,006	0,021		0,002	0,002	0,001	0,029	0,019	0,015	
<i>Chlorotocus crassicornis</i>				0,003																					
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,017	0,258	0,479			0,272		0,340		0,185	0,032	0,385		0,486	0,685	0,144	0,262		0,008					0,004	
<i>Liocarcinus depurator</i>															12,633		4,453								
Paguridae nd														*							*				
<i>Processa sp</i>			0,039										0,026				0,001					0,001			
<i>Solenocera membranacea</i>																									
<i>Upogebia deltaura</i>			0,001		0,091		*									*	0,029	0,091							
Isopodi																									
Bopyridae nd		*		0,001	*			*					*					*	*						
<i>Gnathia sp</i>																									
<b>Echinodermi</b>																									
Oloturoidei																									
Holothurioidea nd			*	0,003	0,002	*		*		*	*	*	*	0,004	0,001	*	0,001								
<i>Labidoplax digitata</i>										0,061	0,003														
<b>Molluschi</b>																									
Bivalvi																									
<i>Aequipecten opercularis</i>					3,891																				
<i>Anomia ephippium</i>					0,004																				
<i>Cardiomya costellata</i>					*																				
<i>Hiatella arctica</i>		*																							
<i>Neopycnodonte cochlear</i>					0,314							0,051													
<i>Nucula nitidosa</i>											*														
<i>Nucula sulcata</i>																									0,312
<i>Parvicardium minimum</i>				0,001																					
<i>Poromya granulata</i>					*																				
<i>Scapharca demiri</i>																	0,019								

Tab. 3-XXXIX – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Molluschi</b>																								
Bivalvi <i>Talochlamys multistriata</i>									*						0,004						0,054			
<i>Thyasira biplicata</i>										0,001									*				0,003	
<i>Thyasira succisa</i>																		0,041						
<i>Timoclea ovata</i>			0,002																					
Gasteropoc <i>Bela brachystoma</i>															0,002	0,002								
<i>Hyala vitrea</i>									0,001			*		*		*		*					*	*
<i>Odostomia</i> sp			*																					
<i>Turritella communis</i>		0,107																	0,027			0,183	0,435	
<b>Nemertini</b>																								
Nemertea nd	*	*	*		0,016		*	*	*	*	0,156						0,001	*	*	0,023	*	*	0,002	0,004
<i>Ampharete acutifrons</i>	*		*					*	*										*				*	
Ampharetidae nd	*	0,001		0,000	*	*		0,001	0,001				*	*	*		0,001	*	*	*	*	*	*	
<i>Amphicteis gunneri</i>							*			0,010									*				*	0,001
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>						*		*	0,001	*					*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,001	0,001	0,000	*	0,001	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,027	0,001	0,001	*	*	0,001	*	*	0,001	*	0,001	*	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>		*	*	0,000	*	*	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Aponuphis brementi</i>	0,007	*	*		0,001	0,001	0,001					*			*	*			*	*		0,028	0,009	
<i>Capitella capitata</i>																				*	*	*	*	*
Capitellidae nd		*			*			0,001		0,002	*			0,005			*	*	*	*	*	*	*	
Chaetopteridae nd										0,068										0,024				
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,001	0,001		0,000										0,001					0,002			0,001		
<i>Chirimia biceps</i>					*										*	*		0,001	0,059	*	*	*	*	*
Cirratulidae nd		*			*		0,001	0,015	0,137	0,004	*	*	*		*	*			*	*	*	*	*	*
<i>Ditrupea arietina</i>					0,003		0,002									0,002				*	*	*	*	*
<i>Dorvillea rudolphii</i>																*				*	*	*	*	*
<i>Drilonereis filum</i>	0,002																	*		*	*	*	*	*
<i>Eupanthalis kinbergi</i>																*				0,033				
<i>Filograna</i> sp					*		*									*				*	*	*	*	*
<i>Glycera alba</i>					0,013	0,001	0,018					0,005	0,167		0,332	0,003	0,697			*	0,015	*	*	*
<i>Glycera rouxii</i>	*	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	*	0,001	0,001	*	*	*	0,002	0,001	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*
<i>Glycera</i> sp	*		*	0,006	0,001	0,001	0,001	*	0,001		0,008			*	0,002	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*
<i>Glycera tessellata</i>	*				0,001	0,001	0,001								0,006	0,003	0,001			*	*	*	*	*
<i>Goniada maculata</i>										0,302										*	*	*	*	*
<i>Harmothoe</i> sp					0,001															*	*	*	*	*
<i>Hydroides norvegicus</i>													*							*	*	*	*	*
<i>Labioleanira yhleni</i>							0,013											0,012	0,032	*	*	*	*	*
<i>Lumbrineriopsis paradoxa</i>			0,001																	*	*	*	*	*
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,001	*				0,001								0,001	0,001	0,002			0,001	*	*	*	*	*
<i>Macroclymene santanderens</i>	0,002																			*	*	*	*	*
Maldanidae nd	0,001		0,001											0,035					*	*	*	*	*	0,010

Tab. 3-XXXIX – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																								
<i>Marphysa bellii</i>	0,004	0,121	0,116		0,182		0,054	0,040	0,038	0,037	0,116	0,185		0,125	0,058	0,080	0,204	0,001	0,104	0,105	0,012	*	0,051	0,127
<i>Melinna palmata</i>		0,001			*			*											*			*	*	
<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	*				*	*		*						*	*	*			*					
<i>Minuspia cirrifera</i>	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*				*	*	*				*					
<i>Nephtys hombergi</i>										0,002									*					
<i>Nephtys hystricis</i>	0,011	0,022	0,005	0,003	*		0,001		0,007	*	0,039	0,002		*		*		0,001	0,008	0,009	0,001	0,010	0,021	
Nereididae nd																								0,001
<i>Ninoe</i> sp		0,001		0,001			*	0,001					0,004	0,004				*	0,001					
<i>Notomastus aberans</i>	0,010	0,038	0,002	0,004			0,022	0,014		0,001	0,004	0,033		0,011	0,001		0,004	0,007	0,022	0,003	0,033	0,006	*	
<i>Ophelina cylindricauda</i>	0,001	0,001	*		*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*		0,001	*	*	*	0,001	*	*
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	*				*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>			*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Panthalis oerstedii</i>									0,104															
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,001	0,002	0,004	0,001	*	*	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	*	*	0,003	0,003	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,002	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	*	*	*	0,001	*	*	0,001	*	0,001	0,002	*	*	*	*
Paraonidae nd	0,002	0,003	0,003	0,001	0,003	*	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003
<i>Phyllodoce</i> sp				*	0,011	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pilargidae nd	*	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pista</i> sp																	0,001					0,001		
<i>Poecilochetus serpens</i>		*	0,001	0,001	0,001					*							*	*	*	*				
<i>Prionospio ehlersi</i>	0,001																							
<i>Prionospio</i> sp	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*				*
Sabellidae nd		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*				
<i>Scalibregma inflatum</i>			0,001							0,002											0,001			
<i>Scoletoma</i> sp	0,001								0,006				*				*	*	*	0,001		*	*	*
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
Sphaerodoridae nd																								
Spionidae nd	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*
<i>Spiophanes bombyx</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*
<i>Sthenelais boa</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*
Syllidae juv					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*
Terebellidae nd		*			0,003						0,002												0,001	0,004
<i>Trachytrypae jeffreysii</i>																								
<b>Poriferi</b>						*																		
Porifera nd						*																		
<b>Sipunculidi</b>																	0,001	0,009	*				0,032	
<i>Aspidosiphon muelleri</i>		*	*				*	*	0,001	*	*			*					*	*		0,001		
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	*	*				*	*	0,001	*	*			*					*	*		0,001		
Sipuncula nd	0,018	*	0,004	0,002	0,008	*		0,003	0,001	*	0,001	0,006	0,009	0,009	0,004	0,009	0,006	0,002	*	0,004	*	*	0,005	
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,219</b>	<b>0,610</b>	<b>0,780</b>	<b>0,034</b>	<b>4,627</b>	<b>0,280</b>	<b>0,122</b>	<b>0,439</b>	<b>0,333</b>	<b>0,803</b>	<b>0,446</b>	<b>0,750</b>	<b>0,222</b>	<b>0,701</b>	<b>13,755</b>	<b>0,254</b>	<b>5,714</b>	<b>0,175</b>	<b>0,334</b>	<b>0,241</b>	<b>0,156</b>	<b>0,771</b>	<b>0,607</b>	<b>0,221</b>



Tab. 3-XL – continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli						
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
<b>Molluschi</b>																									
Bivalvi																									
<i>Abra prismatica</i>														0,002											
<i>Aequipecten opercularis</i>																4,589									
<i>Anomia ephippium</i>															0,001										
<i>Azorinus chamasolen</i>																								1,016	
<i>Kurtiella bidentata</i>						*																			
<i>Modiolarca subpicta</i>						0,002																			
<i>Nucula nitidosa</i>																									
<i>Nucula sulcata</i>											0,228	0,001	0,001			0,001						0,061			
<i>Pecten jacobaeus</i>																6,423									
<i>Phaxas adriaticus</i>						*																			
<i>Timoclea ovata</i>					0,005	0,012	0,006	*			0,002			0,003	0,003	0,001		0,005							
<i>Leptognathia</i> sp				*																					
Caudofoveati																									
<i>Falcidens guttuosus</i>							*																	*	
Gasteropodi																									
<i>Hyalia vitrea</i>			0,001								*	*	0,001	0,001			*	*						*	
<i>Turritella communis</i>	0,173	0,442	0,109				0,116	0,104			0,071						0,009					0,023		0,143	
<b>Nemertini</b>																									
Nemertea nd	0,035	0,002	*	*	*	0,001	0,001	*	*		*		0,049	*	0,001			*			0,001				
<b>Pantopodi</b>																									
Pycnogonidi								*														*			
Pycnogonida nd								*														*			
<b>Policheti</b>																									
<i>Ampharete acutifrons</i>				0,001	0,003	0,001	*	0,001	*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	
Ampharetidae nd	0,002	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	*	*	0,001	*	*	*	0,001	*	*	*	*	0,002	*	0,002	*	0,001	0,001	
<i>Amphicteis gunneri</i>			0,001																						
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>											*	*	*		*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	*	0,001	*	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*			*		0,001																	*	*	
<i>Aponuphis brementi</i>	0,010	*	0,001	0,001	0,001	*		0,001							*								0,028		
<i>Boccardia</i> sp						*																			
Capitellidae nd	*	0,005	0,010	0,007					*		0,002	0,003	0,001		0,003	0,002	0,004	0,002	0,001	0,006	0,001	0,005		0,001	
Chaetopteridae nd						0,018																			
<i>Chaetozone caputesocis</i>			0,001	0,006	0,002	*	0,008	0,002	0,002				0,001										*	*	
<i>Chirimia biceps</i>						*																		*	
Cirratulidae nd	*	*			*	*		*		0,015	0,025	0,003		*	0,002		0,061	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Ditrupe arietina</i>	*	*			*	*									*	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Dorvillea rubrovittata</i>						*									0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Dilonereis filum</i>								*	0,003	*	*	0,001			*										
<i>Glycera alba</i>				*		0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,153	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
<i>Glycera rouxii</i>	0,001	0,001		0,003	0,018	0,009	0,023	0,002	0,001	0,001	*	*	0,001	0,015	0,034	0,006	0,006	0,001	0,001	0,001	0,003	0,007	0,007		
<i>Glycera</i> sp	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	*	0,007	0,009	*	*	*	*	0,002	0,002	0,007	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		
<i>Glycera tessellata</i>			*	*	*	0,004	0,056	0,042					0,006	*	*	*	*	*	*	0,001	0,071	0,001		0,087	
<i>Goniada maculata</i>					0,003				*				*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001			
<i>Harmothoe</i> sp		*	0,003			0,002	0,001	*	0,001				0,072	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	
<i>Hyalinoecia tubicola</i>				*											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Hydroides norvegicus</i>								0,003	*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Labioleanira yhleni</i>								*	0,013	0,001				0,068	0,081						0,010				
<i>Lumbrineris gracilis</i>				*		0,003	*		0,001										0,001	*		0,003		0,001	
<i>Lumbrineris</i> sp						*											0,309	*	*	*	*	*	*	*	
Maldanidae nd						*																		0,001	
<i>Marphysa bellii</i>	0,002	0,057	0,032	0,078			0,052		0,088	0,048	0,065	0,016	0,096	0,080	0,085	0,024	0,033	0,054	0,036	0,133	0,069	0,018	0,101	0,006	
<i>Melinna palmata</i>	*	*	*	0,001	0,002	*	*	0,002	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Minuspio cimifera</i>		*			*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tab. 3-XL – continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B										Controlli			
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																								
<i>Nephtys hombergi</i>									0,003						*			0,017		0,003	0,018	0,006	0,007	
<i>Nephtys hystrix</i>	0,009	0,015	0,003						0,007	0,001	0,003	0,006	0,003					0,003	0,023	0,005			0,005	0,001
Nereididae nd		0,001						0,003														*		
<i>Ninoe</i> sp				0,003				0,005	0,003		0,001	0,009							0,004	0,003				0,001
<i>Notomastus aberans</i>	0,005	0,012	0,015	0,002			0,037		0,018	0,014	0,026	0,023	0,014	0,015	0,002	0,018		*	0,002	0,013	0,005	0,006	0,001	0,006
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	*	0,001	*	0,002	*	*	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*
<i>Ophiotromus flexuosus</i>		0,001	*	0,001	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>		*	*	0,001	*	0,008	0,001	0,001							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,003	0,002	0,003	0,001	0,001	*	0,007	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0,002	*	0,002	0,003	
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	*	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*	*	*	*	0,001	*	0,001	0,002	
Paraonidae nd	0,001	0,003	0,001	0,001	*	0,001	0,003	0,004	0,003	0,004	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,004	0,003	0,002	0,003	0,001	
<i>Paraprionospio pinnata</i>			0,003																					
<i>Pectinaria koreni</i>																*								
Phyllodocidae nd							0,003																	
<i>Phylo norvegica</i>									0,002			0,002												
Pilargidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*
<i>Pilargis verrucosa</i>												*												
<i>Pista breviranchia</i>						0,002	*																	
<i>Poecilochetus serpens</i>		0,001				*															*			
<i>Pomatoceros triqueter</i>								0,006																
<i>Prionospio</i> sp	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sabellidae nd	*	0,001	*	*	*	0,001	0,001	0,002	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>		0,001		0,001			0,002	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*		0,001	*	*
<i>Scoletoma</i> sp			0,002				0,001	0,006	*	*	0,002	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001		*	*	*
<i>Scoloplos armiger</i>	*						*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	0,001	0,001		*	*	*
<i>Serpula vermicularis</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
Sphaerodoridae nd							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
Spionidae nd	*	*	*	0,001	0,002	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*
<i>Sternaspis scutata</i>						*		0,005																
<i>Sthenelais boa</i>															0,004									
<i>Syllis</i> sp								*																
Terebellidae nd											0,002	0,001									0,001			0,002
<b>Sipunculidi</b>																								
<i>Aspidosiphon muelleri</i>			0,001			*															0,039	*		
<i>Onchesoma steenstrupi</i>	0,001	*		*	0,001	0,002	*	0,002				*	0,001	*		0,001	0,001	*	*	0,001	*	*	0,001	0,002
<i>Phascolion strombus</i>															0,009									
<i>Sipuncula</i> nd	0,001		0,003	0,003	0,013	0,003	0,003	0,004	0,003	0,195	0,006	0,001	0,003	0,006	0,020	0,001	0,117	0,003	0,002	0,050	0,004	*		
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,429</b>	<b>0,586</b>	<b>0,284</b>	<b>4,040</b>	<b>0,085</b>	<b>10,378</b>	<b>0,358</b>	<b>1,016</b>	<b>0,385</b>	<b>0,216</b>	<b>0,677</b>	<b>0,112</b>	<b>12,394</b>	<b>0,343</b>	<b>0,164</b>	<b>17,384</b>	<b>0,684</b>	<b>0,439</b>	<b>0,091</b>	<b>2,365</b>	<b>0,511</b>	<b>0,206</b>	<b>0,319</b>	





Tab. 3-XLI – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Crostacei</b>																								
Misidiacei	Misidiacea nd														*									
Ostracodi	Ostracoda nd	*																						
Stomatopodi	Stomatopoda nd																						0,002	
Tanaidacei	<i>Apseudes spinosus</i>																		*	*			*	
	<i>Leptognathia</i> sp																							
<b>Echinodermi</b>																								
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	0,481						2,053																2,770
Ophiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>					0,005										0,015	*							
	<i>Ophiotrix fragilis</i>						0,005			*							*							
	<i>Ophiura albida</i>																							
<b>Molluschi</b>																								
Bivalvi	<i>Abra nitida</i>																				0,078			
	<i>Abra prismatica</i>																					0,001		
	<i>Aequipecten opercularis</i>						1,206																	
	<i>Anomia ephippium</i>	0,004			0,010	0,007	0,009								0,017	0,005								
	<i>Atrina fragilis</i>						1,658																	
	<i>Hemilepton nitidum</i>																							
	<i>Hiatella arctica</i>					0,001	0,003								0,001									
	<i>Kellia suborbicularis</i>																	*					*	
	<i>Kurtiella bidentata</i>																*							
	<i>Modiolarca subpicta</i>				0,001	0,002	0,007								0,001			*						
	<i>Modiolula phaseolina</i>					0,005	0,007								*									
	<i>Musculista senhousia</i>					*																		
	<i>Neopycnodonte cochlear</i>					0,041	1,394								0,055	1,566								
	<i>Nucula nitidosa</i>																	*					0,003	
	<i>Phaxas adriaticus</i>																							
	<i>Pteria hirundo</i>						0,036								0,185									
	<i>Saccella commutata</i>	0,001														0,004								
	<i>Thyasira biplicata</i>						*																	
	<i>Thyasira succisa</i>		*		*			*		*														
	<i>Timoclea ovata</i>	0,001	0,001	0,011	0,009	0,002	0,019	0,013	0,105						0,002	0,035	0,010	*					*	
	<i>Venerupis aurea</i>	0,001																						
Caudofoveati	<i>Falcidens gutturosus</i>	*		*		*																		
Gasteropodi	<i>Acteon tornatilis</i>																							
	<i>Bela brachystoma</i>					*							0,001											
	<i>Bittium latreillii</i>					0,169	0,199	0,018							0,078									
	<i>Hyalia vitrea</i>		0,001		0,001	0,001		*	*		0,001				0,001		*	0,001			*	0,001		*
	<i>Mangelia coarctata</i>																							
	<i>Polinices nitida</i>						0,034								0,004									
	<i>Turritella communis</i>	0,135	0,009	0,035	0,002		0,001	0,003	0,015		0,014				0,002	0,040		0,007	0,062	0,050				0,065
<b>Nemertini</b>																								
	Nemertea nd	*	0,001	*	*	*	0,002	0,001	*	*	*	*	0,001	*	0,001	0,009	0,003	0,001	*	*		*	0,006	
<b>Platelminti</b>																								
	Platelminta nd					0,002																		
<b>Policheti</b>																								
	<i>Ampharete acutifrons</i>	*	0,002			0,001	0,002	*	*		*	*	*	*	0,001	*	*		0,002	0,001		*	0,001	
	Ampharetidae nd	*	0,001	*	*		0,005	*			0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*									0,001				*	*	*	*	*	*		*	*	*
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	0,001	0,001	*	*	*	0,001	*	*	0,001	*	*	0,001	*	*	0,002	0,001	0,001	*	*	*	0,001	*
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Aponuphis brementi</i>			0,015	0,003	*		0,006									*							0,019
	<i>Boccardia</i> sp				*																			

Tab. 3-XLI – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																								
<i>Capitella capitata</i>					*		*								*	*	*							
Capitellidae nd		*													*	*	*							
Chaetopteridae nd					0,002		0,004	0,028		0,106					0,001		*							
<i>Chaetozone caputesocis</i>	*	0,005	0,001	0,001	0,013	*	0,002					*	0,002	0,003	0,001	0,003		0,002	0,003					0,001
<i>Chirimia biceps</i>				0,001											0,001									
Cirratulidae nd				0,001			*		0,013	0,020	0,025	0,001	0,038		*	*	*		*	*		*		
<i>Ditrupe arietina</i>		0,001				0,001	0,006	0,002				*			*		*		*	*		*		
<i>Dorvillea rudolphii</i>			*		*	*									*	*								
<i>Drilonereis filum</i>				0,001													0,003							
<i>Euclymene oerstedii</i>																				1,457		0,737		
<i>Eupanthalis kinbergi</i>																								
<i>Filograna</i> sp						0,003																		
<i>Glycera alba</i>		*	0,001	0,001	0,130			0,001	0,015			0,001			0,001			0,013					0,043	
<i>Glycera rouxii</i>	0,161	0,010		0,002		0,065	*					0,177		0,059	0,011	0,067	0,002							0,012
<i>Glycera</i> sp	0,001	0,007	*	*	0,008	0,002	*	*	0,001	*	0,001	0,001	*	0,014	0,008	*	0,017	0,001	*	*	*	*	*	
<i>Glycera tessellata</i>	0,011	0,001	*	*	0,001		*	0,001			0,001	*	0,001	0,001	0,006	0,001				*	0,013	0,001	*	
<i>Glycine nordmanni</i>																				*				
<i>Goniada maculata</i>								0,001								0,001							*	
<i>Harmothoe antilopes</i>			*																					
<i>Harmothoe</i> sp		0,001	0,001		*	0,038								0,001	0,003	0,002	*	0,002	0,001	*				
<i>Hydroides norvegicus</i>			*		0,004	0,001										0,001								
<i>Inermonephtys inermis</i>		*															0,006							
<i>Labioleanira yhleni</i>									0,150			0,015		0,011		0,004		0,014						
<i>Levinsenia oculata</i>		0,001																						
<i>Lumbrineris gracilis</i>				0,003				*				*					*	*	0,001			0,001		
<i>Magelona alleni</i>			*		*																			
<i>Malidanidae</i> nd			0,145	*								*			*	*	0,006					*		
<i>Marphysa bellii</i>	0,143	0,067	0,068	0,124	0,223		0,041	0,346	0,057	0,076	0,139	0,070	0,003	0,182	0,098	0,115	0,113	0,206	0,088	0,069	0,107	0,011	0,009	0,033
<i>Melinna palmata</i>		*	0,001		0,001	0,001	0,004								*	*	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	*	0,002
<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>					*										*	*			*	*				
<i>Minuspia cirrifera</i>		*									*					*	*	*	*	*	*			
<i>Naineris</i> sp																				0,001				
<i>Nephtys hombergi</i>															0,001									
<i>Nephtys hystrix</i>		0,014		0,006			0,008						0,020			0,003			0,077	0,001	0,050	0,021		
Nereididae nd			*		*							*			*	*								
<i>Ninoe</i> sp	*	0,005	0,005	*	0,004				0,001			*	0,002		0,004	*	0,001	0,001	0,005	*		0,001		0,002
<i>Notomastus aberans</i>	0,008			0,001	0,001		*	0,022		*	0,005	0,011	0,015	0,002		0,001	0,013	0,014	0,006	0,011	0,015	0,002	0,002	0,009
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001	0,001	*	0,001	0,002	*
<i>Ophiodromus flexuosus</i>					*		*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>		*	*	*	*		0,003	*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,003	0,008	0,004	0,010	0,003	0,001	0,002	0,002	*	0,001	0,002	*	0,007	0,002	0,002	0,003	0,005	0,003	0,002	0,009	0,002	0,006	0,002	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,002		*	*		0,001	0,001		*	0,001	0,001	*	*	*	0,001	0,001	0,004	*	*	*	0,001	0,001	*
Paraonidae nd	0,002	0,004	0,001	0,003	0,007	*	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,004	0,002	0,003	0,001	0,002	0,001	0,002
<i>Paraprionospio pinnata</i>					*																		0,001	
<i>Pectinaria koreni</i>					0,014																*			
<i>Phyllodoce</i> sp	*		0,008			0,011	*					*				0,030								
Phyllodocidae nd				*		*												0,034	*					
<i>Phylo norvegica</i>							*								0,004									
Pilargidae nd		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tab. 3-XLI – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																								
<i>Pilargis verrucosa</i>			*							*	*				*		*							*
<i>Pista cristata</i>																	*							
<i>Pista</i> sp					0,001		*												*					
<i>Poecilochetus serpens</i>																			*					
<i>Pomatoceros triqueter</i>						0,001													*					
<i>Praxillella gracilis</i>				0,001																		0,002		
<i>Prionospio ehlersi</i>															0,002									
<i>Prionospio</i> sp				*			0,001				*			*	*	*	*	*	*	*		*		*
Sabelliidae nd		*		*	0,001		0,026	*	*		*	*	*	*	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*		*		*
<i>Scalibregma inflatum</i>	0,001	*		0,001	*	*						*	*	*	*	*	0,002	0,001	0,001	*	*	*		*
<i>Scoletoma impatiens</i>	*	*	0,001	*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
<i>Scoletoma</i> sp				*				*	*			*	*	0,001				*	*	0,003	*	*	*	*
<i>Scoloplos armiger</i>		*								*							*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Serpula vermicularis</i>					*		*										*	*	*	*	*	*	*	*
Serpulidae nd				0,001	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sphaerodoridae nd							*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Spionidae nd		*	*	0,001	0,002	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>	*	*			0,001			*		0,001						*			*	*	*	*	*	*
<i>Syllis</i> juv																	*	*	*	*				
<i>Syllis parapari</i>															*	*	*	*	*	*		0,001		*
Terebellidae nd		0,005		*	*		*					0,001	0,002			0,018	0,001	*	0,001	*			*	*
<i>Terebellides stroemi</i>				*			*					*				*	*	*	*	*				*
<b>Poriferi</b>																								
Porifera nd															0,056									
<b>Sipunculidi</b>																	*	0,001	0,015	*			0,010	
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	*	*					0,001	0,001	0,003	*		0,001	*		*	*	*	*	*	*		*	*	0,003
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	0,001			0,001		*	0,001				0,001	*		0,011	0,001	0,001	0,005	*	*		0,013	*	
<i>Phascolion strombus</i>			0,002			*	*	0,002							0,001	0,003	0,001	0,005	*	0,007	0,004	*	*	0,002
<i>Sipuncula</i> nd	0,003	0,003	0,003	0,005	0,001	*	0,003	0,001	0,006	0,001	0,033	*	0,009	0,001	0,001	0,003	0,001	0,005	*	0,007		*	*	
<b>Tunicati</b>																								
Ascidieci <i>Ascidia mentula</i>																		0,147						
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,981</b>	<b>0,455</b>	<b>0,570</b>	<b>0,474</b>	<b>4,942</b>	<b>4,969</b>	<b>0,284</b>	<b>3,134</b>	<b>0,256</b>	<b>0,316</b>	<b>0,253</b>	<b>0,435</b>	<b>0,987</b>	<b>0,794</b>	<b>1,200</b>	<b>2,960</b>	<b>0,401</b>	<b>0,859</b>	<b>0,412</b>	<b>1,678</b>	<b>0,323</b>	<b>3,617</b>	<b>0,175</b>	<b>0,341</b>

**Tab. 3-XLII** – Lista e biomassa (gr. 0,095 m<sup>-2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 4° survey post lavori. \* = <0,001 gr. 0,095 m<sup>-2</sup>.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																								
Briozoa nd		0,004			0,004	0,016								*	*				*					
Schizoporella errata			0,007		0,035	0,005									0,006	0,007	0,003							
Scrupocellaria scruposa					0,003	*	0,001	*							0,014	0,003	*				*	0,001	0,001	
Triticella flava	*		*													*	*		*					
<b>Cnidari</b>																								
Antozoi																								
Actiniaria nd				*			*									*					*			
Anthozoa nd			*	0,001			*	*		*	*			*	*						*			
Edwardsia clapedii																0,001	0,009							
Epizoanthus sp						0,113																		
Funiculina quadrangularis							*																	
Virgularia mirabilis									*															
Idrozoi									*															
Hydroidea nd	0,006	0,002	*	0,001	0,003	*	*		*				*	0,011	0,002	*			*		0,004	*		
<b>Crosteacei</b>																								
Anfipodi																								
Acidostoma nodiferum																0,001		0,001						
Ampelisca diadema					*		*			*					*							*	*	
Aora gracilis																			*					
Corophium sp													*							*				
Eriopisa elongata	0,002																						0,001	
Harpinia dellavallei	*								*	*											0,001	*		
Leucothoe incisa										*				*										
Leucothoe liljeborgi															*					*	*	*	*	
Orchomene grimaldii				0,003			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Paraphoxus oculatus		*		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Phtisica marina															*					*	*	*	*	
Pseudolyrius kroyerii					*																			
Pseudoprotella phasma	*																							
Stenothoe sp					*																			
Cirripedi																								
Balanus perforatus						0,709																		
Copepodi																								
Copepoda nd																								
Cumacei														*	*						*			
Eudorella truncatula				*																*				
Leucon siphonatus				*																				
Decapodi																								
Alpheus glaber			0,113			0,058			0,082	0,006				0,060	0,054	0,014							0,010	
Callinassa subterranea	0,035	0,004	0,013		0,028	0,009	0,008	0,006	0,044	0,051	0,010	0,006	0,050	0,003	0,031	0,007	0,003	0,004	0,009	0,033	0,018	0,017	0,009	
Ebalia deshayesi							0,001																	
Goneplax rhomboides	0,349		0,030		0,081	0,033	0,706	0,500		0,019	0,074		0,820			1,066	0,907	0,030	0,908	0,093	0,029			
Jaxea nocturna																								
Liocarcinus depurator						3,147																		
Monodaeus couchi				0,075	0,030	*									0,006	0,031								
Paguridae nd						*																		
Processa sp					0,022					0,003				0,004										
Solenocera membranacea																						0,777	0,285	
Upogebia deltaura				*											0,001									
Upogebia stellata																							0,040	
Isopodi														0,005								*		
Cirolanidae nd																								
Eurydice sp																								
Janira sp							*																	
Misidiacei	*																							
Misidiacea nd	*																							
Ostracodi																				*				
Ostracoda nd																								

Tab. 3-XLII – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli						
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
<b>Echinodermi</b>																									
Echinoidei <i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	2,176	2,977								2,131											1,068				
Ofiuroidei <i>Amphiura chiajei</i>					*	0,001										0,011									
Oloturoidei <i>Labidoplax digitata</i>																					0,077				
<i>Trachythone tergestina</i>					0,002																				
<b>Molluschi</b>																									
Bivalvi <i>Abra prismatica</i>					0,001																				
<i>Anomia ephippium</i>				*		*									0,135										
<i>Arca noae</i>															0,205										
<i>Hiatella arctica</i>				*											0,001										
<i>Modiolarca subpicta</i>						0,001									0,001										
<i>Modiolula phaseolina</i>					0,001																				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>						6,499									2,566										
<i>Neopycnodonte cochlear</i>				0,014		1,452									0,086										
<i>Nucula sulcata</i>	0,017	0,002																		0,041					
<i>Pandora pinna</i>							0,003																		
<i>Parvicardium minimum</i>							*																		
<i>Plagiocardium papillosum</i>							*								*										
<i>Saccula commutata</i>						0,003									*										
<i>Timoclea ovata</i>				0,049	*	0,005	0,001									0,042	*					0,138			
Caudofoveati <i>Falcidens gutturosus</i>	*			*	0,001		*																		
Gasteropodi <i>Acteon tornatilis</i>		*																							
<i>Bela brachystoma</i>					0,001	0,001	0,002				*					0,002									
<i>Eptonium commune</i>	*				0,017						0,005														
<i>Hyalia vitrea</i>	*	0,001		*		0,001	*	0,002	*	*	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*		*			0,001	*	*	0,002	
<i>Mangella coarctata</i>	0,004																								
<i>Turritella communis</i>	0,399	0,012		0,036	0,025	0,008	0,082	0,042	0,042		0,027	0,017	0,001	0,031	0,058	0,023		0,054	0,007		0,291	0,128			
<b>Nemertini</b>																									
Nemertea nd	0,111	*	0,075	*	*	*	*		*	*		*	0,001	0,001	0,003	0,001	*	*	0,006	0,045	0,003	0,001		0,087	
<b>Policheti</b>																									
<i>Ampharete acutifrons</i>	*	*		0,001	*					*	*	*	0,001	*	*	0,001	*	*	*	*		0,001	0,001	*	
Ampharetidae nd	*	*	*	*	*		0,002	*		*	*	*	*	*	*	0,002	*	*	*	*		*	*	*	
<i>Amphicteis gunneri</i>															0,003										
Amphinomidae nd														*											
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,003	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,001	0,001	*	*	*	0,001	0,001	*	0,001	
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Aponuphis brementi</i>			0,005		0,014	0,021								0,001	0,024		0,030					0,007	0,017		
<i>Aquilaspio sexoculata</i>																									
Capitellidae nd	0,001			0,001	0,001																	0,001	*	*	
Chaetopteridae nd			*	*																				0,012	
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,004			0,002	0,001	*				0,002			*									*	0,002	
<i>Chirimia biceps</i>																		0,026				0,001	*	*	
Cirratulidae nd	0,002	0,016	*	0,001	*	0,010	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Cossura soyeri</i>					*																				
<i>Ditrupe arietina</i>						*																			
<i>Dorvillea rudolphii</i>					*	*											*								
<i>Drilonereis filum</i>	0,002	0,002			0,001								0,001									0,001		0,002	
<i>Euclymene droebachiensis</i>																								0,344	
<i>Filigrana sp</i>															*										

Tab. 3-XLII – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																								
<i>Glycera alba</i>					0,131	0,006		0,010					0,003		*	*								0,001
<i>Glycera rouxii</i>	0,020				0,588	0,035	0,003		0,029	*	0,125	0,058	0,001		0,003	0,080	0,004	0,107	0,003				0,026	
<i>Glycera</i> sp	*	0,002	*	0,012	*	0,002	*	*	0,008	0,064	*	*	*	0,003	0,014	0,006	0,010	*	0,001	*	*	*	*	
<i>Glycera tessellata</i>			0,001	*			*	*		*		0,001				*				*	*		0,001	
<i>Glycera tridactyla</i>							0,103							0,006			0,017							
<i>Harmothoe</i> sp				0,002			*				0,001		0,001		0,005	*				*				
<i>Hydroides norvegicus</i>				*			*									*				*				
<i>Labioleanira yhleni</i>		0,041	0,034			0,014			*	*		0,002	*		*		0,048		0,005			0,005	0,090	
<i>Lumbrineris gracilis</i>		0,001					*		*	*		*	*		*							0,002		
<i>Magelona alleni</i>				*			*								*							*		
Maldanidae nd											*			*	0,003	0,003		0,178				*		
<i>Marphysa bellii</i>	0,156	0,127	0,141	0,006	0,209		0,014	0,038	0,053	0,083	0,041	0,085	0,220	0,027	0,253	0,076	0,142	0,030	0,066	0,076	0,155	0,040	0,091	
<i>Melinna palmata</i>		*	*	*		0,001		*	*	*	0,002	0,001			0,002				*	*	*	*	0,040	
<i>Minuspia cirrifera</i>	*	*	*	*			*	*	*	*										*	*	*	*	
<i>Nematoneis unicornis</i>				*			*													*	*	*	*	
<i>Nephtys hombergi</i>							*							0,011						0,011		0,014		
<i>Nephtys hystricis</i>	0,018	0,012	0,013		0,023	0,008	0,003	0,008	*	*	0,010	*	0,003		0,001		0,006	0,003		0,022	0,014	0,013	0,001	
Nereididae nd	*		0,003		0,001		*	*	*	*			0,001						*	*	*	*	*	
<i>Ninoe</i> sp	0,002					0,001	0,001	*		0,002		*	*				*	*					0,002	
<i>Nothria conchylega</i>				0,001			*												*	*	*	*	*	
<i>Notomastus aberans</i>	0,008	0,015	0,022	0,011	0,010	0,012	0,012	0,004	0,001	0,010	0,015	0,004	0,026	0,004	0,036	0,027	0,001	0,002	0,002	*	0,019	0,014	0,032	
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	*	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	0,002	0,001	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	*	*	*	*	*	*	0,002	*	*	*					0,001	*		*	*	*	*	*	*	
Orbiniidae nd								0,006	*	*				*	*	*		*	*				*	
<i>Owenia fusiformis</i>	*						*	*	*	*				*	*	*		*	*				*	
<i>Paradiapatra calliopae</i>	0,002	0,001	0,001	0,011	0,003	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001	*	0,004	0,001	0,005	0,003	*	0,001	0,003	0,003	*	0,001	0,001	
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,003	*	*	0,001	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	*	*	*	*	
Paraonidae nd	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	*	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,005	0,002	0,003	0,003	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	
<i>Paraprionospio pinnata</i>						*	*								0,002	0,001								
<i>Pectinaria koreni</i>					*		*								0,002	0,001								
<i>Phyllodoce</i> sp					0,001		*								*	*								
Phyllodoceidae nd			*		*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*					
Pilargidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001		*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	
<i>Pilargis verrucosa</i>		*		*			*	*	*	*		0,001							*	*	*	*	*	
<i>Pista brevibranchia</i>							*	*	*	*								*	*					
<i>Pista unibranchia</i>							*	*	*	*						0,003			*					
<i>Poecilochetus serpens</i>					*		*	*	*	*					*	*			*	0,001			0,001	
<i>Pomatoceros triqueter</i>					*		*	*	*	*					*	*			*					
<i>Praxillella gracilis</i>							*	*	*	*					*	*			*		0,002	0,032		
<i>Prionospio ehlersi</i>		0,002					*	*	*	*					*	*		*	*	0,001	*	*	*	
<i>Prionospio</i> sp	*	*	0,001	*	0,001		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	
<i>Prionospio steenstrupi</i>	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Sabellidae nd		*		0,001	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Scalibregma inflatum</i>		*	*		0,004	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Scoletoma impatiens</i>		*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Scoletoma</i> sp		0,008					*	*	*	*	0,004		0,001	*	0,001	*	*	*	*	0,015	0,001	*	*	

Tab. 3-XLII – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																								
<i>Scoloplos armiger</i>	*						*	*		*	*	*	*			*		*		*	*	*	*	*
<i>Serpula concharum</i>																								
<i>Serpula vermicularis</i>				0,009																				
Serpulidae nd															*	*								
Sphaerodoridae nd													*		*	*				*				
Spionidae nd	*	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	0,002	0,002	*	*	0,001	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>					*		*		*	*					*					*			*	*
Syllidae juv						*									*					*			*	*
<i>Syllis parapar</i>				*			*									0,001				*			*	*
<i>Syllis</i> sp					0,001															*			*	*
Terebellidae nd	0,004	0,001		0,006		*			0,001	*				0,009	0,003	0,010				*			*	*
<i>Terebellides stroemi</i>			*		*	0,001							0,006							*			*	*
<b>Poriferi</b>																								
Porifera nd						0,024																		
<b>Sipunculidi</b>																								
<i>Aspidosiphon muelleri</i>		0,006													0,004	*								
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	*	0,001	*			0,001	0,001	*			0,002	0,001	0,001				*	*	*	0,001	0,002	*	0,001	0,008
<i>Phascolion strombus</i>				0,001	*		0,002									0,014							0,001	
Sipuncula nd	0,004	0,002	0,006	0,002	0,015	0,012	0,003	0,240	0,034		0,003	0,002	0,003		0,002	0,030		0,014	0,005	0,002	0,001	0,001	*	0,002
<b>Biomassa totale</b>	<b>3,325</b>	<b>3,249</b>	<b>0,469</b>	<b>0,248</b>	<b>4,413</b>	<b>9,068</b>	<b>0,957</b>	<b>0,863</b>	<b>0,303</b>	<b>2,378</b>	<b>0,328</b>	<b>0,192</b>	<b>1,226</b>	<b>0,182</b>	<b>3,480</b>	<b>1,494</b>	<b>1,108</b>	<b>2,751</b>	<b>1,027</b>	<b>0,380</b>	<b>1,812</b>	<b>1,039</b>	<b>0,924</b>	<b>0,256</b>



Fig. 3.50 – Esempi di *Brissopsis atlantica mediterranea* e *Liocarcinus depurator* rinvenuti rispettivamente in una replica prelevata dai siti B6 e A8 nel 4° survey post lavori.



### **3.6.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE**

Sin dall'inizio del monitoraggio della piattaforma Bonaccia NW, i popolamenti bentonici rinvenuti sono risultati prevalentemente composti da taxa tipici di fondo mobile e, in particolare, da organismi Limicoli (Lim; Tabb. 3-XLIIIa e 3-XLIIIb), seguiti dagli indicatori di materia organica nel sedimento (MO) e dai Sabulicoli (Sab). A proposito di questi ultimi, interessante è apparso il loro incremento in termini di numero di individui solo nel 2° survey post lavori in corrispondenza di BO SE, sito caratterizzato, in quel survey, da un incremento cospicuo di sabbia nei sedimenti (Cfr. Cap. 3.3.1.).

Nel 4° survey post lavori la ripartizione tra i vari gruppi biocenotici è risultata per lo più confermata, sia per quanto riguarda la Ricchezza specifica che il numero di individui.

In corrispondenza di Bonaccia NW, soprattutto nei due siti allineati con il transetto A, a partire dal 1° survey dopo l'installazione della piattaforma è stato registrato un lieve e costante incremento di taxa tipici di fondi rocciosi, che nel 3° campionamento post lavori sono arrivati a eguagliare o addirittura superare le abbondanze dei Lim. L'importanza di questo gruppo biocenotico si è invece notevolmente ridotta nell'estate 2017, nonostante rimanga comunque ben rappresentato per numero di specie e individui.

Anche gli organismi aventi Larga ripartizione ecologica (Lre) e i Misticoli (mixt) hanno seguito un andamento simile a quello appena descritto, con un costante aumento nel tempo a partire dall'installazione di Bonaccia NW. L'importanza di entrambi i gruppi è stata confermata nel 4° survey post lavori, anche se con una lieve riduzione di Ricchezza specifica e abbondanza rispetto al primo semestre del 2017.

**Tab. 3-XLIII** – Numero di taxa (a) e di individui (b) rinvenuti nell'intero periodo determinati a livello di specie suddivisi in base alla loro affinità biocenotica. In giallo sono indicati i gruppi più numerosi. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXXI.

a)	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
<b>Pre-Survey</b>												
Sm												
Lim, VTC, VB	12	12	15	15	8	11	9	9	11	15	13	12
Sab, SFBC		1	1	3	1	2				1	2	
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	2	2	3	1	1		2		1	1	3	1
Minut						1	1				1	1
MO	6	4	4	6	4	5	6	5	6	5	6	6
AP, C, HP, Sd	3	1	1	1			1				1	2
Lre	2	2	1		1	1	1	1	1	2	3	2

b)	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
<b>Durante lavori</b>												
Sm												
Lim, VTC, VB	14	2	6	13	10		6	7	12	7	11	9
Sab, SFBC	2			2					2	1	2	1
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	2	1	2	2	1		1	1	1		1	1
Minut	1											
MO	5	3	2	4	5		1	3	4	4	4	6
AP, C, HP, Sd	1											
Lre	2			2							1	

1° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim, VTC, VB	12	12	15	5	6	5	8	7	10	15	9	10	4	9	6	9	8	8	14	7	10	10	14	7
Sab, SFBC	4	1	2	1	3	2	2	1	2	2	1	2	3	2	3		2		2		1		2	
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	1		2	2	5		1		1						1	1	2	1	1	2				
MI					1		1								1					1				
Minut		1			1			1											1			1	1	
MO	4	5	5	5	6	3	6	5	3	4	3	3	3	4	4	2	5	4	5	4	3	4	5	2
AP, C, HP, Sd	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1			1		
Lre	1	1	4		1	1	1	1	1	1	1	1			1	2	2	1	1	1		1	2	

2° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim, VTC, VB	8	11	13	13	8	11	11	13	12	12	11	12	12	10	8	12	8	9	9	11	9	9	12	10
Sab, SFBC		2	2	3	2	3	4	3	3	1	2	1		2	3	3	1	2		2	3	1	3	2
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	1			3	2	2	2	2		2				1	1	4	1	1	1		2			1
MI	1	1			1										1	1	1		1					
Minut	1		1	1	1			1		1		1							1	2				
MO	5	5	4	5	3	6	5	5	5	4	3	4	4	4	5	4	3	2	5	4	4	5	6	4
AP, C, HP, Sd		1	1	2	1	3	3	4	1	1		1		1	3	5			1	1	1	2	1	
Lre	1				1	1	1	3	1	1	2	1	1	2	4	3		1	1	1		1	1	

3° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim, VTC, VB	13	15	13	16	20	9	15	13	8	10	8	14	9	9	16	15	15	16	12	12	11	14	11	9
Sab, SFBC	1	3	3	2	4	2	1	3		3	2	2	1	1	7	5	5	3	2	2	3	6	1	3
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	3	3	3	3	4	7	2	1		3		2	2	2	4	4	3	2		4	1	2	1	
MI		1			1	1	1	1				1			1	1	1		1				1	
Minut		1	1		1	1	1								1	1		1	1	1	1	1	1	1
MO	6	6	1	7	4	1	7	4	3	4	5	6	4	4	4	8	8	6	5	6	4	4	5	4
AP, C, HP, Sd	1	1	5	3	9	9	3	1			1	2	1	3	8	5	3	2	1		1	3	2	
Lre	2	3	3	3	6	4	3	2		1			1	2	6	4	3	3	1	2	1	2	3	1

4° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim, VTC, VB	16	14	11	11	18	17	16	11	11	12	11	11	14	10	11	13	8	15	10	14	14	14	18	8
Sab, SFBC	2	4		4	4	1	5	1	3	2	2	3	1	3	5	5	2		2	1	2		5	
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	1	3	1	4	5	1	5		2	2	2		2		5		1	1	2		4	1	4	1
MI					1										1									
Minut		1	1	1		1					1	1			1					1				
MO	6	6	5	5	6	6	5	5	3	6	5	5	6	4	6	6	5	7	5	4	5	5	6	2
AP, C, HP, Sd			1	5	3	5	3	2		1		1			5	4	1		1		3	1	2	
Lre	2	1	1	4	5	5	3	1		1	2	1	1		5	7	2	2		1	2	1	2	1

**Tab. 3-XLIII – Continuo.**

**b)**

Pre-Survey	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
Sm												
Lim. VTC, VB	19,00	14,33	13,00	12,33	11,00	11,56	8,33	9,67	10,67	18,33	25,33	18,33
Sab, SFBC		0,33	0,33	1,00	0,33	0,78				1,00	0,67	
Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	0,67	1,67	1,33	0,33	0,33		1,00		0,33	0,33	1,33	0,33
Minut						0,33	0,33				0,33	0,33
MO	9,67	5,33	3,67	5,33	4,33	2,89	4,33	2,33	8,00	11,33	15,00	4,00
AP, C, HP, Sd	1,33	0,67	0,33	0,67			0,33				3,33	1,00
Lre	0,67	0,67	0,33		0,33	0,67	0,67	0,33	0,33	1,00	4,67	1,00

Durante lavori	Transetto A				Transetto B				Controlli				
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4	
Sm													
Lim. VTC, VB	16,33	3,33	4,00	18,33	7,67	Non campionata	3,00	6,67	15,00	10,00	11,33	11,00	
Sab, SFBC	1,33			1,00					0,67	1,00	1,00	0,33	
Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	74,00	5,67	1,67	3,00	0,33			0,67	5,33	0,33		0,33	0,33
Minut	0,33												
MO	7,33	1,00	1,67	2,67	3,00			0,33	1,33	3,00	2,67	2,33	3,33
AP, C, HP, Sd	0,33												
Lre	0,67			1,00							0,67		

1° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim. VTC, VB	13,00	13,33	10,33	1,67	5,33	3,33	9,67	8,33	13,67	7,67	6,33	8,33	3,67	6,33	4,33	4,00	5,00	10,00	12,33	11,33	6,33	13,33	10,00	4,00
Sab, SFBC	1,33	0,33	1,00	0,33	3,00	1,33	2,00	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,00	1,33	1,33	1,00		1,33			0,33		1,00	
Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	0,33		0,67	0,67	1,67		0,33		0,67						0,33	0,33	2,33	0,33	0,33	0,67				
Ml					0,67		0,33									0,33				0,33				
Minut		0,33			1,00				0,33										0,33			0,67	0,33	
MO	5,67	8,00	6,00	3,33	7,00	2,33	8,67	6,00	4,00	4,67	4,67	5,00	4,33	3,67	5,33	1,00	5,00	4,00	8,33	7,00	1,00	5,67	5,33	1,67
AP, C, HP, Sd	0,33	0,33	0,33	1,00	1,67	1,00	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	1,33	1,33	1,33	0,33	0,33			0,67	0,67	
Lre	0,33	0,33	1,67		0,67	0,33		0,33	1,33	2,67	0,33				0,33	0,67		1,33	0,67	1,33		0,67	1,33	

2° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim. VTC, VB	12,00	14,33	11,67	13,00	6,33	5,67	14,33	19,00	21,00	13,67	19,67	16,33	8,00	8,33	6,00	8,67	7,00	15,33	15,67	22,33	10,00	24,33	23,33	8,00
Sab, SFBC		1,33	2,00	5,00	3,67	9,33	7,67	9,33	3,00	0,33	0,67	0,67		1,33	2,00	2,33	0,33	1,33		1,00	2,00	0,33	1,00	1,00
Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	1,00				0,67	0,67	0,67	1,00		0,67				0,33	0,67	1,33		0,33	0,33		0,67			0,67
Ml	0,33	0,33			0,67										0,33	0,33	0,67		0,67					
Minut	0,33		0,33	0,67	0,67		0,67		0,33		0,33		0,33					0,33	1,00					
MO	2,33	6,00	5,67	5,00	3,67	4,67	8,67	8,33	6,33	6,67	7,00	6,00	2,67	4,00	5,00	4,33	3,00	1,33	6,67	8,00	6,00	12,00	9,00	4,67
AP, C, HP, Sd		0,33	0,67	1,67	0,33	4,33	1,67	2,67	0,67	0,33		0,33		1,00	1,33	1,67			0,67	0,33	0,67	1,67	0,33	0,33
Lre	0,33				0,67	1,00	1,00	1,33	1,33	1,33	2,00	1,00	0,67	1,33	1,67	7,33		0,67	2,33	2,67		0,67	2,00	

3° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim. VTC, VB	11,33	14,67	13,33	12,33	24,00	3,67	11,00	13,00	6,67	8,67	8,67	11,33	12,00	10,67	14,33	15,33	17,67	13,67	16,67	24,33	9,00	18,67	14,33	7,00
Sab, SFBC	0,33	1,67	1,00	1,00	1,67	1,00	2,00	1,00		2,00	0,67	0,67	0,33	0,33	2,33	1,67	2,67	1,00	1,33	1,33	1,00	2,67	0,33	1,00
Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	1,00	1,33	1,67	1,67	5,67	6,67	0,67	1,00		1,67		0,67	0,67	0,67	2,00	3,33	1,00	1,33		1,33	0,33	1,00	0,33	1,00
Ml		0,67				0,33	0,67	0,33					0,33		0,33	0,33		0,67		0,33				0,67
Minut		0,33	0,33		0,67	0,33	1,67								0,33	0,33		0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
MO	3,67	5,33	3,33	6,67	5,00	0,33	4,33	6,33	2,67	3,67	6,67	5,67	4,33	2,00	5,00	6,67	9,00	9,33	5,33	10,67	5,67	5,00	6,00	4,00
AP, C, HP, Sd	0,67	0,67	1,67	1,67	24,00	47,00	1,33	0,67			0,33	0,67	1,00	1,00	9,67	5,33	1,33	0,67	0,33		0,67	1,33	1,00	1,00
Lre	1,67	1,00	1,00	1,33	35,00	8,67	1,67	0,67		0,33			0,33	1,00	7,33	3,00	3,33	1,00	0,67	2,00	0,67	1,33	1,67	0,67

4° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								
Lim. VTC, VB	17,00	12,33	10,33	11,00	19,00	16,67	13,33	19,67	15,67	15,33	14,33	14,67	18,33	9,00	15,33	14,67	9,00	11,67	12,67	18,00	20,33	18,33	21,67	8,67
Sab, SFBC	1,00	1,33		1,33	2,33	0,33	2,00	0,33	1,00	0,67	0,67	1,33	0,67	1,00	3,67	3,67	0,67		0,67	0,33	1,67		3,33	
Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	0,33	1,00	0,33	1,33	2,33	0,33	1,67		1,33	2,00	0,67		0,67		2,33		0,67	0,33	1,00		1,33	0,33	1,67	0,33
Ml						0,33																		
Minut		0,33	0,33	0,33		0,33					0,33	0,33			0,67							0,33		
MO	9,33	10,67	4,33	7,67	7,33	6,33	5,00	5,00	2,33	8,00	9,00	6,33	8,33	5,00	8,00	10,33	5,00	3,67	5,67	5,67	7,67	9,00	10,67	1,33
AP, C, HP, Sd			0,33	2,33	1,67	4,33	1,00	1,33		0,33		0,33			2,67	3,67	1,00		0,33		1,67	0,67	1,00	
Lre	3,33	0,33	0,33	1,67	2,00	3,00	1,67	0,33		1,67	2,33	0,67	0,33		5,00	4,00	0,67	0,67		1,00	1,67	1,67	1,00	0,33

### 3.6.3. DOMINANZA

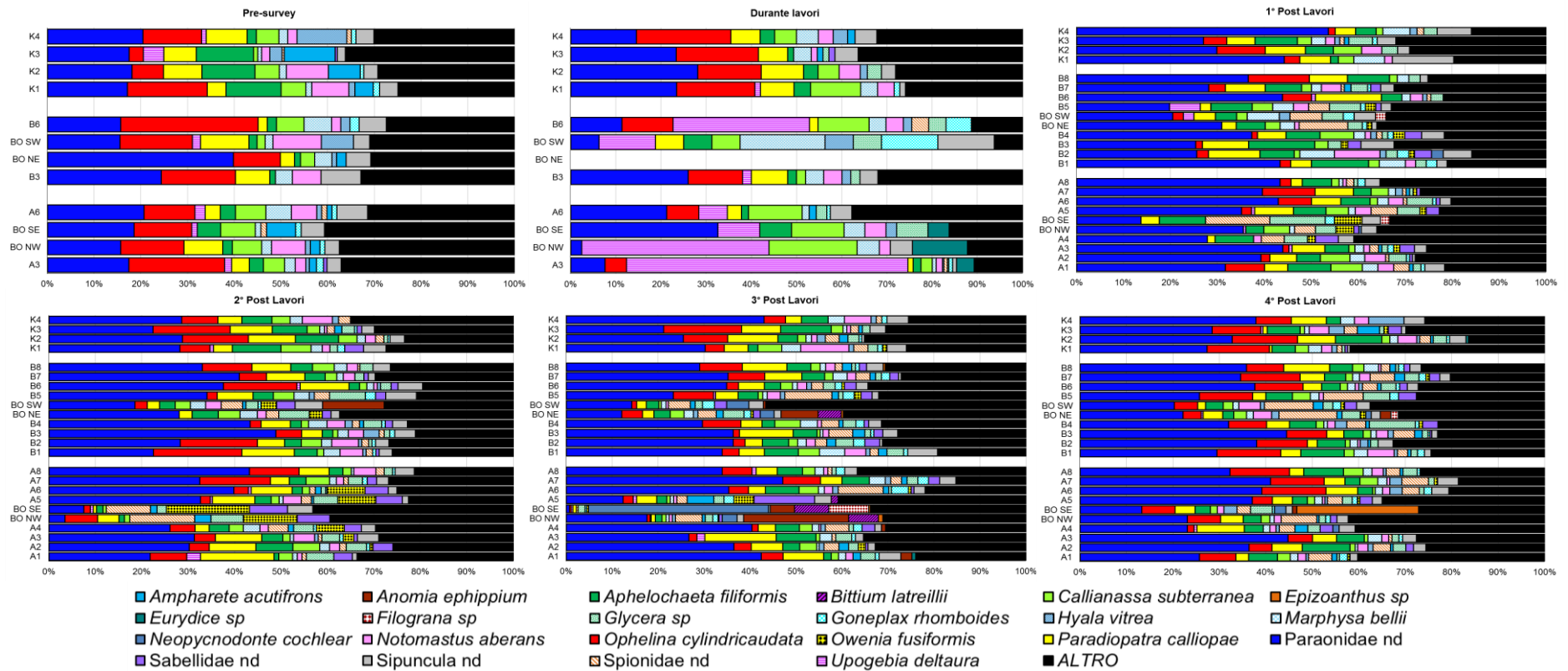
Per la rappresentazione grafica della dominanza sono stati considerati i 23 taxa che nell'estate 2017 hanno complessivamente costituito circa il 71% delle comunità bentoniche, includendo i rimanenti nella categoria "altro" (fig. 3.51).

In tutti i survey condotti sinora i policheti della famiglia Paraonidae hanno sempre costituito il taxon più importante praticamente ovunque, ad eccezione del campionamento condotto durante i lavori di installazione della piattaforma quando nell'area circostante Bonaccia NW era risultato dominante o comunque importante il crostaceo decapode *Upogebia deltaura*. Nella maggior parte delle stazioni, dopo i paraonidi hanno raggiunto percentuali rilevanti i policheti *O. cilindricaudata*, *P. calliopae*, *A. filiformis* e il crostaceo decapode *Callianassa subterranea*.

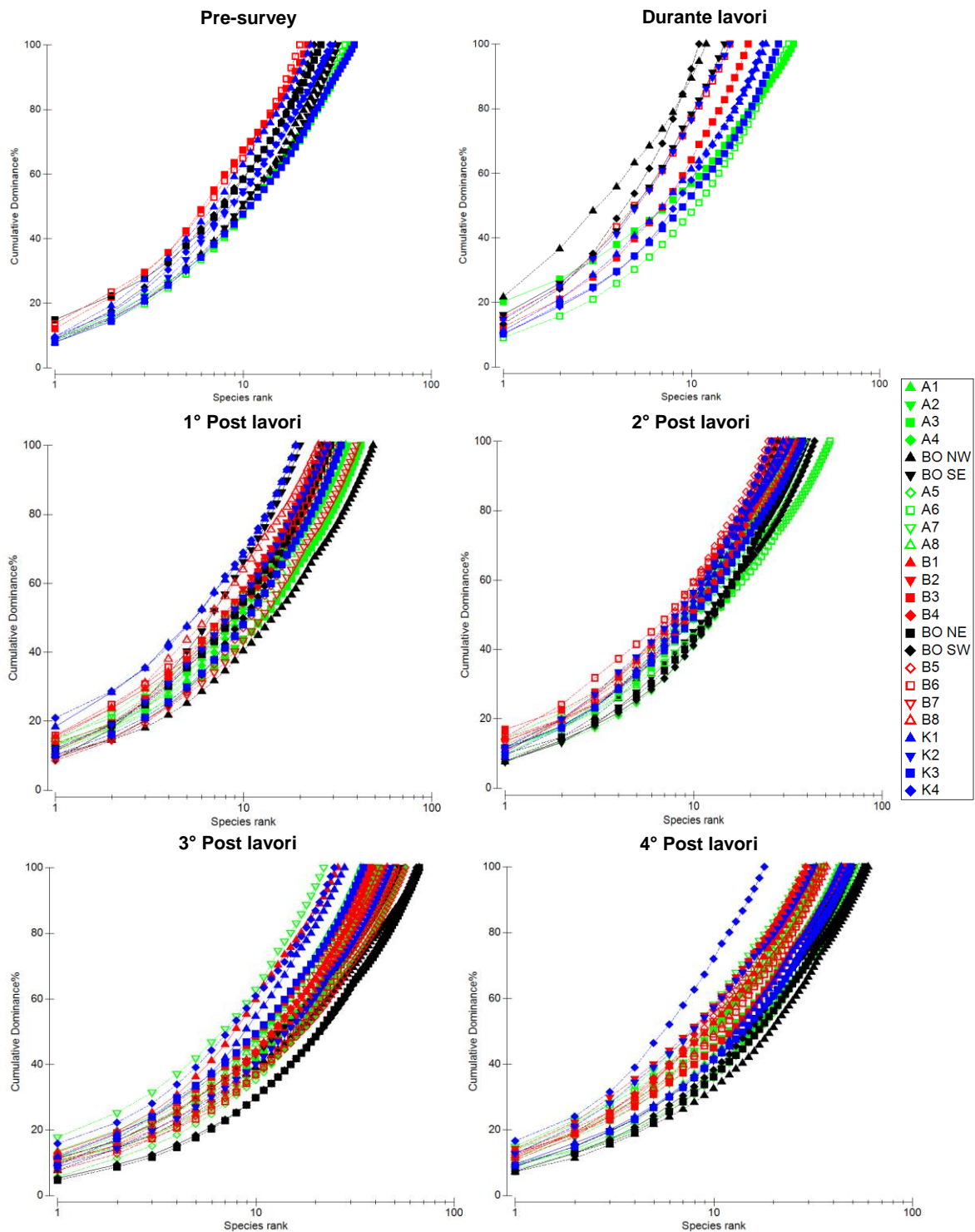
Sin dal 1° survey post lavori i siti BO e, in particolare, quello posto in direzione SE, hanno costituito un'eccezione al pattern di dominanza appena descritto. In queste stazioni, infatti, nei vari campionamenti hanno prevalso diversi taxa, quali i policheti spionidi, sabellidi e *Owenia fusiformis*, e i molluschi bivalvi *N. cochlear* e *A. ehippium*. L'importanza di queste due specie di molluschi si è notevolmente ridotta nell'ultimo campionamento, quando sono stati sostituiti, come già evidenziato (cfr. Par. 3.6.1.), dallo cnidario *Epizoanthus* sp che è arrivato a costituire circa il 26% della comunità bentonica associata, seguito dai paraonidi (13,33%) e da *O. cilindricaudata* (7,14%).

Si riconferma ancora una volta molto importante la categoria "altro" che ha costituito dal 16,37% (K2) al 42,31% (BO NW) dei popolamenti, suggerendo pertanto la presenza di un numero elevato di specie secondarie.

Come nei precedenti campionamenti, non si evidenziano infine particolari differenze tra le stazioni monitorate, così come confermato dalle curve di dominanza cumulativa (fig. 3.51) che hanno separato solo il controllo K4 a causa del basso numero di specie rilevato in questo sito. È inoltre degno di nota il fatto che, già dal 3° survey post lavori, le curve relative ai siti posti in corrispondenza di Bonaccia NW siano risultate lievemente distaccate rispetto alle altre per la presenza di un popolamento leggermente più diversificato.



**Fig. 3.51** - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nei survey finora condotti.



**Fig. 3.52** - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'intero periodo di indagine.

### 3.6.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)

Nell'estate 2017 in tutta l'area monitorata sono stati rinvenuti 156 taxa appartenenti prevalentemente ai policheti, seguiti dai crostacei e dai molluschi (Tab. 3-XLIV). Dopo l'installazione della piattaforma, il numero di taxa campionati era progressivamente

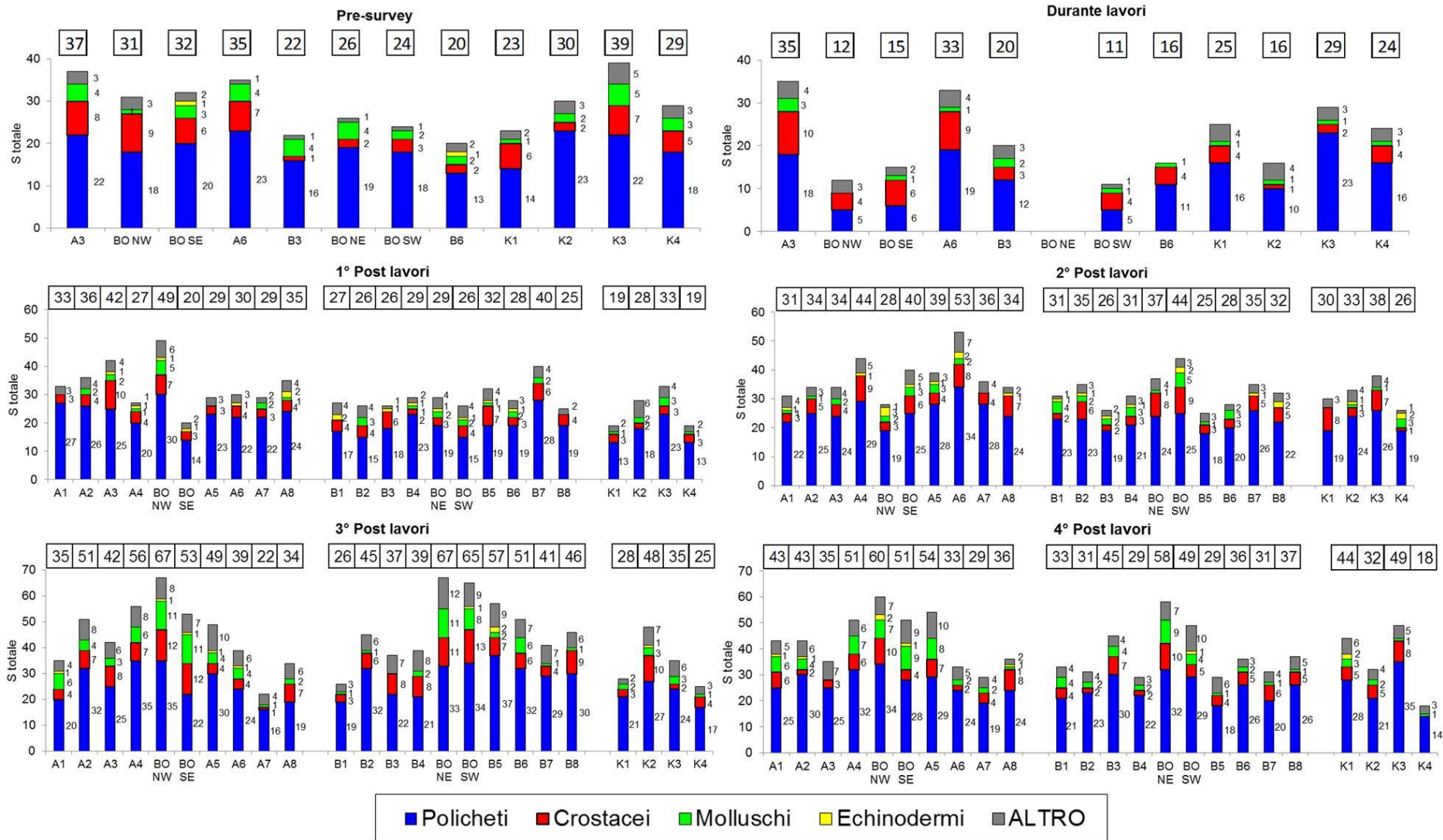
aumentato nel tempo fino a raggiungere il suo massimo nell'inverno 2017 (175 taxa). Nel corso dell'ultimo survey, invece, si è verificata un'inversione di tendenza correlata alla riduzione di crostacei e molluschi.

**Tab. 3-XLIV** – Ripartizione secondo il phylum di appartenenza e totale dei taxa rinvenuti prima (PS), durante (DL) e dopo (PL) l'installazione della piattaforma Bonaccia NW.

	PS	DL	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL
Briozoi		1	5	4	6	4
Cnidari	2	2	3	2	6	7
Crostacei	24	16	27	34	44	36
Echinodermi	2		2	5	4	4
Molluschi	14	4	18	14	29	21
Nemertini	1	1	1	1	1	1
Pantopodi				1		
Platelminti					1	
Policheti	51	40	64	64	78	78
Poriferi			1		1	1
Sipunculidi	3	3	3	4	4	4
Tunicati					1	
<b>Totale</b>	<b>97</b>	<b>67</b>	<b>124</b>	<b>129</b>	<b>175</b>	<b>156</b>

Nell'ultimo monitoraggio i valori maggiori di S lungo il transetto A sono stati raggiunti entro 30 m dalla piattaforma dove sono oscillati tra 51 e 60 (massimo assoluto in BO NW), e lungo B nei 2 siti adiacenti alla struttura (68 e 49). Picchi stagionali in corrispondenza alla piattaforma erano stati osservati anche nel 1° survey post lavori e nell'inverno 2017 (fig. 3.53). Nelle altre stazioni dei due transetti i valori sono stati inferiori, oscillando tra 29 e 43 lungo A e tra 29 e 45 lungo B, risultando compresi nel range dei controlli. Rispetto all'inverno 2017 le variazioni non sono state univoche, essendo S aumentata in alcuni casi e diminuita in altri. In particolare, presso i siti BO è avvenuto un decremento.

La presenza di comunità più ricche in numero di taxa in corrispondenza delle stazioni BO, e in particolare BO NW, ha caratterizzato tutti i monitoraggi condotti dopo la fine dei lavori d'installazione di Bonaccia NW (escludendo il 2° survey post lavori, in cui si era verificato un decremento in questo sito).

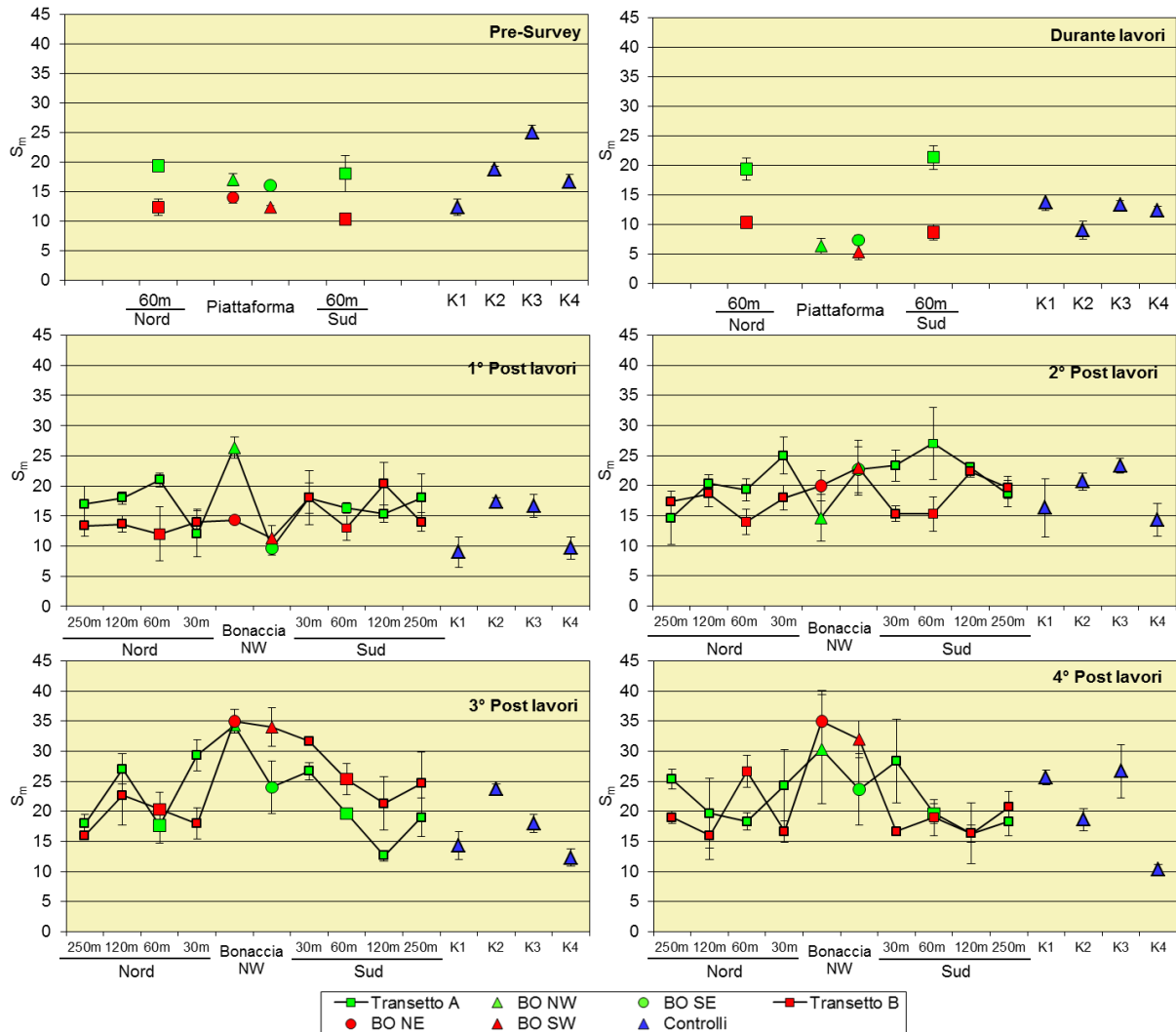


**Fig. 3.53** - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nell'intero periodo di indagine. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri).



### 3.6.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA ( $S_m$ )

Analogamente ai survey precedenti, anche nel 4° post lavori  $S_m$  ha presentato lo stesso trend osservato per la Densità e la Ricchezza specifica totale (fig. 3.54).



**Fig. 3.54** - Ricchezza specifica media ( $\pm$  e.s.) registrata nei survey condotti sinora. Nel durante lavori la stazione BO NE non è stata campionata.

Lungo A, nonostante diverse oscillazioni, i valori dei siti adiacenti sono quasi sempre risultati comparabili a causa dell'elevata variabilità. Infatti il massimo, raggiunto in BO NW ( $30,33 \pm 9,06$ ), è apparso simile a tutte le altre stazioni del transetto eccetto A3 e A7 dove sono stati registrati i valori più bassi ( $18,33 \pm 1,45$  e  $16,33 \pm 1,45$  rispettivamente).

Lungo il transetto B, invece, le variazioni sono state più accentuate e i valori maggiori, registrati nei due siti BO (BO NE:  $35,00 \pm 5,03$ ; BO SW:  $32,00 \pm 3,06$ ), sono apparsi comparabili solo con B3 ( $26,67 \pm 2,60$ ). Tutti i siti dei due transetti e quelli adiacenti alla

struttura sono comunque rientrati nel range dei controlli, compreso tra  $10,33 \pm 0,88$  (K4) e  $26,67 \pm 4,41$  (K3).

Considerando l'intero periodo di campionamento, l'indice ha sempre mostrato variazioni altalenanti nel tempo, con valori di  $S_m$  che aumentavano, diminuivano o rimanevano costanti da un survey all'altro. Tuttavia appare ben chiara la tendenza ad un aumento della Ricchezza specifica media dopo la fine dei lavori di installazione della piattaforma, in special modo nelle stazioni poste in prossimità di Bonaccia NW.

### **3.6.6. DIVERSITÀ SPECIFICA ( $H'$ )**

Anche nel 4° survey post lavori la Diversità specifica ha seguito lo stesso trend osservato per N, S e  $S_m$  (fig. 3.54). L'unica variazione rispetto agli altri indici è il mancato picco in B3 a causa dell'elevata dominanza dei paraonidi e il ridotto numero di specie secondarie censite nel sito che è risultato comparabile alle due stazioni adiacenti.

In tutta l'area circostante Bonaccia NW l'indice è variato da un minimo di  $1,93 \pm 0,20$  (B2) a un massimo di  $3,01 \pm 0,06$  (BO NE), risultando pertanto compreso nell'intervallo dei controlli ( $1,98 \pm 0,09 \leq H' \leq 2,76 \pm 0,09$ ), e ha rispecchiato l'andamento soprattutto dei policheti paraonidi.

In tutto il periodo di monitoraggio non si evidenziano variazioni univoche dell'indice, ma l'intervallo dei valori è complessivamente rimasto simile nel tempo, se si eccettuano una riduzione in corrispondenza della piattaforma e nei siti a 60 m a Nord durante i lavori di installazione e un aumento in BO NE e BO SW nell'ultimo campionamento rispetto al pre-survey.

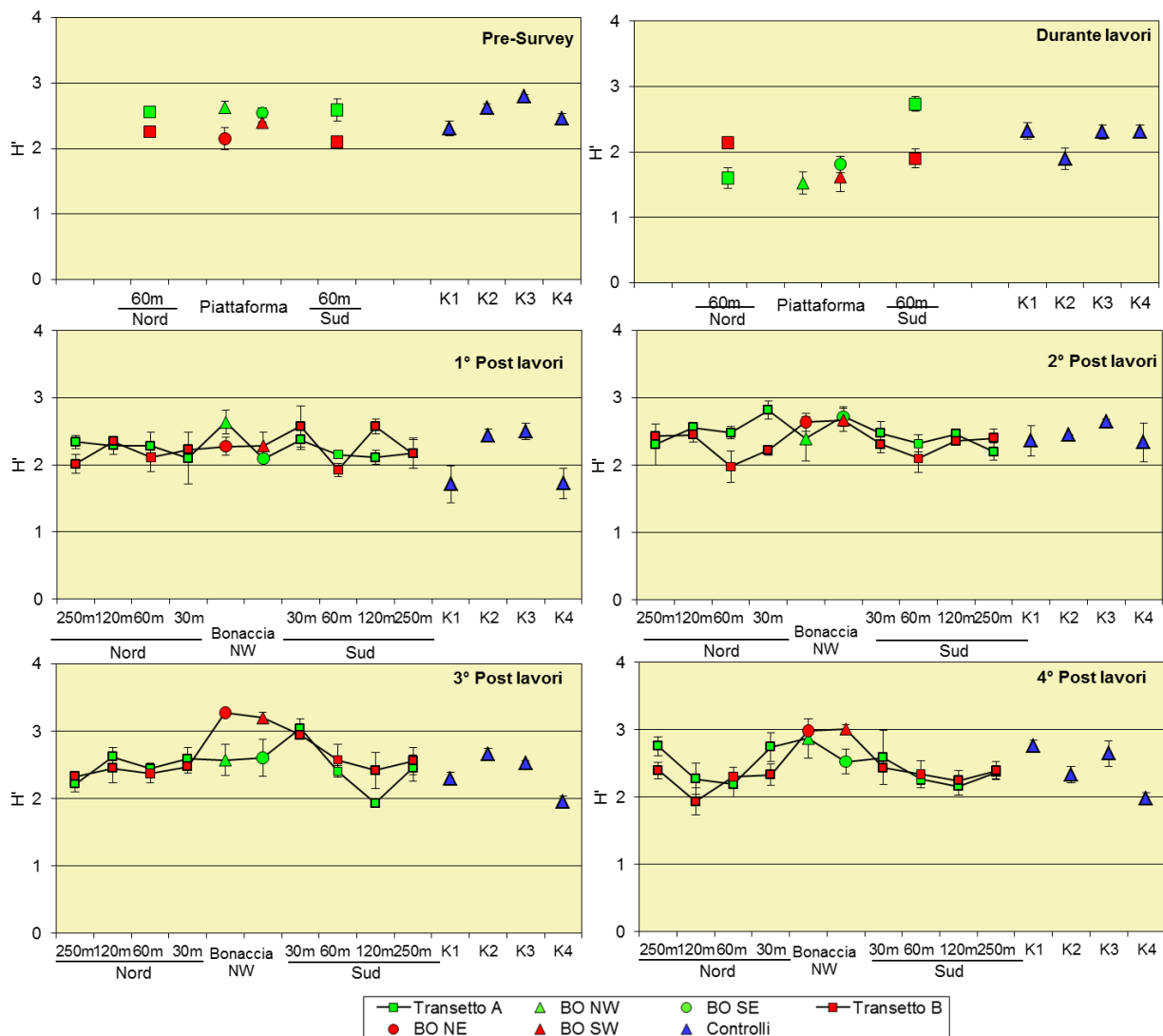


Fig. 3.55 - Diversità specifica ( $\pm$  e.s.) registrata nell'intero periodo di indagine.

### 3.6.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS)

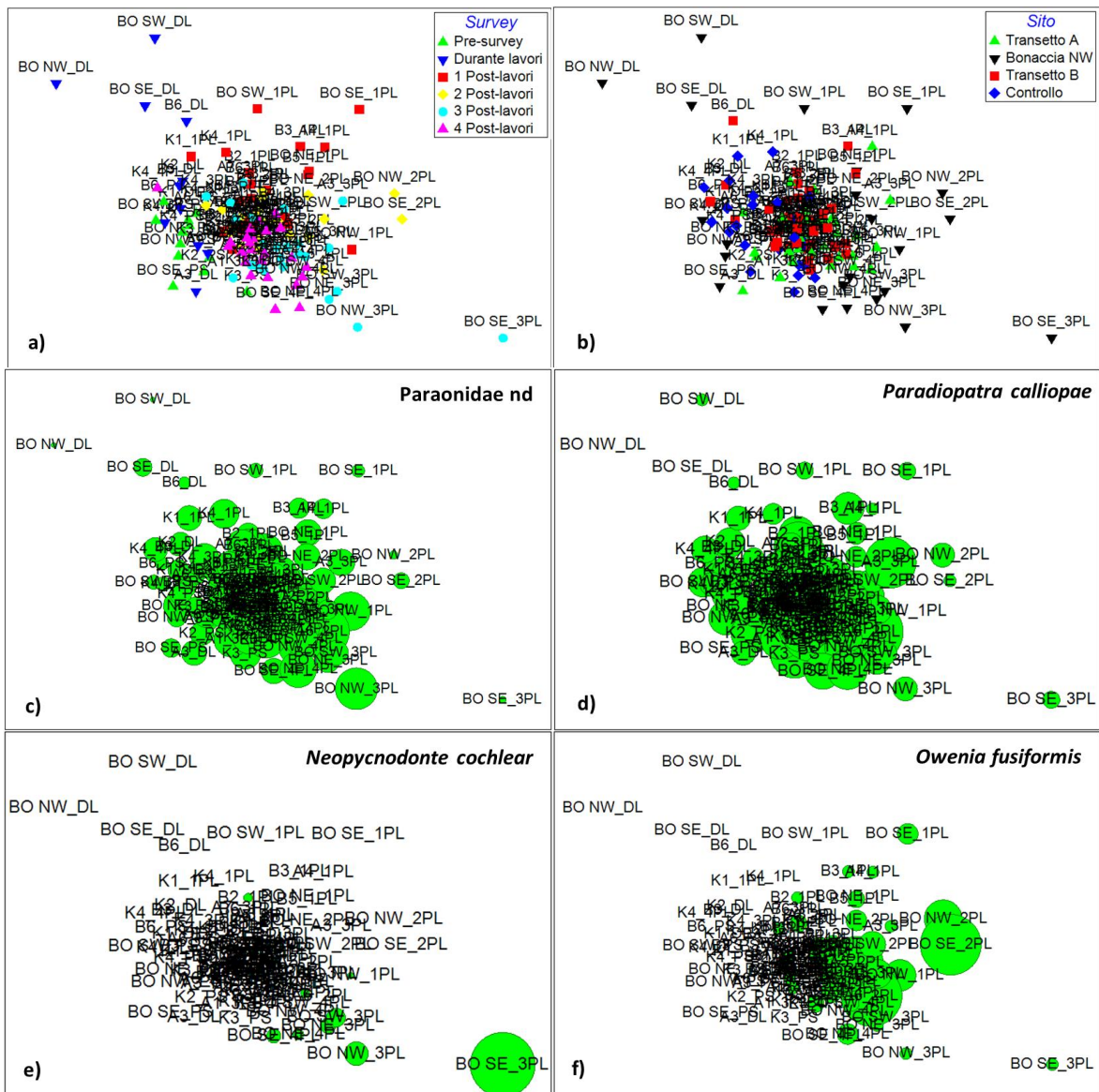
L'MDS applicato ai dati di densità delle singole specie monitorate nell'intero periodo ha separato i diversi siti campionati non tanto dal punto di vista temporale quanto da quello spaziale (figg. 3.56a e 3.56b). Si può infatti notare come, dal periodo coincidente con l'installazione di Bonaccia NW sino al 3° survey post lavori, le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma appaiono, in misura più o meno evidente, discostate dal cluster principale comprendente i restanti siti dei transetti e dei controlli.

Dal durante lavori fino al 2° survey post lavori, l'isolamento di tutte o alcune stazioni BO è correlabile ai bassi quantitativi registrati delle specie principali (figg. 3.56c - 3.56d), ritornati poi dal 3° post lavori in poi a livelli comparabili con quelli ottenuti nelle restanti stazioni monitorate, se non lievemente superiori. Nel 2° post, il distacco dei siti BO NW e

BO SE è stato anche una conseguenza dei maggiori quantitativi di *O. fusiformis* (fig. 3.56f), una specie legata ai fondali sabbiosi che è aumentata notevolmente in quel survey come conseguenza delle elevate percentuali di sabbia nei sedimenti (Cfr. Cap. 3.3.1.).

La separazione di BO SE nell'inverno 2017 è stata invece una conseguenza del ridotto quantitativo dei taxa principali e del rinvenimento di numerose specie esclusive, quali i molluschi *Atrina fragilis* e *Polinices nitida*, la stella di mare *Ophiotrix fragilis* e i crostacei *Macropodia rostrata* ed *Eurynome aspera*, e dei maggiori quantitativi di altre come *N. cochlear* (fig. 3.56e).

Nell'ultimo campionamento condotto, invece, le comunità bentoniche rilevate a ridosso della piattaforma sono risultate omogenee e comparabili a quelle riscontrate nei restanti siti monitorati nel tempo.



**Fig. 3.56** – Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nei quattro survey condotti sinora tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi verdi indicano i quantitativi in termini di densità delle singole specie.

### 3.6.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

#### 3.6.8.1 Indice W di Clarke

Nell'estate 2017 l'indice W di Clarke ha classificato tutta l'area investigata come leggermente disturbata eccetto in corrispondenza delle stazioni B2 e B4 risultate moderatamente disturbate (Tab. 3-XLV). Tale situazione conferma sostanzialmente quanto osservato nell'intero periodo di indagine se si eccettua il 2° survey post lavori, che aveva evidenziato un lieve peggioramento rispetto al periodo di indagine precedente nell'area circostante la piattaforma, soprattutto nei versanti NW e SE, e in due controlli.

### **3.6.8.2 Indice AMBI**

Analogamente a quanto riscontrato sin dall'inizio del monitoraggio di Bonaccia NW, l'indice AMBI ha evidenziato ovunque un ambiente omogeneo e caratterizzato da un lieve disturbo, ad eccezione di poche stazioni risultate indisturbate in uno o più survey (Tab. 3-XLVI). Tali risultati sono conseguenza della netta prevalenza nelle comunità bentoniche di taxa indifferenti all'arricchimento organico e di specie sensibili (II e I gruppo ecologico rispettivamente), seguiti dalle specie tolleranti del III gruppo, presenti ovunque con percentuali notevolmente inferiori. L'importanza delle specie del IV e, soprattutto, del V gruppo ecologico (opportunisti di II e I primo ordine) è sempre risultata molto ridotta nel tempo.

### **3.6.8.3 Indice BENTIX**

Ancora una volta il BENTIX ha fornito risultati più pessimistici rispetto ai due indici sopra descritti, come già accaduto in tutti i campionamenti effettuati dall'inizio della fase di produzione di Bonaccia NW (Tab. 3-XLVII).

In particolare, 7 stazioni su 20 poste nell'area intorno alla piattaforma (di cui 5 situate ad almeno 60 m di distanza in direzione Nord) e 1 sito di controllo (K3) sono risultati moderatamente impattati. Si riconferma in BO SE l'assenza di impatto già evidenziata nel campionamento precedente, mentre tutti i restanti siti sono stati classificati come leggermente disturbati.

### **3.6.8.4 Stato ecologico**

In Tab. 3-XLVIII è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni campionate nell'intero periodo e derivato dalla combinazione dei tre indici. Nell'ultimo survey lo stato è risultato compreso tra buono e buono/moderato in tutta l'area indagata, confermando quanto riscontrato nei campionamenti effettuati dopo la fine dell'installazione della piattaforma. Anche l'eccezione costituita dal sito BO SE, dove lo stato ecologico è risultato compreso tra alto e buono, ha rappresentato una conferma a quanto già osservato nel survey precedente.

Come sottolineato dai risultati dell'indice BENTIX e, in misura minore, dall'indice W di Clarke, appare degno di nota come in entrambi i transetti le stazioni poste in direzione Nord, a distanze pari o superiori a 60 m, siano risultate più impattate rispetto alle corrispettive posizionate verso Sud.

**Tab. 3-XLV** – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti per i siti monitorati nei sei survey condotti sinora. Nel durante lavori la stazione BO NE non è stata campionata.

	Stazione	W	Classificazione ambientale		Stazione	W	Classificazione ambientale		Stazione	W	Classificazione ambientale	
Pre-survey	A3	0,517	Leggermente disturbato	1° Post lavori	A1	0,286	Moderatamente disturbato	2° Post lavori	A1	0,378	Leggermente disturbato	
	BO NW	0,319	Leggermente disturbato		A2	0,369	Leggermente disturbato		A2	0,349	Leggermente disturbato	
	BO SE	0,477	Leggermente disturbato		A3	0,398	Leggermente disturbato		A3	0,281	Moderatamente disturbato	
	A6	0,452	Leggermente disturbato		A4	0,195	Moderatamente disturbato		A4	0,494	Leggermente disturbato	
	B3	0,351	Leggermente disturbato		BO NW	0,504	Leggermente disturbato		BO NW	0,178	Moderatamente disturbato	
	BO NE	0,487	Leggermente disturbato		BO SE	0,466	Leggermente disturbato		BO SE	0,545	Leggermente disturbato	
	BO SW	0,443	Leggermente disturbato		A5	0,208	Moderatamente disturbato		A5	0,221	Moderatamente disturbato	
	B6	0,491	Leggermente disturbato		A6	0,377	Leggermente disturbato		A6	0,268	Moderatamente disturbato	
	K1	0,278	Moderatamente disturbato		A7	0,344	Leggermente disturbato		A7	0,240	Moderatamente disturbato	
	K2	0,338	Leggermente disturbato		A8	0,405	Leggermente disturbato		A8	0,237	Moderatamente disturbato	
	K3	0,282	Moderatamente disturbato		B1	0,395	Leggermente disturbato		B1	0,334	Leggermente disturbato	
	K4	0,319	Leggermente disturbato		B2	0,405	Leggermente disturbato		B2	0,173	Moderatamente disturbato	
	Durante lavori	A3	0,369		Leggermente disturbato	B3	0,411		Leggermente disturbato	B3	0,606	Leggermente disturbato
		BO NW	0,362		Leggermente disturbato	B4	0,467		Leggermente disturbato	B4	0,304	Leggermente disturbato
		BO SE	0,316		Leggermente disturbato	BO NE	0,586		Leggermente disturbato	BO NE	0,310	Leggermente disturbato
		A6	0,385		Leggermente disturbato	BO SW	0,544		Leggermente disturbato	BO SW	0,569	Leggermente disturbato
B3		0,403	Leggermente disturbato	B5	0,567	Leggermente disturbato	B5	0,436	Leggermente disturbato			
BO NE			Non campionata	B6	0,312	Leggermente disturbato	B6	0,317	Leggermente disturbato			
BO SW		0,496	Leggermente disturbato	B7	0,417	Leggermente disturbato	B7	0,175	Moderatamente disturbato			
B6		0,490	Leggermente disturbato	B8	0,302	Leggermente disturbato	B8	0,397	Leggermente disturbato			
K1		0,386	Leggermente disturbato	K1	0,343	Leggermente disturbato	K1	0,333	Leggermente disturbato			
K2		0,262	Moderatamente disturbato	K2	0,351	Leggermente disturbato	K2	0,166	Moderatamente disturbato			
K3		0,380	Leggermente disturbato	K3	0,439	Leggermente disturbato	K3	0,254	Moderatamente disturbato			
K4		0,466	Leggermente disturbato	K4	0,334	Leggermente disturbato	K4	0,658	Leggermente disturbato			
		Stazione	W	Classificazione ambientale		Stazione	W	Classificazione ambientale				
3° Post lavori		A1	0,463	Leggermente disturbato	4° Post lavori	A1	0,482	Leggermente disturbato				
		A2	0,364	Leggermente disturbato		A2	0,434	Leggermente disturbato				
		A3	0,380	Leggermente disturbato		A3	0,386	Leggermente disturbato				
	A4	0,364	Leggermente disturbato	A4		0,365	Leggermente disturbato					
	BO NW	0,397	Leggermente disturbato	BO NW		0,487	Leggermente disturbato					
	BO SE	0,346	Leggermente disturbato	BO SE		0,478	Leggermente disturbato					
	A5	0,324	Leggermente disturbato	A5		0,463	Leggermente disturbato					
	A6	0,492	Leggermente disturbato	A6		0,436	Leggermente disturbato					
	A7	0,385	Leggermente disturbato	A7		0,330	Leggermente disturbato					
	A8	0,433	Leggermente disturbato	A8		0,503	Leggermente disturbato					
	B1	0,358	Leggermente disturbato	B1		0,322	Leggermente disturbato					
	B2	0,445	Leggermente disturbato	B2		0,238	Moderatamente disturbato					
	B3	0,412	Leggermente disturbato	B3		0,402	Leggermente disturbato					
	B4	0,492	Leggermente disturbato	B4		0,290	Moderatamente disturbato					
	BO NE	0,415	Leggermente disturbato	BO NE		0,415	Leggermente disturbato					
	BO SW	0,459	Leggermente disturbato	BO SW		0,359	Leggermente disturbato					
	B5	0,341	Leggermente disturbato	B5		0,484	Leggermente disturbato					
	B6	0,401	Leggermente disturbato	B6		0,499	Leggermente disturbato					
	B7	0,399	Leggermente disturbato	B7		0,457	Leggermente disturbato					
	B8	0,430	Leggermente disturbato	B8		0,371	Leggermente disturbato					
	K1	0,412	Leggermente disturbato	K1		0,473	Leggermente disturbato					
	K2	0,512	Leggermente disturbato	K2		0,373	Leggermente disturbato					
	K3	0,323	Leggermente disturbato	K3		0,401	Leggermente disturbato					
	K4	0,412	Leggermente disturbato	K4		0,330	Leggermente disturbato					

**Tab. 3-XLVI** – Suddivisione percentuale nei 5 gruppi ecologici (I = specie molto sensibili; II = specie indifferenti all’arricchimento organico; III = specie tolleranti; IV = specie opportuniste di II ordine; V = specie opportuniste di I ordine) delle specie rinvenute nei siti monitorati nei sei survey condotti sinora e classificazione del disturbo ambientale secondo l’indice AMBI. In giallo è riportato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione. Nel durante lavori la stazione BO NE non è stata campionata.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale	
Pre-survey	A3	36,70	43,00	11,70	8,60	0	1,383	Leggermente disturbato	
	BO NW	36,00	38,20	20,20	5,60	0	1,433	Leggermente disturbato	
	BO SE	37,20	42,30	15,40	5,10	0	1,327	Leggermente disturbato	
	A6	32,20	44,80	17,20	4,60	1,10	1,466	Leggermente disturbato	
	B3	36,70	43,00	17,70	2,50	0	1,291	Leggermente disturbato	
	BO NE	20,40	66,90	7,40	4,30	1,00	1,48	Leggermente disturbato	
	BO SW	46,40	26,80	19,60	7,10	0	1,313	Leggermente disturbato	
	B6	44,00	40,00	12,00	4,00	0	1,14	Non disturbato	
	K1	35,10	36,50	27,00	1,40	0	1,419	Leggermente disturbato	
	K2	23,60	43,30	28,30	4,70	0	1,713	Leggermente disturbato	
	K3	32,40	40,50	21,90	5,20	0	1,5	Leggermente disturbato	
	K4	49,50	32,70	14,90	3,00	0	1,069	Non disturbato	
	Durante lavori	A3	75,70	13,60	8,20	2,50	0	0,564	Non disturbato
		BO NW	63,40	9,80	24,40	2,40	0	0,988	Non disturbato
BO SE		25,60	51,20	23,30	0	0	1,465	Leggermente disturbato	
A6		32,30	46,00	18,50	3,20	0	1,391	Leggermente disturbato	
B3		36,00	48,00	8,00	6,00	2,00	1,35	Leggermente disturbato	
BO NE		Non campionata							
BO SW		50,00	37,50	12,50	0	0	0,938	Non disturbato	
B6		54,70	24,50	18,90	1,90	0	1,019	Non disturbato	
K1		42,50	36,30	18,80	2,50	0	1,219	Leggermente disturbato	
K2		39,10	48,40	12,50	0	0	1,102	Non disturbato	
K3		35,50	51,30	9,20	2,60	1,30	1,243	Leggermente disturbato	
K4		50,00	35,50	12,90	1,60	0	0,992	Non disturbato	
1° Post lavori		A1	24,80	47,90	24,80	2,60	0	1,58	Leggermente disturbato
		A2	20,50	56,40	18,60	3,80	0,60	1,62	Leggermente disturbato
	A3	28,00	57,30	12,10	2,50	0	1,34	Leggermente disturbato	
	A4	27,60	51,70	15,50	5,20	0	1,47	Leggermente disturbato	
	BO NW	17,90	57,80	19,10	4,60	0,60	1,68	Leggermente disturbato	
	BO SE	24,00	48,00	26,00	2,00	0	1,59	Leggermente disturbato	
	A5	17,00	54,60	22,70	5,70	0	1,76	Leggermente disturbato	
	A6	20,80	58,40	15,20	4,00	1,60	1,61	Leggermente disturbato	
	A7	29,20	52,30	13,80	4,60	0	1,41	Leggermente disturbato	
	A8	17,20	54,90	22,10	2,50	3,30	1,80	Leggermente disturbato	
	B1	18,00	58,40	21,30	1,10	1,10	1,64	Leggermente disturbato	
	B2	35,40	44,30	19,00	1,30	0	1,29	Leggermente disturbato	
	B3	34,30	43,30	19,40	3,00	0	1,37	Leggermente disturbato	
	B4	23,50	54,30	17,30	2,50	2,50	1,59	Leggermente disturbato	
	BO NE	18,50	52,20	21,70	7,60	0	1,78	Leggermente disturbato	
	BO SW	40,90	38,60	15,90	4,50	0	1,26	Leggermente disturbato	
	B5	29,10	43,00	26,70	1,20	0	1,50	Leggermente disturbato	
	B6	32,70	54,50	10,90	0,90	0,90	1,24	Leggermente disturbato	
	B7	23,90	50,00	20,30	5,10	0,70	1,63	Leggermente disturbato	
	B8	28,00	49,20	15,30	6,80	0,80	1,55	Leggermente disturbato	
	K1	27,90	57,40	13,10	0	1,60	1,35	Leggermente disturbato	
	K2	30,40	46,10	21,70	0,90	0,90	1,44	Leggermente disturbato	
	K3	22,90	54,20	21,90	1,00	0	1,52	Leggermente disturbato	
	K4	16,90	72,30	10,80	0	0	1,41	Leggermente disturbato	
	2° Post lavori	A1	44,60	41,30	9,80	3,30	1,10	1,13	Non disturbato
		A2	27,10	50,40	19,50	1,50	1,50	1,50	Leggermente disturbato
		A3	26,00	54,30	14,20	3,10	2,40	1,52	Leggermente disturbato
		A4	22,40	55,30	18,60	3,10	0,60	1,57	Leggermente disturbato
BO NW		29,80	45,20	22,60	2,40	0	1,46	Leggermente disturbato	
BO SE		38,70	41,50	16,90	2,80	0	1,26	Leggermente disturbato	
A5		27,90	55,40	13,10	3,60	0	1,39	Leggermente disturbato	
A6		26,00	59,80	10,00	4,20	0	1,38	Leggermente disturbato	
A7		31,60	51,30	15,00	1,00	1,00	1,33	Leggermente disturbato	
A8		28,70	52,70	15,60	3,00	0	1,39	Leggermente disturbato	
B1		40,40	36,20	17,00	3,50	2,80	1,38	Leggermente disturbato	
B2		35,30	41,90	19,90	1,50	1,50	1,38	Leggermente disturbato	
B3		27,60	59,80	10,30	1,10	1,10	1,33	Leggermente disturbato	
B4		22,60	62,10	14,50	0,80	0	1,40	Leggermente disturbato	
BO NE		15,20	61,00	17,10	2,90	3,80	1,79	Leggermente disturbato	
BO SW		42,50	36,30	17,10	1,40	2,70	1,28	Leggermente disturbato	
B5		29,20	57,30	12,40	0,00	1,10	1,30	Leggermente disturbato	
B6		41,90	50,40	5,40	1,60	0,80	1,04	Non disturbato	
B7		25,10	54,90	16,40	2,60	1,00	1,49	Leggermente disturbato	
B8		30,80	48,60	16,30	1,00	3,40	1,46	Leggermente disturbato	
K1		33,30	45,30	19,70	0	1,70	1,37	Leggermente disturbato	
K2		31,50	42,10	20,80	1,40	4,20	1,57	Leggermente disturbato	
K3		41,00	38,80	16,30	3,90	0	1,25	Leggermente disturbato	
K4		26,30	46,10	21,10	3,90	2,60	1,66	Leggermente disturbato	



Tab. 3-XLVI – Continuo.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
3° Post lavori	A1	32,00	57,60	8,80	1,60	0	1,20	Leggermente disturbato
	A2	23,80	56,20	16,20	3,20	0,50	1,51	Leggermente disturbato
	A3	34,80	49,60	13,00	2,60	0	1,25	Leggermente disturbato
	A4	22,10	56,90	18,10	2,90	0	1,53	Leggermente disturbato
	BO NW	49,50	31,60	15,30	2,30	1,20	1,11	Non disturbato
	BO SE	84,40	11,70	3,10	0,80	0	0,31	Non disturbato
	A5	41,70	39,40	12,90	4,50	1,50	1,27	Leggermente disturbato
	A6	23,30	49,10	26,40	1,20	0	1,58	Leggermente disturbato
	A7	28,20	58,80	9,40	3,50	0	1,32	Leggermente disturbato
	A8	31,50	44,40	17,60	6,50	0	1,49	Leggermente disturbato
	B1	24,30	52,30	19,60	3,70	0	1,54	Leggermente disturbato
	B2	21,90	56,80	16,80	4,50	0	1,56	Leggermente disturbato
	B3	24,30	57,20	15,80	2,60	0	1,45	Leggermente disturbato
	B4	34,00	49,50	16,50	0	0	1,24	Leggermente disturbato
	BO NE	44,80	33,90	15,10	3,10	3,10	1,29	Leggermente disturbato
	BO SW	34,10	42,90	15,40	5,50	2,20	1,48	Leggermente disturbato
	B5	31,70	42,00	21,50	2,40	2,40	1,53	Leggermente disturbato
	B6	26,30	53,60	14,90	5,20	0	1,49	Leggermente disturbato
	B7	27,50	53,70	15,00	3,80	0	1,43	Leggermente disturbato
	B8	38,20	41,50	15,90	4,50	0	1,30	Leggermente disturbato
	K1	22,90	44,80	27,10	5,20	0	1,72	Leggermente disturbato
	K2	39,30	44,20	14,10	2,50	0	1,20	Non disturbato
	K3	42,40	32,20	21,20	3,40	0,80	1,32	Leggermente disturbato
	K4	26,20	54,80	17,90	1,20	0	1,41	Leggermente disturbato
4° Post lavori	A1	28,00	44,00	22,29	4,00	1,71	1,61	Leggermente disturbato
	A2	26,78	47,54	19,13	6,56	0	1,58	Leggermente disturbato
	A3	25,19	60,31	12,98	1,53	0	1,36	Leggermente disturbato
	A4	33,33	45,83	13,19	6,25	1,39	1,45	Leggermente disturbato
	BO NW	32,35	41,18	19,12	6,86	0,49	1,53	Leggermente disturbato
	BO SE	55,02	29,19	11,96	3,83	0	0,97	Non disturbato
	A5	25,54	57,07	12,50	4,89	0	1,45	Leggermente disturbato
	A6	35,68	50,81	9,73	3,78	0	1,22	Leggermente disturbato
	A7	29,68	52,90	15,48	1,94	0	1,35	Leggermente disturbato
	A8	24,07	49,38	23,46	3,09	0	1,58	Leggermente disturbato
	B1	26,09	44,93	25,36	3,62	0	1,60	Leggermente disturbato
	B2	25,14	61,20	10,93	2,73	0	1,37	Leggermente disturbato
	B3	25,21	57,85	14,88	2,07	0	1,41	Leggermente disturbato
	B4	23,97	55,37	17,36	3,31	0	1,50	Leggermente disturbato
	BO NE	29,37	41,67	28,18	0,79	0	1,51	Leggermente disturbato
	BO SW	26,81	36,60	29,79	6,81	0	1,75	Leggermente disturbato
	B5	30,10	46,60	21,36	1,94	0	1,43	Leggermente disturbato
	B6	32,79	50,00	14,75	2,46	0	1,30	Leggermente disturbato
	B7	28,79	54,55	15,91	0,76	0	1,33	Leggermente disturbato
	B8	33,12	47,77	15,29	3,82	0	1,35	Leggermente disturbato
	K1	30,29	48,57	17,14	2,86	1,14	1,44	Leggermente disturbato
	K2	31,58	43,28	23,39	1,17	0,59	1,44	Leggermente disturbato
	K3	31,25	47,12	18,75	2,40	0,48	1,41	Leggermente disturbato
	K4	42,42	48,49	9,09	0	0	1,00	Non disturbato

**Tab. 3-XLVII** – Valori dell'indice BENTIX ottenuti per i siti monitorati nei survey condotti sinora. Nel durante lavori la stazione BO NE non è stata campionata.

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale		Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale		Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
Presurvey	A3	4,12	Leggermente disturbato	1° Post lavori	A1	3,60	Leggermente disturbato	2° Post lavori	A1	4,20	Leggermente disturbato
	BO NW	4,00	Leggermente disturbato		A2	3,47	Moderatamente disturbato		A2	3,73	Leggermente disturbato
	BO SE	4,05	Leggermente disturbato		A3	3,40	Moderatamente disturbato		A3	3,66	Leggermente disturbato
	A6	3,98	Leggermente disturbato		A4	3,61	Leggermente disturbato		A4	3,78	Leggermente disturbato
	B3	3,95	Leggermente disturbato		BO NW	3,46	Moderatamente disturbato		BO NW	4,16	Leggermente disturbato
	BO NE	3,73	Leggermente disturbato		BO SE	4,12	Leggermente disturbato		BO SE	4,16	Leggermente disturbato
	BO SW	3,75	Leggermente disturbato		A5	3,30	Moderatamente disturbato		A5	3,77	Leggermente disturbato
	B6	4,43	Leggermente disturbato		A6	3,25	Moderatamente disturbato		A6	3,59	Leggermente disturbato
	K1	3,71	Leggermente disturbato		A7	3,43	Moderatamente disturbato		A7	3,77	Leggermente disturbato
	K2	3,68	Leggermente disturbato		A8	2,87	Moderatamente disturbato		A8	3,35	Moderatamente disturbato
	K3	3,44	Moderatamente disturbato		B1	3,16	Moderatamente disturbato		B1	3,86	Leggermente disturbato
	K4	3,90	Leggermente disturbato		B2	3,88	Leggermente disturbato		B2	3,74	Leggermente disturbato
Durante lavori	A3	5,22	Non disturbato	B3	3,75	Leggermente disturbato	B3	3,07	Moderatamente disturbato		
	BO NW	5,51	Non disturbato	B4	3,54	Leggermente disturbato	B4	3,23	Moderatamente disturbato		
	BO SE	4,14	Leggermente disturbato	BO NE	3,27	Moderatamente disturbato	BO NE	3,42	Moderatamente disturbato		
	A6	4,39	Leggermente disturbato	BO SW	4,36	Leggermente disturbato	BO SW	4,24	Leggermente disturbato		
	B3	4,08	Leggermente disturbato	B5	3,98	Leggermente disturbato	B5	3,65	Leggermente disturbato		
	BO NE		Non campionata	B6	3,47	Moderatamente disturbato	B6	3,89	Leggermente disturbato		
	BO SW	4,75	Non disturbato	B7	3,55	Leggermente disturbato	B7	3,35	Moderatamente disturbato		
	B6	4,79	Non disturbato	B8	3,46	Moderatamente disturbato	B8	3,75	Leggermente disturbato		
	K1	4,27	Leggermente disturbato	K1	3,77	Leggermente disturbato	K1	3,71	Leggermente disturbato		
	K2	4,19	Leggermente disturbato	K2	3,86	Leggermente disturbato	K2	3,59	Leggermente disturbato		
	K3	3,97	Leggermente disturbato	K3	3,60	Leggermente disturbato	K3	3,91	Leggermente disturbato		
	K4	4,58	Non disturbato	K4	3,16	Moderatamente disturbato	K4	3,45	Moderatamente disturbato		
3° Post lavori	A1	3,60	Leggermente disturbato	4° Post lavori	A1	3,40	Moderatamente disturbato				
	A2	3,38	Moderatamente disturbato		A2	3,13	Moderatamente disturbato				
	A3	4,16	Leggermente disturbato		A3	3,38	Moderatamente disturbato				
	A4	3,22	Moderatamente disturbato		A4	3,70	Leggermente disturbato				
	BO NW	4,42	Leggermente disturbato		BO NW	3,64	Leggermente disturbato				
	BO SE	5,55	Non disturbato		BO SE	4,55	Non disturbato				
	A5	4,06	Leggermente disturbato		A5	3,52	Leggermente disturbato				
	A6	3,16	Moderatamente disturbato		A6	3,48	Moderatamente disturbato				
	A7	3,41	Moderatamente disturbato		A7	3,56	Leggermente disturbato				
	A8	3,45	Moderatamente disturbato		A8	3,56	Leggermente disturbato				
	B1	3,45	Moderatamente disturbato		B1	3,38	Moderatamente disturbato				
	B2	3,22	Moderatamente disturbato		B2	3,72	Leggermente disturbato				
	B3	3,50	Leggermente disturbato		B3	3,20	Moderatamente disturbato				
	B4	3,98	Leggermente disturbato		B4	3,51	Leggermente disturbato				
	BO NE	4,36	Leggermente disturbato		BO NE	3,65	Leggermente disturbato				
	BO SW	3,96	Leggermente disturbato		BO SW	3,34	Moderatamente disturbato				
B5	3,53	Leggermente disturbato	B5	3,69	Leggermente disturbato						
B6	3,32	Moderatamente disturbato	B6	3,54	Leggermente disturbato						
B7	3,47	Moderatamente disturbato	B7	3,59	Leggermente disturbato						
B8	3,63	Leggermente disturbato	B8	3,65	Leggermente disturbato						
K1	3,54	Leggermente disturbato	K1	3,68	Leggermente disturbato						
K2	3,73	Leggermente disturbato	K2	3,61	Leggermente disturbato						
K3	3,86	Leggermente disturbato	K3	3,34	Moderatamente disturbato						
K4	3,21	Moderatamente disturbato	K4	3,70	Leggermente disturbato						

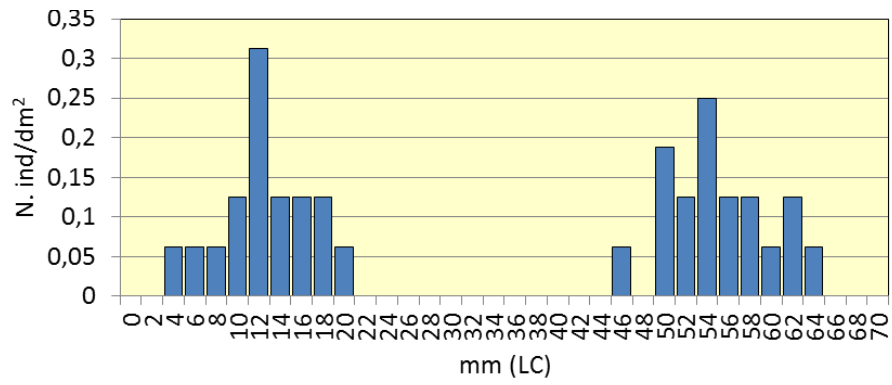


Tab. 3-XLVIII – Continuo.

	Stazione	W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico	
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale		
3° Post lavori	A1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	A4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	BO NW	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	BO SE	Leggermente disturbato	Non disturbato	Non disturbato	alto/buono	
	A5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	A7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	A8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	B1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	B2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	B4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	BO NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	BO SW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	B5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	B6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	B7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	B8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	K2	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	4° Post lavori	A1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
		A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
		A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
		A4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
BO NW		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
BO SE		Leggermente disturbato	Non disturbato	Non disturbato	alto/buono	
A5		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
A6		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
A7		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
A8		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
B1		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
B2		Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
B3		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
B4		Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
BO NE		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
BO SW		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
B5		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
B6		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
B7		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
B8		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono		
K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono		
K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato		
K4	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono		

### 3.6.9. MYTILUS GALLOPROVINCIALIS

Il campione prelevato nell'estate 2017 dalle parti sommerse della piattaforma Bonaccia NW era costituito da 35 esemplari, corrispondenti a 2,2 ind/dm<sup>2</sup>, e aveva un peso fresco di 0,3 kg. Il range di taglia è risultato compreso tra 4 e 64 mm LC e 17 esemplari, corrispondenti al 49% circa del campione, avevano raggiunto o superato la taglia minima commerciale di 50 mm LC (fig. 3.57). Sono state individuate due coorti ben distinte: una rappresentata da individui di taglia compresa tra 4 e 20 mm LC e classe modale a 12 mm LC, l'altra costituita da mitili aventi lunghezza della conchiglia tra 46 e 64 mm LC con classe modale a 54 mm LC.



**Fig. 3.57** - Distribuzione di frequenza delle lunghezze degli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati dalle parti sommerse di Bonaccia NW nell'estate 2017.

### 3.7. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

#### 3.7.1. CAMPIONAMENTI DI PESCA

##### 3.7.1.1 Ricchezza specifica (S) e Diversità specifica (H')

Nel corso dei campionamenti di pesca condotti nel 2016 e 2017 sono state censite complessivamente 56 specie di cui 46 pesci, 5 molluschi e 5 crostacei. Di queste, 50 specie (42 pesci, 5 molluschi e 3 crostacei) sono comparse nelle catture effettuate nei pressi della piattaforma, 26 specie sono state censite presso C1 (20 pesci, 1 molluschi e 5 crostacei) e 25 in C2 (20 pesci, 2 molluschi e 3 crostacei; Tab. 3-XLIX - 3-LI). Esclusivamente presso il sito di estrazione sono stati censiti i molluschi *Aequipecten opercularis*, *Octopus vulgaris* e *Illex coindetii* e i pesci *Belone belone*, *Boops boops*, *Eutrigla gurnardus*, *Liza ramado*, *Lophius piscatorius*, *Merlangius merlangius*, *Mullus surmuletus*, *Phycis phycis*, *Phycis blennoides*, *Polyprion americanus*, *Raja miraletus*, *Scomber scombrus*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Scophthalmus rhombus*, *Seriola dumerili*, *Serranus hepatus*, *Spondilyosoma cantharus*, *Torpedo marmorata* e *Trachurus picturatus*. Per quanto riguarda i siti di controllo, in C1 sono state registrate catture esclusive dei crostacei *Munida rugosa* e *Scyllarus arctus* e del pesce *Zeus faber*, mentre in C2 si è osservata la cattura esclusiva della specie *Solea solea*.

La Ricchezza specifica media ( $S_{\text{mtot}}$ ; Tab. 3-LII) è risultata superiore presso la piattaforma rispetto ai controlli durante tutto il periodo di campionamento: l'analisi statistica (Tab. 3-LIII) ha avvalorato tale dato indicando una differenza altamente significativa tra sito di estrazione e controlli; il confronto tra i due anni di monitoraggio, invece, è risultato non significativo.

Nei pressi della piattaforma, dopo un calo registrato tra l'inverno e la primavera 2016,  $S_{\text{mstag}}$  ha seguito un trend instabile ma tendenzialmente crescente fino all'inverno 2017 quando è stato raggiunto il massimo ( $15,66 \pm 3,48$ ), risultato comunque comparabile a tutte le stagioni precedenti eccetto la primavera 2016 (fig. 3.57). In seguito, l'andamento è diventato decrescente, fino al minimo osservato nell'autunno 2017 ( $6,33 \pm 0,88$ ) simile alla primavera 2016 e all'estate 2017.

I controlli hanno presentato trend più lineari e comparabili tra loro, che si sono discostati solo nell'inverno 2016 quando in C2 è stato registrato il massimo ( $6,00 \pm 0,57$ ). Similmente alla piattaforma, per entrambi i controlli i valori più bassi sono stati registrati nell'autunno 2017 (C1:  $0,66 \pm 0,33$ ; C2:  $1,33 \pm 0,66$ ).

**Tab. 3-XLIX** - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso la **piattaforma Bonaccia NW** nel 2016 e 2017. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

Bonaccia NW			2016								2017								TOTALE		
			I		P		E		A		I		P		E		A				
			N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)			
<b>Crostacei</b>																					
<i>Nephtys norvegicus</i>	B	NA	3,06	0,11			8,84	0,66	1,13	0,08	14,85	1,38			1,80	0,23			29,68	2,46	
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA			2,73	0,03	2,11	0,01	1,13	0,01	9,71	0,06	5,05	0,02	7,22	0,04			27,95	0,17	
<i>Squilla mantis</i>	B	NA	3,06	0,13			2,11	0,17	2,82	0,14	9,71	0,36							17,70	0,80	
<b>Crostacei Totale</b>			<b>6,13</b>	<b>0,24</b>	<b>2,73</b>	<b>0,03</b>	<b>13,06</b>	<b>0,84</b>	<b>5,08</b>	<b>0,23</b>	<b>34,27</b>	<b>1,80</b>	<b>5,05</b>	<b>0,02</b>	<b>9,02</b>	<b>0,27</b>			<b>75,33</b>	<b>3,43</b>	
<b>Molluschi</b>																					
<i>Octopus vulgaris</i>	B	AT					2,24	6,28	1,13	2,45	2,47	4,32					1,80	2,49	7,64	15,54	
<i>Aequipecten opercularis</i>	B	NA	18,38	0,17	3,71	0,04	4,21	0,08			2,29	0,07			9,02	0,24			37,61	0,61	
<i>Cassidaria echinophora</i>	B	NA									2,47	0,19							2,47	0,19	
<i>Eledone cirrhosa</i>	B	PA			2,73	0,73	2,47	1,63	2,82	0,68			18,00	9,49					26,02	12,53	
<i>Illex coindetii</i>	P	NA	2,50	0,14			4,49	0,35			2,29	0,21							9,28	0,70	
<b>Molluschi Totale</b>			<b>20,88</b>	<b>0,31</b>	<b>6,44</b>	<b>0,77</b>	<b>13,41</b>	<b>8,34</b>	<b>3,95</b>	<b>3,13</b>	<b>9,52</b>	<b>4,79</b>	<b>18,00</b>	<b>9,49</b>	<b>9,02</b>	<b>0,24</b>	<b>1,80</b>	<b>2,49</b>	<b>83,02</b>	<b>29,56</b>	
<b>Pesci</b>																					
<i>Mullus surmuletus</i>	B	AT	3,38	0,42			2,11	3,07			4,76	0,28							8,14	0,70	
<i>Polyprion americanus</i>	B	AT					2,11	3,07											2,11	3,07	
<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	2,50	0,04	2,73	0,10	2,24	0,12			12,94	0,54	9,00	0,39					29,41	1,19	
<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT	2,50	0,56	6,24	0,78	11,55	1,46			2,47	0,43	20,05	2,38	5,41	1,14			48,22	6,75	
<i>Scorpaena scrofa</i>	B	AT	6,44	4,14	6,44	6,69	4,58	2,02	2,82	2,62	4,76	1,32			1,80	3,19	1,68	0,43	28,52	20,41	
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA					2,47	0,05	3,95	2,66									6,42	2,71	
<i>Citharus linguatula</i>	B	NA	3,06	0,19															3,06	0,19	
<i>Eutrigla gurnardus</i>	B	NA	3,38	0,07															3,38	0,07	
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA															1,86	0,02	1,86	0,02	
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA					2,24	0,89			9,71	12,42	5,53	7,04			5,34	5,75	22,82	26,10	
<i>Lophius piscatorius</i>	B	NA			3,71	1,41	2,11	0,08											5,82	1,49	
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA									2,47	0,07					1,80	0,06	4,27	0,13	
<i>Phycis blennoides</i>	B	NA	3,38	2,19	2,53	1,18	4,21	2,93	3,95	1,01	2,47	0,26	9,00	3,21	1,80	0,36			27,34	11,13	
<i>Raja asterias</i>	B	NA					4,21	3,33			2,29	1,40							6,50	4,73	
<i>Raja miraletus</i>	B	NA											3,00	0,95					3,00	0,95	
<i>Scophthalmus rhombus</i>	B	NA													1,80	0,96			1,80	0,96	
<i>Scylliorhinus canicula</i>	B	NA							1,13	0,45									1,13	0,45	
<i>Scylliorhinus stellaris</i>	B	NA											3,00	2,74					3,00	2,74	
<i>Squalus acanthias</i>	B	NA													1,80	1,89			1,80	1,89	
<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA	5,00	5,85	3,71	1,57			1,13	0,37	2,76	0,77			1,80	1,22			14,40	9,78	
<i>Trachinus draco</i>	B	NA			2,73	0,08													2,73	0,08	
<i>Phycis phycis</i>	B	PA													1,80	0,23			1,80	0,23	
<i>Spondilyosoma cantharus</i>	NB	AT					2,11	0,31			2,47	0,64							4,58	0,95	
<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA	2,50	0,17															2,50	0,17	
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	17,57	6,27	7,58	2,59	43,96	16,80	3,40	1,35	19,61	8,53	28,58	11,58	10,59	3,50			131,29	50,63	
<i>Pagellus acarne</i>	NB	NA							1,13	0,07	2,47	0,16	6,00	0,35	5,41	0,32			15,01	0,90	
<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA	140,46	11,27	3,71	0,34	8,92	0,47	3,95	0,13					10,43	0,35	1,80	0,09	169,28	12,64	
<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA											9,00	1,83			3,61	0,49	12,61	2,32	
<i>Serranus hepatus</i>	NB	PA											3,00	0,11					3,00	0,11	
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	14,26	0,42	21,42	0,56	6,45	0,21	15,25	1,07	17,89	0,58	6,00	0,25	12,32	0,48	7,09	0,27	100,68	3,84	
<i>Seriola dumerilii</i>	P	AT					18,95	6,42											18,95	6,42	
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA													1,80	1,00			1,80	1,00	
<i>Belone belone</i>	P	NA													8,63	0,65			8,63	0,65	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	113,88	1,67					2,82	0,03	12,37	0,13					3,72	0,08	132,79	1,91	
<i>Boops boops</i>	P	PA	268,54	17,09	176,91	12,72	183,23	13,91	27,13	1,64	560,87	35,43	38,05	2,48	34,05	2,68	14,64	1,14	1303,42	87,09	
<i>Liza ramado</i>	P	PA					2,11	0,92											2,11	0,92	
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	74,16	12,56	3,71	0,81	24,28	5,74	16,94	3,16	27,50	6,21	12,00	1,68	80,91	12,94			239,51	43,10	
<i>Scomber scombrus</i>	P	PA	9,19	1,52					2,82	0,08	4,57	0,56					1,68	0,44	15,44	2,52	
<i>Spicara maena</i>	P	PA			7,58	0,26					7,42	0,23			6,91	0,24			24,73	0,81	
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA	75,53	5,44					19,76	1,19	23,13	2,04			3,61	0,43			122,03	9,10	
<i>Trachurus picturatus</i>	P	PA					38,43	6,42			193,92	30,31	89,68	14,73	30,68	3,76	12,12	1,85	364,83	57,07	
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA	329,05	18,84	44,54	2,33	13,68	1,50	48,00	2,57	235,27	15,16	25,58	2,01	45,04	3,28	1,86	0,08	743,02	45,77	
<b>Pesci totale</b>			<b>1074,81</b>	<b>88,70</b>	<b>293,52</b>	<b>31,41</b>	<b>377,84</b>	<b>66,65</b>	<b>154,18</b>	<b>18,40</b>	<b>1152,12</b>	<b>117,47</b>	<b>267,47</b>	<b>51,73</b>	<b>266,59</b>	<b>38,62</b>	<b>57,20</b>	<b>10,70</b>	<b>3643,73</b>	<b>423,69</b>	
<b>Totale complessivo</b>			<b>1101,82</b>	<b>89,25</b>	<b>302,69</b>	<b>32,21</b>	<b>404,31</b>	<b>75,83</b>	<b>163,21</b>	<b>21,76</b>	<b>1195,91</b>	<b>124,06</b>	<b>290,52</b>	<b>61,24</b>	<b>284,63</b>	<b>39,13</b>	<b>59,00</b>	<b>13,19</b>	<b>3802,09</b>	<b>456,67</b>	

**Tab. 3-L** - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **Controllo C1** nel 2016 e 2017. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

C1			2016								2017								TOTALE	
			I		P		E		A		I		P		E		A			
			N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)		
<b>Crosteacei</b>																				
<i>Scyllarus arctus</i>	B	AT			2,40	0,10											2,40	0,10		
<i>Munida rugosa</i>	B	NA	2,55	0,06													2,55	0,06		
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA			4,58	0,50							1,71	0,11			6,29	0,61		
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA	2,82	0,01	2,11	0,01	2,18	0,02			6,99	0,03					14,10	0,07		
<i>Squilla mantis</i>	B	NA							2,35	0,11	2,35	0,06			3,43	0,09	8,13	0,26		
<b>Crosteacei totale</b>			<b>5,38</b>	<b>0,07</b>	<b>9,09</b>	<b>0,60</b>	<b>2,18</b>	<b>0,02</b>	<b>2,35</b>	<b>0,11</b>	<b>9,34</b>	<b>0,09</b>			<b>5,14</b>	<b>0,20</b>	<b>33,47</b>	<b>1,09</b>		
<b>Molluschi</b>																				
<i>Cassidaria echinophora</i>	B	NA									2,35	0,18					2,35	0,18		
<b>Molluschi totale</b>											<b>2,35</b>	<b>0,18</b>					<b>2,35</b>	<b>0,18</b>		
<b>Pesci</b>																				
<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	2,47	0,09	2,11	0,04	2,18	0,11									6,76	0,24		
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA							1,09	0,11							1,09	0,11		
<i>Citharus linguatula</i>	B	NA									2,33	0,12					2,33	0,12		
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA											2,47	0,04			2,47	0,04		
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	2,55	1,01			1,81	0,55			2,35	0,69	2,47	0,04	1,71	0,69	8,42	2,94		
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA			2,18	0,17											2,18	0,17		
<i>Raja asterias</i>	B	NA					2,26	1,52							10,29	5,23	12,55	6,75		
<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	2,55	1,31	4,80	1,69			5,45	1,31			9,90	3,45			22,70	7,76		
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	B	NA					2,18	7,85									2,18	7,85		
<i>Trachinus draco</i>	B	NA													1,71	0,14	1,71	0,14		
<i>Uranoscopus scaber</i>	B	NA													1,76	0,34	1,76	0,34		
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	7,77	3,19	4,36	2,45	6,71	2,74	1,09	0,43	2,67	1,13	9,37	2,51	7,05	2,43	40,79	15,91		
<i>Mustelus mustelus</i>	NB	NA	2,82	11,29													2,82	11,29		
<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA									2,35	0,08					2,35	0,08		
<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA									4,71	0,59			1,76	0,21	6,47	0,80		
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	2,55	0,07			4,44	0,10			9,41	0,27			1,76	0,03	18,16	0,47		
<i>Zeus faber</i>	NB	PA			2,40	0,05											2,40	0,05		
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA													1,71	0,45	1,71	0,45		
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	5,65	0,08							2,35	0,04					3,69	0,05		
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA									2,35	0,11					2,35	0,11		
<b>Pesci totale</b>			<b>26,38</b>	<b>17,04</b>	<b>15,85</b>	<b>4,40</b>	<b>19,58</b>	<b>12,87</b>	<b>7,63</b>	<b>1,85</b>	<b>28,52</b>	<b>3,03</b>	<b>21,74</b>	<b>6,00</b>	<b>27,75</b>	<b>9,52</b>	<b>5,45</b>	<b>152,90</b>	<b>55,80</b>	
<b>Totale complessivo</b>			<b>31,75</b>	<b>17,12</b>	<b>24,94</b>	<b>5,00</b>	<b>21,76</b>	<b>12,89</b>	<b>9,98</b>	<b>1,96</b>	<b>40,21</b>	<b>3,30</b>	<b>21,74</b>	<b>6,00</b>	<b>32,89</b>	<b>9,72</b>	<b>5,45</b>	<b>188,72</b>	<b>57,08</b>	



**Tab. 3-LI** - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **Controllo C2** nel 2016 e 2017.  
I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

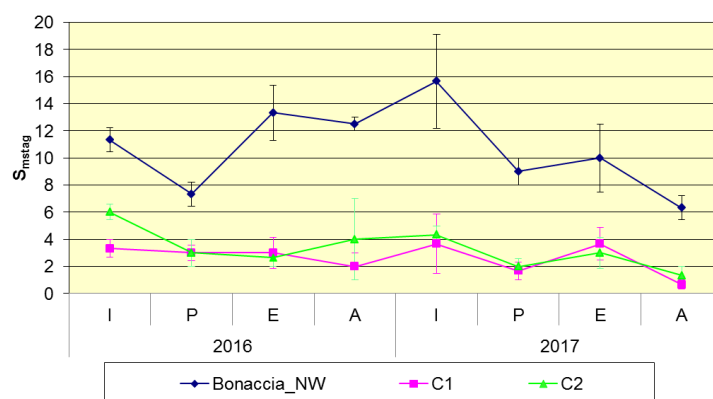
C2			2016								2017								TOTALE	
			I		P		E		A		I		P		E		A			
			N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)		
<b>Crosteacei</b>																				
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA	2,86	0,33												0,00	0,00	2,86	0,33	
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA			5,71	0,06					9,60	0,09						15,31	0,15	
<i>Squilla mantis</i>	B	NA	4,82	0,15			2,67	0,06			2,33	0,09						9,82	0,30	
<b>Crosteacei totale</b>			<b>7,68</b>	<b>0,48</b>	<b>5,71</b>	<b>0,06</b>	<b>2,67</b>	<b>0,06</b>			<b>11,93</b>	<b>0,18</b>				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>28,00</b>	<b>0,77</b>	
<b>Molluschi</b>																				
<i>Cassidaria echinophora</i>	B	NA			2,86	0,17												2,86	0,17	
<i>Eledone cirrhosa</i>	B	PA	2,42	1,45														2,42	1,45	
<b>Molluschi totale</b>			<b>2,42</b>	<b>1,45</b>	<b>2,86</b>	<b>0,17</b>												<b>5,28</b>	<b>1,62</b>	
<b>Pesci</b>																				
<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	5,26	0,21	2,86	0,17					2,70	0,15	2,33	0,09				13,14	0,62	
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA												1,76	0,17			1,76	0,17	
<i>Citharus linguatula</i>	B	NA	2,42	0,16					2,19	0,12								4,61	0,28	
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA									5,03	0,08						5,03	0,08	
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	2,42	0,40			1,90	0,57			2,40	0,96			3,53	0,46	1,76	12,01	3,37	
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA	4,85	0,21					1,10	0,03	2,70	0,08	2,40	0,12				11,05	0,44	
<i>Raja asterias</i>	B	NA					9,83	8,26							2,55	1,12		12,38	9,38	
<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	7,66	2,79	14,71	4,54	1,90	0,68	1,10	0,26	6,99	1,85	6,14	1,59	1,76	0,64		40,26	12,35	
<i>Solea solea</i>	B	NA	2,40	0,31					1,10	0,15	2,40	0,37						5,90	0,83	
<i>Squalus acanthias</i>	B	NA									2,67	0,89						2,67	0,89	
<i>Uranoscopus scaber</i>	B	NA									2,40	0,25						2,40	0,25	
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	7,22	2,66	10,71	3,39	8,71	2,16	1,10	0,30	2,33	0,88	7,13	2,42	13,93	5,21	1,76	52,90	17,70	
<i>Mustelus mustelus</i>	NB	NA	8,57	15,53														8,57	15,53	
<i>Pagellus acarne</i>	NB	NA													1,76	0,11		1,76	0,11	
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	2,42	0,06	6,00	0,15					4,73	0,14			1,76	0,02		14,91	0,37	
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA							1,10	0,68					2,55	0,74		3,65	1,42	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	17,14	0,20														17,14	0,20	
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA			5,00	1,06												5,00	1,06	
<i>Spicara maena</i>	P	PA							1,10	0,04								1,10	0,04	
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA	2,86	0,17														2,86	0,17	
<b>Pesci totale</b>			<b>63,23</b>	<b>22,70</b>	<b>39,29</b>	<b>9,31</b>	<b>22,34</b>	<b>11,67</b>	<b>11,46</b>	<b>2,47</b>	<b>31,68</b>	<b>4,76</b>	<b>18,00</b>	<b>4,22</b>	<b>29,60</b>	<b>8,47</b>	<b>3,52</b>	<b>1,65</b>	<b>219,12</b>	<b>65,25</b>
<b>Totale complessivo</b>			<b>73,34</b>	<b>24,63</b>	<b>47,86</b>	<b>9,53</b>	<b>25,01</b>	<b>11,73</b>	<b>11,46</b>	<b>2,47</b>	<b>43,61</b>	<b>4,94</b>	<b>18,00</b>	<b>4,22</b>	<b>29,60</b>	<b>8,47</b>	<b>3,52</b>	<b>1,65</b>	<b>252,39</b>	<b>67,65</b>

**Tab. 3-LII** – Valori medi ( $\pm$  e.s.) ottenuti per i vari indici nel 2016 presso la piattaforma Bonaccia NW e le due aree di controllo.

	Bonaccia NW	C1	C2
$S_{mtot}$	10,61 $\pm$ 0,84	2,65 $\pm$ 0,40	3,26 $\pm$ 0,42
$H'_{mtot}$	0,74 $\pm$ 0,03	0,31 $\pm$ 0,06	0,42 $\pm$ 0,05
$N_{mtot}$	165,31 $\pm$ 35,70	8,21 $\pm$ 1,43	11,29 $\pm$ 1,72
$P_{mtot}$	19,85 $\pm$ 2,97	2,48 $\pm$ 0,65	2,97 $\pm$ 0,76

**Tab. 3-LIII** – Risultati dell'analisi della varianza applicata ai valori di Ricchezza specifica (S), Diversità specifica ( $H'$ ), abbondanza (N) e biomassa (P). g.l = gradi di libertà; \*\*, >> = altamente significativo; > = significativo. (C1 = Controllo 1; C2 = Controllo 2; P = Piattaforma).

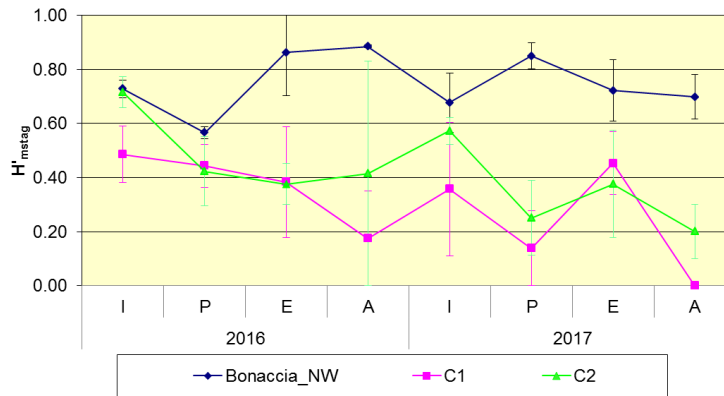
Effetti	g.l.	Kruskal-Wallis							
		Sm		$H'$		N		P	
Sito	2; 63	p	Post Hoc	p	Post Hoc	p	Post Hoc	p	Post Hoc
		<0,001	P>> C1; C2	<0,001	P>> C1; C2	<0,001	P>> C1; C2	<0,001	P>> C1; C2
Anno	1; 63	p	Post Hoc	p	Post Hoc	p	Post Hoc	p	Post Hoc
		0,232		0,247		0,266		0,102	
Sito x Anno	2; 63	Anova 2 vie							
		0,746		0,461		0,92		0,618	



**Fig. 3.57** - Ricchezza specifica media stagionale ottenuta per la piattaforma Bonaccia NW e per i due siti di controllo nel 2016 e nel 2017. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

Anche il valore di Diversità specifica media di Shannon-Weaver relativo all'intero periodo di campionamento ( $H'_{mtot}$ ) è risultato significativamente maggiore presso la piattaforma rispetto ai controlli, mentre gli anni sono apparsi comparabili statisticamente (Tabb. 3-LII e 3-LIII).

L'andamento di  $H'_{mstag}$  relativo alla piattaforma non è apparso lineare mai i valori, compresi tra 0,56 $\pm$ 0,02 (primavera 2016) e 0,88 $\pm$ 0,01 (autunno 2016), sono risultati spesso comparabili (fig. 3.58) e superiori a quelli dei controlli. Anche i trend di questi due ultimi siti hanno presentato delle oscillazioni e valori molto spesso comparabili sia nell'ambito di ciascun controllo che tra entrambi.



**Fig. 3.58** - Diversità specifica media stagionale ottenuta per la piattaforma Bonaccia NW e per i due siti di controllo nel 2016 e nel 2017. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno

### 3.7.1.2 Rendimenti di pesca e composizione delle catture

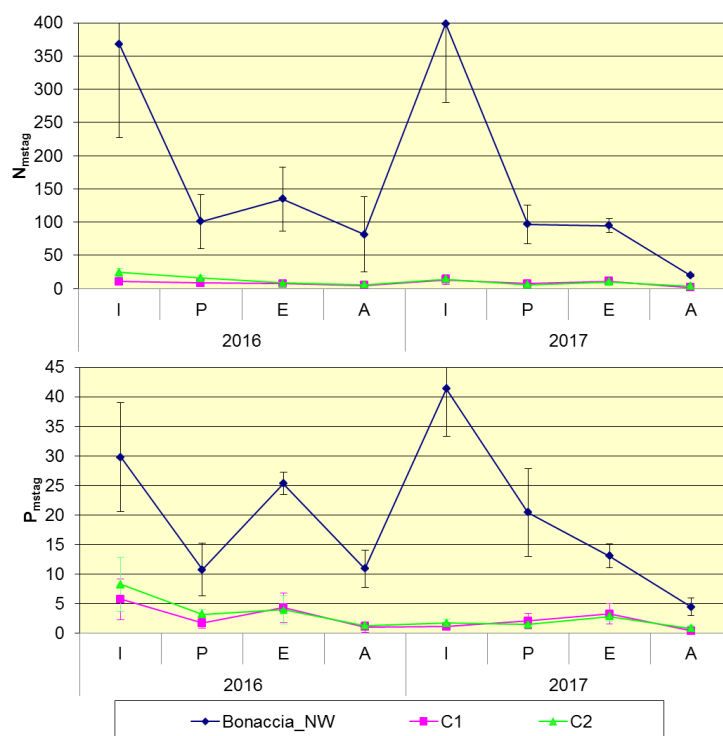
Presso la piattaforma Bonaccia NW i rendimenti di pesca medi, calcolati sui primi due anni di monitoraggio (2016 e 2017), sono risultati nettamente superiori sia in termini numerici che in peso rispetto ai siti di controllo come confermato dall'analisi statistica (Tabb. 3-LII e 3-LIII).

Sia dal punto di vista numerico che ponderale i rendimenti relativi alla piattaforma sono sempre stati maggiori rispetto ai corrispettivi dei due controlli. Entrambi i trend di Bonaccia NW piattaforma hanno indicato variazioni stagionali importanti (fig. 3.59). In numero di individui, infatti, sono stati registrati due picchi nelle stagioni invernali di entrambi gli anni (2016:  $367,27 \pm 140,11$ ; 2017:  $398,63 \pm 118,22$  ind/500m/12h) comparabili tra loro. Questi valori elevati sono dovuti, in larga misura, alle catture dei pesci pelagici a comportamento gregario quali, ad esempio, *Boops boops* e *Trachurus trachurus*. I rendimenti osservati nel corso degli altri periodi di campionamento sono stati più bassi e tutti confrontabili tra loro eccetto quello relativo all'autunno 2017 paragonabile solo alla medesima stagione del 2016.

Il trend in peso è apparso simile a quello descritto per l'indice numerico essendo stati registrati i picchi maggiori nelle stagioni invernali, soprattutto nel 2017, quando è stato raggiunto il massimo assoluto ( $41,34 \pm 8,05$  kg/500m/12h). Per quanto concerne gli altri periodi, nell'estate 2016 vi è stato un aumento ponderale più evidente rispetto a quello in numero per la presenza di pesci di grandi dimensioni quali *Seriola dumerilii* e per le abbondanti catture di *Merluccius merluccius* e *B. boops*. Il 2017 è stato invece caratterizzato da un decremento costante sino all'autunno quando è stato raggiunto il minimo ( $4,39 \pm 1,49$  kg/500m/12h).

Nei siti di controllo il trend in termini numerici è rimasto più costante, con valori molto

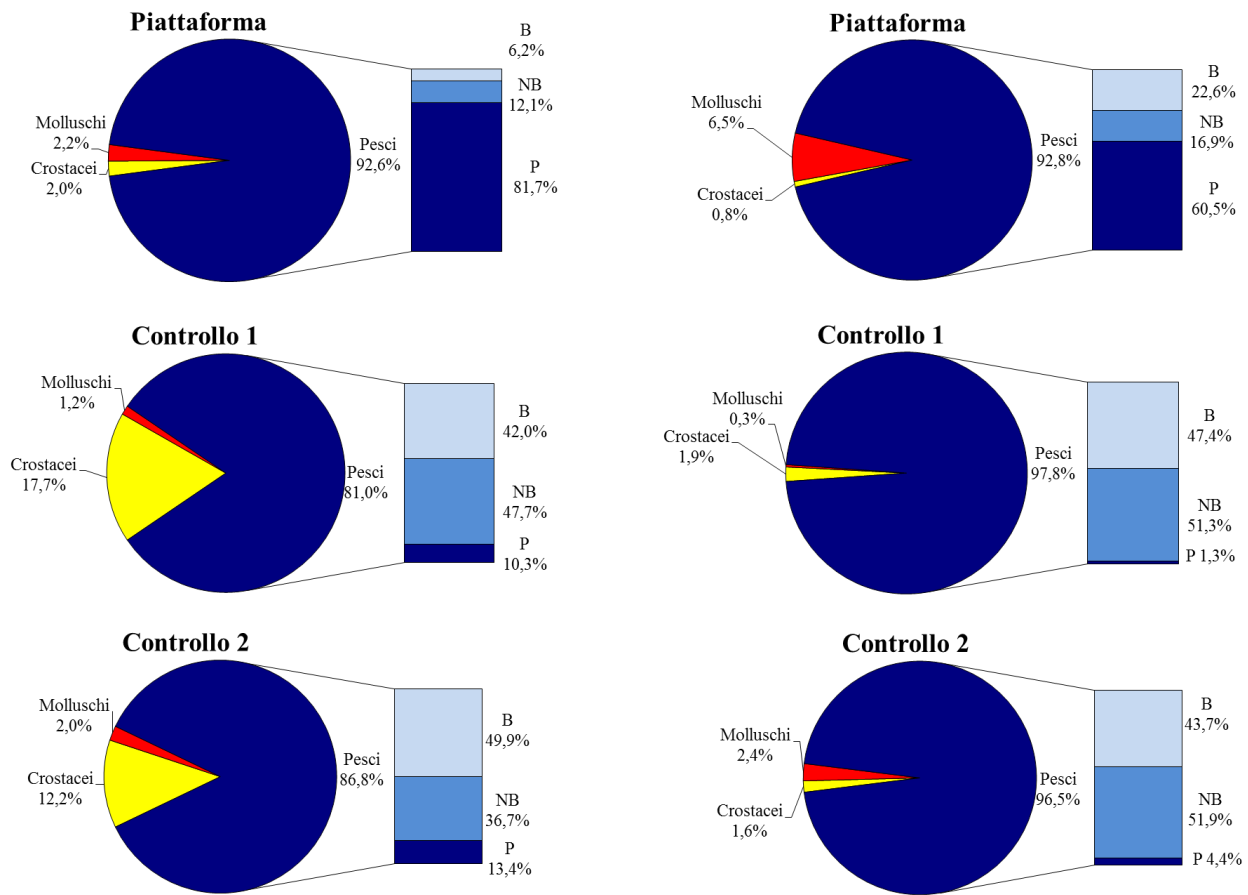
bassi e compresi tra  $1,82 \pm 1,07$  e  $13,41 \pm 7,66$  ind/500m/12h in C1 (rispettivamente autunno e inverno 2017) e tra  $3,64 \pm 2,13$  e  $24,45 \pm 6,39$  ind/500m/12h in C2 (autunno 2017 e inverno 2016 rispettivamente). Anche in peso i valori sono stati molto modesti. I massimi per entrambi i siti sono stati registrati nell'inverno 2016 (C1:  $5,70 \pm 3,47$  kg/500m/12h; C2:  $8,21 \pm 4,57$  kg/500m/12h) stagione in cui sono stati catturati in entrambe le aree alcuni esemplari di grandi dimensioni di *Scyliorhinus canicula*.



**Fig. 3.59** - Rendimenti di pesca medi stagionali in termini numerici (N; n. ind/500m/12h) e ponderali (kg/500m/12h) registrati presso Bonaccia NW e nelle zone di controllo nel 2016 e nel 2017.

I pesci hanno costituito la frazione dominante delle catture sia in termini numerici che ponderali (fig. 3.60).

**Pesci bentonici** - In totale sono state censite 24 specie ittiche appartenenti a questo gruppo, di cui 22 rinvenute presso la piattaforma e 11 presso ciascun controllo (Tabb. 3-XLIX - 3-LII). Nell'ambito dei pesci, presso il sito di estrazione i bentonici hanno costituito il terzo gruppo in termini numerici (6,2%) e il secondo dal punto di vista ponderale (22,6%); le catture più abbondanti in numero e peso sono state rappresentate, rispettivamente, da *S. porcus* e *Lophius budegassa*. In C1 i pesci bentonici hanno rappresentato il secondo gruppo più importante sia in numero che in peso (42,0% e 47,4% rispettivamente), mentre in C2 è risultato il principale in numero (49,9%) e il secondo in peso (43,7%), con *S. canicula* come specie più rappresentativa.



**Fig. 3.60** - Composizione percentuale delle catture in numero (sinistra) e in peso (destra) effettuate nel 2016 e 2017 presso Bonaccia NW e nei due siti di controllo. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.

**Pesci necto-bentonici** - Complessivamente sono state censite 10 specie, delle quali 8 catturate presso la piattaforma, 6 presso C1 e 4 presso C2 (Tabb. 3-XLIX - 3-LII). Nelle vicinanze della piattaforma questo gruppo è risultato il secondo per importanza numerica (12,1%) e il terzo per quella ponderale (16,9%) per le costanti catture di *P. bogaraveo*, *M. merluccius* e *Trisopterus minutus capellanus*.

Presso il sito di controllo C1 i pesci necto-bentonici hanno rappresentato il primo gruppo sia in numero che peso (N: 47,7%; P: 51,3%), anche in questo caso per i quantitativi soprattutto di *M. merluccius*, mentre in C2 si sono collocati al secondo posto in numero con il 36,7% e al primo in peso con il 51,9% sempre per le catture di *M. merluccius*, alle quali si sono aggiunte quelle di *Mustelus mustelus* per quanto riguarda i rendimenti ponderali.

**Pesci pelagici** - In totale sono state censite 12 specie ittiche pelagiche, tutte catturate nei dintorni di Bonaccia NW, 3 presso C1 e 5 presso C2 (Tabb. 3-XLIX - 3-LII).

In piattaforma la frazione dei pesci pelagici ha rappresentato il gruppo principale per

importanza sia numerica (81,7%) che ponderale (60,5%). In entrambi i casi le catture più rappresentative sono state quelle di *B. boops*, *T. trachurus*, *Trachurus picturatus* e *Scomber japonicus*.

In entrambi i siti di riferimento i pelagici sono stati i meno importanti percentualmente tra i pesci. La maggiore importanza in numero rispetto al peso è una conseguenza delle catture della specie principale appartenente a questo gruppo, *Engraulis encrasicolus*, generalmente presente in grossi banchi ma caratterizzata da esemplari di piccole dimensioni.

**Crosteacei** - Questo sub-phylum è stato rappresentato da 5 specie, 3 censite presso la piattaforma, 5 in C1 e 3 in C2 (Tabb. 3-XLIX - 3-LII). In piattaforma i crosteacei hanno rappresentato il 2,0% in termini numerici e lo 0,8% in peso. Percentuali superiori sono state riscontrate ai controlli, soprattutto in numero essendo pari al 17,7% in C1 e all'12,2% in C2.

**Molluschi** - Anche per questo Phylum sono state censite 5 specie tutte presenti nei dintorni della piattaforma; in C1 è stato rinvenuto solo il bivalve *Cassidaria echinophora*, mentre in C2 oltre a questo è stato censito anche il cefalopode *Eledone cirrhosa* (Tabb. 3-XLIX - 3-LII). Nel sito di estrazione i molluschi hanno rappresentato il 2,2% in numero, percentuale alla quale hanno contribuito principalmente *Aequipecten opercularis* ed *E. cirrhosa*, e il 6,5% in peso grazie alle catture di quest'ultima specie e di *Octopus vulgaris*.

In C1 i molluschi hanno rappresentato un frazione irrisoria delle catture, sia in termini numerici (1,2%) che ponderali (0,3%); in C2 le percentuali sono state leggermente maggiori (N: 2,0%; P: 2,4%).

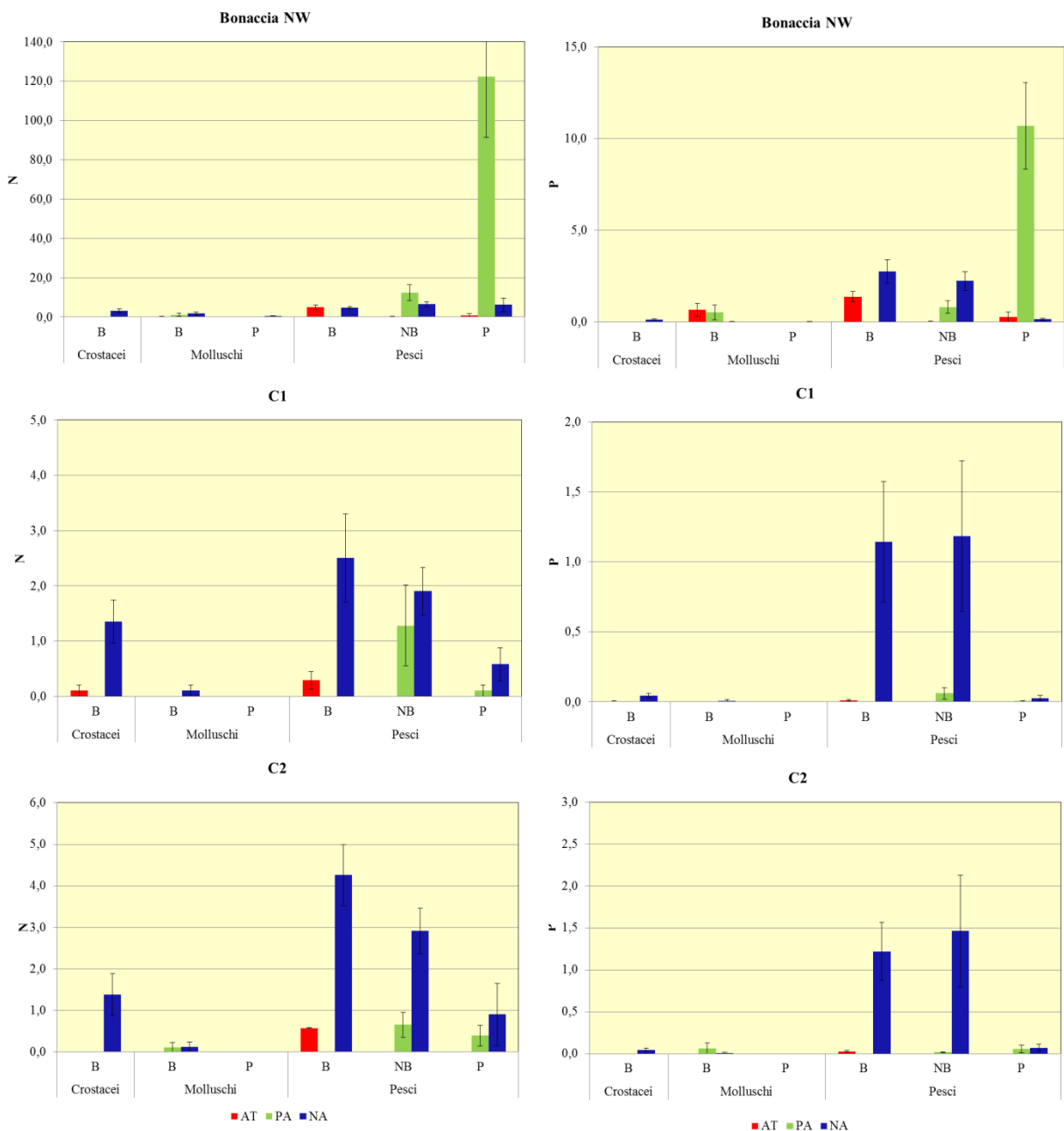
### 3.7.1.3 Affinità delle specie catturate con i substrati duri

L'analisi delle catture secondo il grado di affinità delle varie specie verso i substrati duri (fig. 3.61) ha evidenziato presso la piattaforma la dominanza numerica e ponderale di pesci pelagici PA ( $122,40 \pm 31,18$  ind/500m/12h;  $10,71 \pm 2,35$  Kg/500m/12h). Tutti gli altri gruppi sono risultati decisamente meno importanti e quasi tutti confrontabili tra loro. Tuttavia, è degno di nota sottolineare la presenza di 5 specie di pesci bentonici AT (*S. notata*, *Scorpaena notata*, *S. porcus*, *M. surmuletus* e *P. americanus*), di 1 specie di NB AT (*S. cantharus*) e di un P AT (*S. dumerili*), oltre che di molluschi AT rappresentati da *O. vulgaris*.

Presso C1 i pesci bentonici NA e necto-bentonici NA sono risultati i più abbondanti sia in numero ( $2,50 \pm 0,80$ ;  $1,90 \pm 0,43$  ind/500m/12h) che in peso ( $1,14 \pm 0,43$ ;  $1,18 \pm 0,54$  Kg/500m/12h), entrambi numericamente comparabili con i crosteacei NA ( $1,35 \pm 0,39$

ind/500m/12h) e con i necto-bentonici PA, questi ultimi rappresentati soprattutto dalla specie gregaria *T. minutus capelanus*.

Anche in C2 le specie bentoniche e necto-bentoniche NA sono risultate le più importanti sia numericamente ( $4,26 \pm 0,74$ ;  $2,91 \pm 0,55$  ind/500m/12h) che in peso ( $1,22 \pm 0,35$ ;  $1,46 \pm 0,67$  Kg/500m/12h), mentre per gli altri gruppi sono stati ottenuti rendimenti inferiori e comparabili tra loro. Presso i due siti di controllo è stata catturata una piccola porzione di pesci e crostacei AT, decisamente inferiore rispetto a quella della piattaforma.



**Fig. 3.61** - Numero (n. ind./500m/12h) e peso (kg/500m/12h) medi ( $\pm$  e.s.) delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) ottenuti nelle catture effettuate nel 2016 e 2017 nei tre siti. B = bentonico; NB = necto-bentonic; P = pelagico.

Dall'elaborazione statistica (Tab. 3-LIV) si sono evidenziate differenze tra il sito di estrazione e quelli di riferimento per tutti i gruppi ad eccezione dei crostacei. Per i molluschi bentonici, la categoria AT ha registrato valori più elevati presso la piattaforma sia in termini numerici che ponderali, mentre per la categoria NA si sono registrati valori più elevati presso i siti di controllo. Per quanto riguarda i pesci bentonici AT, necto-bentonici NA e PA e pelagici PA sono state ottenute differenze altamente significative tra piattaforma e controlli sia in numero che in peso con i valori maggiori nei pressi della struttura. Infine, per i pesci bentonici NA sono stati registrati rendimenti significativamente inferiori presso C1 sia in numero che in peso.



**Tab. 3-LIV** – Risultati dei test statistici ottenuti per la densità e la biomassa dei principali gruppi di specie presso la piattaforma Bonaccia NW e nei siti di controllo. g.l = gradi di libertà; \*\*, >> = altamente significativo; KW = test di Kruskal-Wallis. P = Piattaforma; C1 = Controllo 1; C2 = Controllo 2.

Kruskal-Wallis																								
Numero		Crostecci		Molluschi							Pesci													
		Bentonici	Bentonici	Bentonici		Bentonici		Bentonici	Pelagici		Bentonici		Bentonici		Bentonici	Necto-Bentonici	Necto-Bentonici		Necto-Bentonici		Pelagici	Pelagici	Pelagici	
Effetti	g.l.	AT	NA	AT		NA		PA	NA		AT		NA		PA	AT	NA		PA		AT	NA	PA	
Sito	2;63	KW	KW	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	KW	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	KW	KW	Wilcoxon
		0,368	0,261	0,015 *	P>C1;C2	0,026 *	P<C1;C2	0,057	0,046 *	P>C1;C2	<0,001 **	P>>C1;C2	<0,001 **	C1<C2;P	0,368	0,131	0,005 *	P>C1;C2	<0,001 **	P>>C1;C2	0,368	0,229	<0,001 **	P>>C1;C2
Anno	1;63	KW	KW	KW		KW		KW	KW		KW		KW		KW	KW	KW		KW		KW	KW	KW	
		0,296	0,295	0,953		0,812		0,153	0,486		0,087		0,309		0,338	0,967	0,719		0,223		0,296	0,811	0,638	
Sito x Anno	2;63	Anova 2 vie																						
		0,341	0,632	0,994		0,690		0,893	0,502		0,838		0,964		0,406	0,998	0,990		0,113		0,341	0,734	0,577	

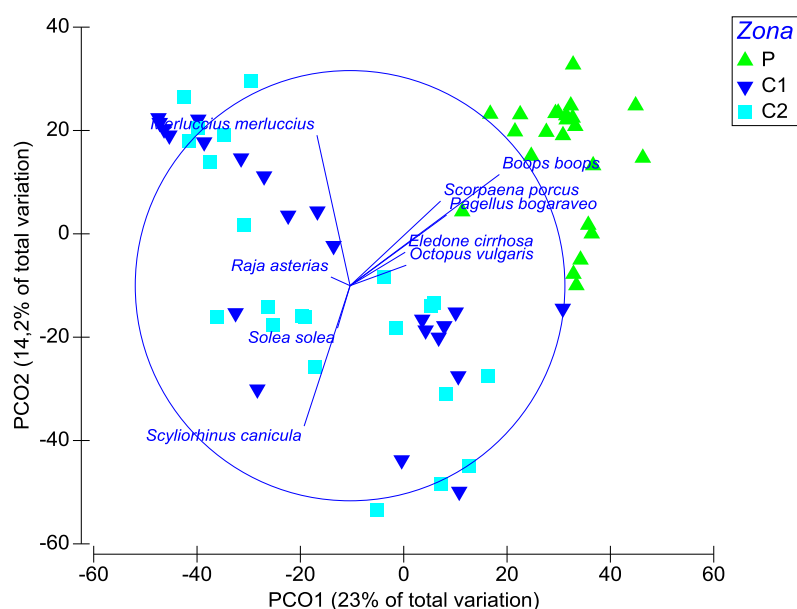
Kruskal-Wallis																								
Peso		Crostecci		Molluschi							Pesci													
		Bentonici	Bentonici	Bentonici		Bentonici		Bentonici	Pelagici		Bentonici		Bentonici		Bentonici	Necto-Bentonici	Necto-Bentonici		Necto-Bentonici		Pelagici	Pelagici	Pelagici	
Effetti	g.l.	AT	NA	AT		NA		PA	NA		AT		NA		PA	AT	NA		PA		AT	NA	PA	
Sito	2;63	KW	KW	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	KW	KW	Wilcoxon	KW	Wilcoxon	KW	KW	KW	Wilcoxon
		0,368	0,262	0,015 **	P>C1;C2	0,033 *	P<C1;C2	0,063	0,046 *	P>C1;C2	<0,001 **	P>>C1;C2	0,010 *	C1<P;C2	0,368	0,131	0,046 *	P>C1;C2	<0,001 **	P>>C1;C2	0,368	0,294	<0,001 **	P>>C1;C2
Anno	1;63	KW	KW	KW		KW		KW	KW		KW		KW		KW	KW	KW		KW		KW	KW	KW	
		0,296	0,148	0,929		0,983		0,153	0,507		0,082		0,281		0,338	0,967	0,449		0,275		0,296	0,694	0,738	
Sito x Anno	2;63	Anova 2 vie																						
		0,340	0,636	0,964		0,523		0,874	0,589		0,015 *		0,358		0,406	0,891	0,831		0,091		0,341	0,891	0,856	

### 3.7.1.4 PERMANOVA e Principal Coordinate analysis (PCO)

L'analisi multivariata rappresentata in Tab. 3-LV ha evidenziato differenze altamente significative tra i popolamenti presenti in piattaforma rispetto ai due siti di controllo, come indicato dal *pairwise test*. Non è stata riscontrata, invece, una differenza significativa tra i due anni di monitoraggio. La rappresentazione bidimensionale, con il 37,2% della varianza spiegata, ha mostrato la generale contrapposizione del sito della piattaforma con i controlli. La sovrapposizione del grafico delle specie maggiormente coinvolte nella differenziazione dei siti sulla rappresentazione bidimensionale (fig. 3.62), suggerisce che tali differenze sono determinate da un pool di specie AT (es: *S. porcus*, *O. vulgaris*) e PA (es: *B. boops*, *P. bogaraveo*, *E. cirrhosa*) per quanto riguarda la piattaforma e di specie NA (es: *M. merluccius*, *R. asterias*, *S. canicula* e *S. solea*) per quanto concerne i siti di controllo.

**Tab. 3-LV** – PERMANOVA basata sulle dissimilarità di Bray-Curtis sui dati di abbondanza trasformati dei popolamenti rinvenuti nei tre siti nel 2016 e 2017. \*\*, >> = altamente significativo. (P = Piattaforma; C1= Controllo 1; C2= Controllo2).

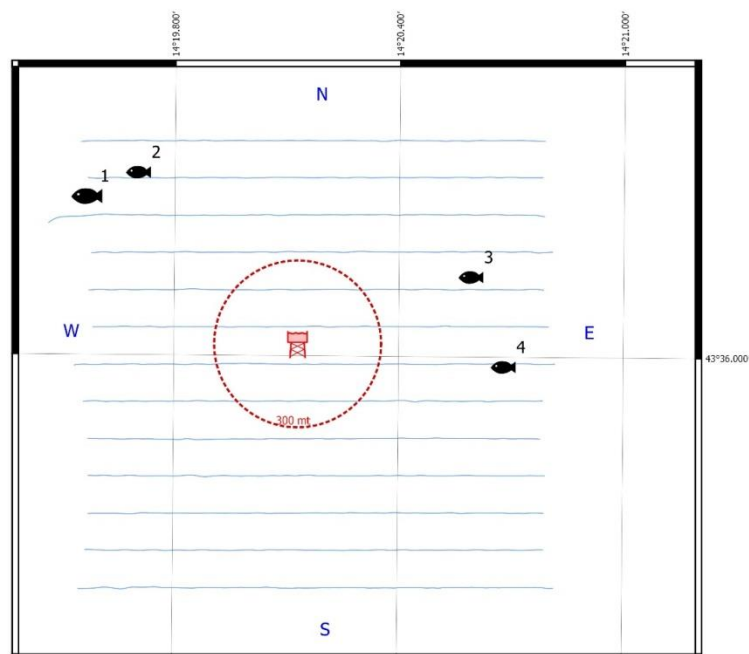
Fattore	g.l.	MS	pseudoF	p	Pairwise test
Sito	2	22,423	73,169	0,0001 **	P>>C1;C2
Anno	1	0,369	12,048	0,240	
Sito x Anno	2	0,185	0,602	0,313	



**Fig. 3.62** – Rappresentazione bidimensionale dei tre siti campionati nel 2016 e 2017 tramite la Principal Coordinate analysis (PCO). P = Piattaforma; C1 = Controllo 1; C2 = Controllo2.

### 3.7.2. INVESTIGAZIONI ACUSTICHE

Nel **luglio** 2017 sono stati rilevati 4 banchi di pesce (fig. 3.63) lontani più di 300 m da Bonaccia NW: il banco più vicino infatti è stato individuato a 668,5 m dalla struttura (n. 3; Tab. 3-LVI).



**Fig. 3.63** - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel luglio 2017. Figura non in scala.

**Tab. 3-LVI** – Distanza (m) dalla piattaforma Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel luglio 2017.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	923,4
2	841,6
3	668,5
4	743,3

Il banco n. 3 è stato caratterizzato da maggiori superficie, lunghezza EW e altezza ( $18173,110 \text{ m}^2$ , 45,466 m e 31,144 m) e il n. 1 per i maggiori lunghezza NS e volume ( $39,097 \text{ m}$  e  $11157,103 \text{ m}^3$ ; Tab. 3-LVII). L'aggregazione più superficiale è stata la n. 3 (45,203 m), la più profonda la n. 4 (84,337 m). Le variabili acustiche sono riportate in Tab. 3-LVIII.

**Tab. 3-LVII** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel luglio 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

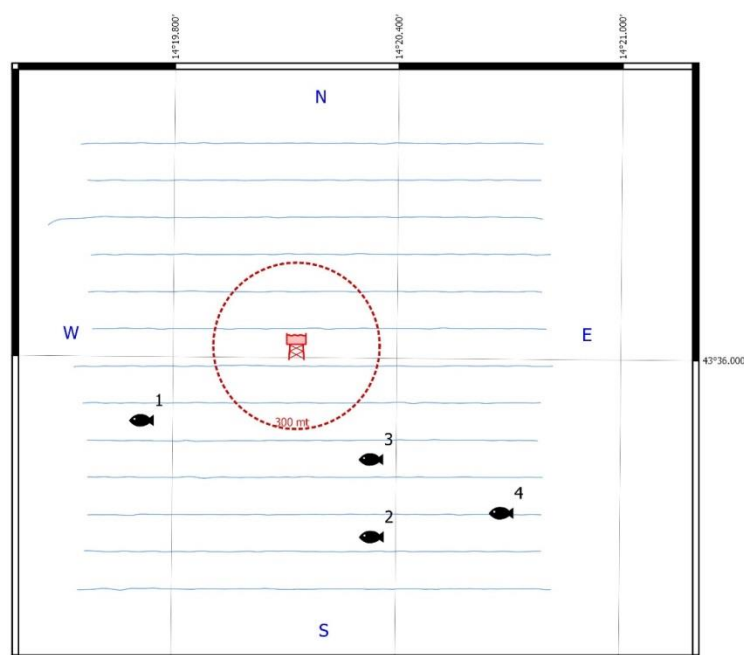
Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	12131,625	39,097	44,585	63,288	80,582	17,294	11157,103	43°36,309'	14°19,567'	72,467	1,087	83	72,2
2	2978,378	29,153	28,908	66,159	74,722	8,563	2450,007	43°36,355'	14°19,703'	70,483	1,216	12	10,828
3	18173,110	32,642	45,466	30,795	61,939	31,144	4343,308	43°36,156'	14°20,594'	45,203	4,184	118	24,379
4	551,244	15,528	15,714	81,632	86,560	4,928	145,399	43°35,982'	14°20,681'	84,337	3,791	0	0

**Tab. 3-LXVII** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel luglio 2017.

Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-21,770	48253	41	3764	-27,994	-7,033	66,523
2	-17,390	10103	27	1456	-27,994	-2,611	182,370
3	-25,625	69009	37	2531	-33,998	-9,410	27,386
4	-21,207	1684	16	268	-33,834	-7,223	75,738

\*Sv = Volume backscattering strength

Anche ad **agosto** sono stati sondati 4 banchi di pesce tutti esterni al raggio di 300 m da Bonaccia NW (fig. 3.64 e Tab 3-LIX): il più vicino è stato individuato 489,1 m dalla struttura (n. 3). Il massimo volume è stato misurato per il banco n. 1 così come la massima lunghezza EW e altezza; la superficie più estesa è stata misurata per il banco n. 4 e la maggior lunghezza NS per il n. 3 (Tab. 3-LX). La posizione dei banchi lungo la colonna d'acqua è variata tra 66,057 m (banco n. 1) e 85,518 m (banco n. 2). Le variabili acustiche dei banchi sono descritte in Tab. 3-LXI.



**Fig. 3.64** - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto in agosto 2017. Figura non in scala.

**Tab. 3-LIX** - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto in agosto 2017.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	616,4
2	739,2
3	489,1
4	952,4

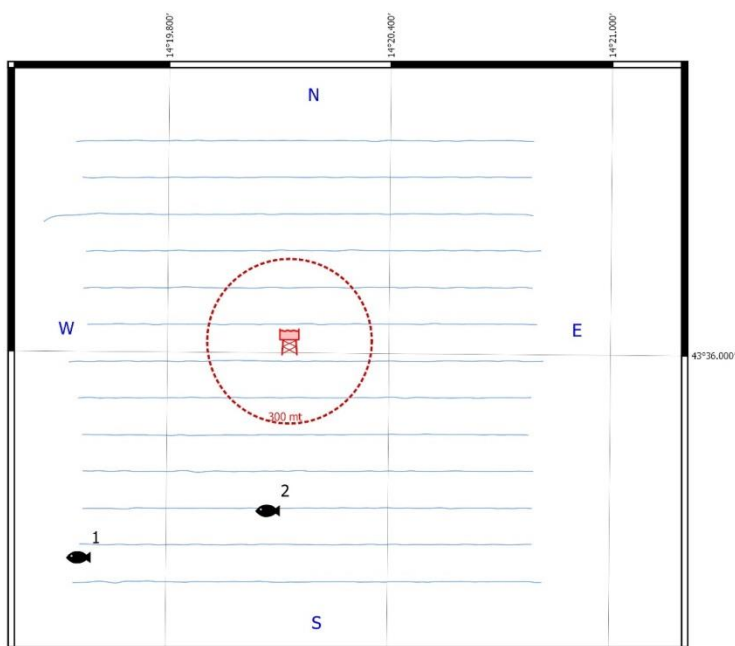
**Tab. 3-LX** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati in agosto 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	3676,634	31,831	35,482	54,581	76,226	21,645	1716,210	43°35,877'	14°19,718'	66,057	2,142	3	0,375
2	580,521	14,510	11,583	78,102	83,274	5,172	196,521	43°35,653'	14°20,337'	80,518	2,954	4	0,892
3	3506,577	32,637	26,179	75,254	84,766	9,512	924,479	43°35,804'	14°20,334'	79,031	3,793	5	1,354
4	4604,784	29,967	29,551	75,182	82,155	6,973	991,725	43°35,701'	14°20,684'	78,556	4,643	3	0,696

**Tab. 3-LXI** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento di agosto 2017.

Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-29,711	24077	34	1870	-33,998	-14,897	10,688
2	-20,670	2238	15	303	-29,910	-8,334	85,700
3	-24,481	12058	38	1802	-29,856	-10,223	35,637
4	-26,995	13570	36	1651	-33,993	-12,005	19,978

In **settembre** sono stati individuati 2 banchi di pesce, il più vicino dei quali localizzato a 621,2 m a sud di Bonaccia NW (fig. 3.65; Tab. 3-LXII).



**Fig. 3.65** - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel settembre 2017. Figura non in scala.

Il n. 1 ha presentato le dimensioni maggiori ad eccezione del volume e dell'altezza (Tab. 3-LXIII). I centri geometrici delle profondità sono stati rilevati nei primi 20 m dal fondo. In Tab. 3-LXIV sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

**Tab. 3-LXII** - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di settembre 2017.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	589,88
2	788,48

**Tab. 3-LXIII** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel settembre 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	1464,538	19,641	17,567	76,094	81,789	5,695	358,380	43°35,595'	14°19,565'	79,031	4,087	2	0,98
2	1365,460	16,180	14,727	60,749	69,866	9,117	479,346	43°35,690'	14°20,076'	65,857	2,849	26	4,926

**Tab. 3-LXIV** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel settembre 2017.

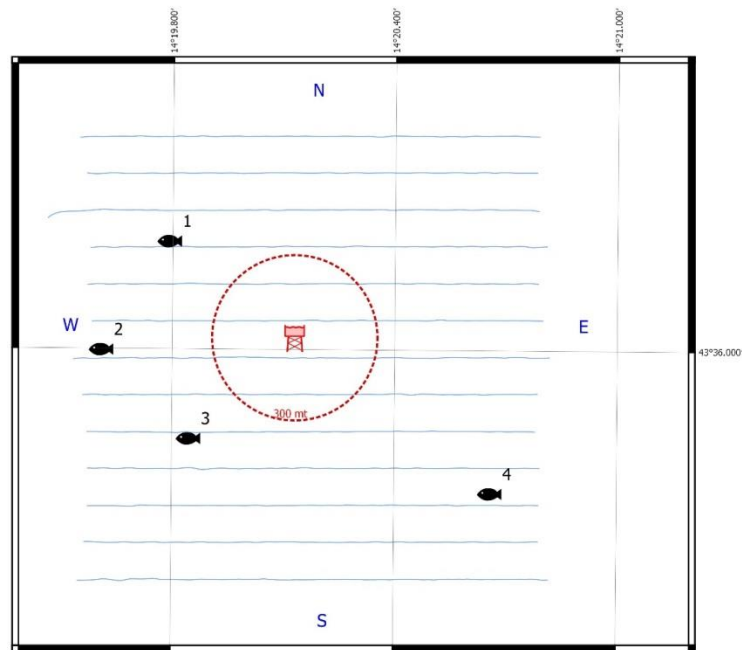
Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-26,884	4168	20	570	-33,994	-16,994	20,491
2	-24,185	7683	18	473	-34,000	-13,029	38,148

\*Sv = Volume backscattering strength

Nell'ottobre 2017 sono stati individuati 4 banchi, tutti oltre i 300 m da Bonaccia NW, il più vicino dei quali individuato a 528,8 m dalla struttura (n. 3; Tab. 3-LXV e fig. 3.66). I massimi valori di superficie, volume e lunghezza EW sono stati registrati per il banco n. 4 (Tab. 3-LXVI). La massima lunghezza NS è stata misurata invece per l'aggregazione n. 3 e la maggior altezza per la n. 2. Per quanto concerne la profondità, il banco più superficiale è stato il n. 2 individuato a 66,591 m, il più profondo il n. 1 (81,331 m). In Tab. 3-LXVII sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

**Tab. 3-LXV** - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di ottobre 2017.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	572,7
2	700,2
3	528,8
4	904,8



**Fig. 3.66** - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto in ottobre 2017. Figura non in scala.

**Tab. 3-LXVI** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nell'ottobre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

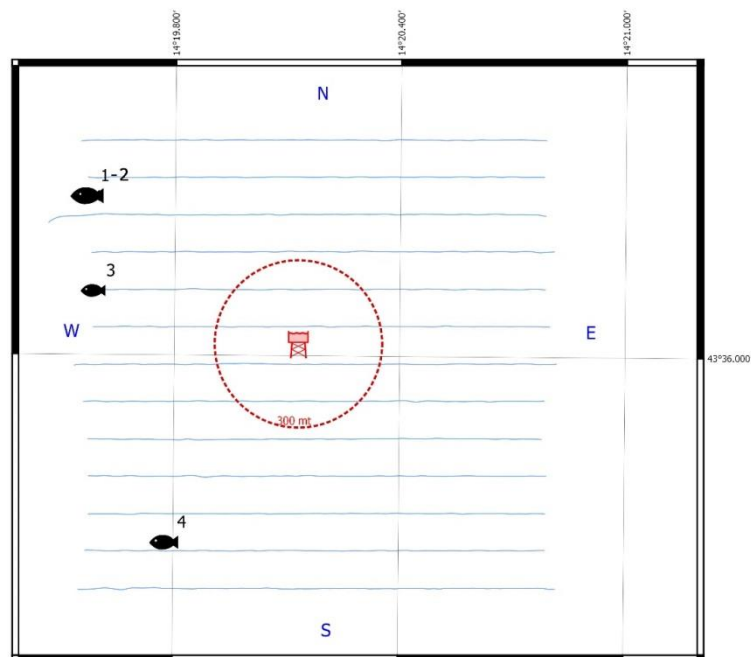
Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	1280,115	20,899	18,818	77,125	86,362	9,237	900,219	43°36,212'	14°19,793'	81,331	1,422	0	0
2	3306,098	23,360	25,085	57,147	77,923	20,776	1577,712	43°35,999'	14°19,610'	66,591	2,096	8	4,018
3	3925,241	30,767	24,721	61,842	79,090	17,248	1483,421	43°35,826'	14°19,846'	70,242	2,616	3	1,264
4	6337,255	29,702	46,306	64,259	81,629	17,370	3677,340	43°35,720'	14°20,660'	72,898	1,723	9	10,246

**Tab. 3-LXVII** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'ottobre 2017.

Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-17,974	3167	19	628	-33,973	-1,145	159,455
2	-24,134	5445	23	969	-33,973	-8,938	38,598
3	-22,964	6308	26	1028	-29,990	-6,990	50,532
4	-16,874	10629	37	1412	-24,973	-1,866	205,381

\*Sv = Volume backscattering strength

Anche a **novembre** sono stati individuati 4 banchi di cui il più vicino a 757,1 m da Bonaccia NW, in direzione Ovest (fig. 3.67 e Tab. 3-LXVIII). L'associazione n. 4 ha presentato le maggiori dimensioni eccetto il volume il cui massimo è stato raggiunto dalla n. 1 (Tab. 3-LXIX). La profondità massima è stata raggiunta dal banco n. 2 (80,988 m) mentre il banco più superficiale è stato individuato a 69,510 m (n.4). In Tab. 3-LXX sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.



**Fig. 3.67** - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel novembre 2017. Figura non in scala.

**Tab. 3-LXVIII** - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di novembre 2017.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	923,4
2	923,4
3	757,1
4	855,4

**Tab. 3-LXIX** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel novembre 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	12131,625	39,097	44,585	63,288	80,582	17,294	11157,103	43°36,309'	14°19,567'	72,467	1,087	83	72,2
2	5269,541	48,835	28,193	73,522	86,347	12,825	2852,460	43°36,309'	14°19,567'	80,988	1,847	6	6,416
3	3067,017	31,688	20,855	72,598	84,997	12,399	1341,415	43°36,125'	14°19,584'	79,235	2,286	2	0,667
4	12868,799	57,369	51,317	58,167	80,737	22,570	8495,537	43°35,638'	14°19,778'	69,510	1,478	76	33,827

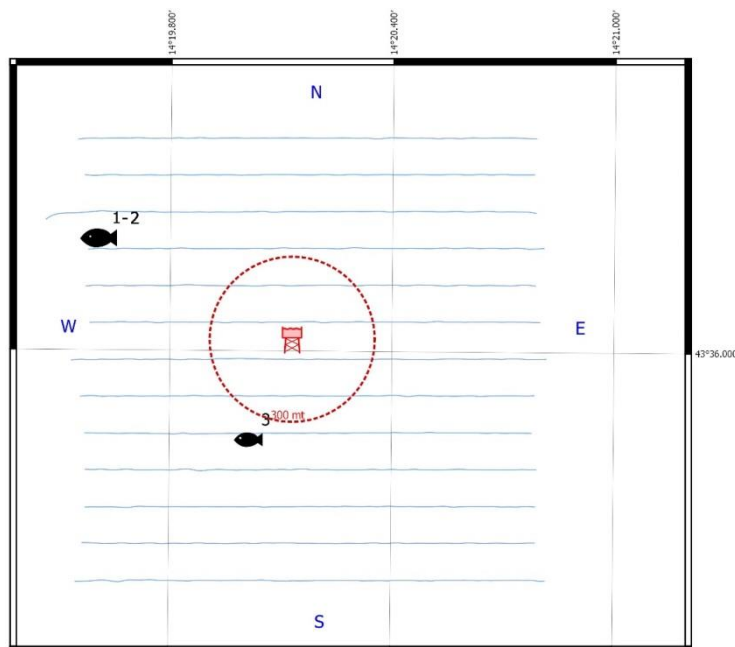
**Tab. 3-LXX** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel novembre 2017.

Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-21,770	48253	41	3764	-27,994	-7,033	66,523
2	-19,285	14823	38	2671	-29,973	-4,645	117,883
3	-21,839	5272	22	1003	-29,973	-6,679	65,479
4	-21,645	40570	65	4055	-33,990	-6,144	68,468

\*Sv = Volume backscattering strength



Infine, nel **dicembre** 2017 sono stati individuati 3 banchi (fig. 3.68), di cui il più vicino (n. 3) a 394,8 m da Bonaccia NW (Tab. 3-LXXII). Quello più esteso è stato il n. 1, avendo presentato i massimi valori di tutte le caratteristiche metriche (Tab. 3-LXXIII). Le profondità sono variate tra 43,957 m (banco n. 2) e 76,353 m (n. 3). In Tab. 3-LXXIV sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.



**Fig. 3.68** - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel dicembre 2017. Figura non in scala.

**Tab. 3-LXXII** - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di dicembre 2017.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	791,8
2	797,2
3	394,8

**Tab. 3-LXXIII** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel dicembre 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

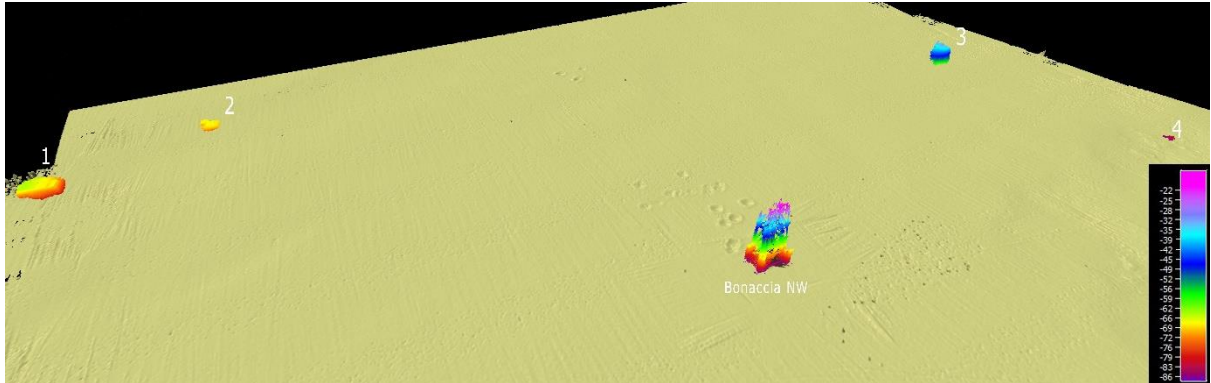
Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	23772,124	50,232	54,288	53,308	85,175	31,867	17006,104	43°36,221'	14°19,608'	70,978	1,390	169	127,766
2	3853,303	24,095	40,837	31,420	59,607	28,187	836,421	43°36,220'	14°19,603'	43,957	4,604	0	0
3	7875,892	47,324	24,802	67,679	84,889	17,210	4893,777	43°35,827'	14°20,016'	76,353	1,551	2	0,44

**Tab. 3-LXXIV** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati nel dicembre 2017.

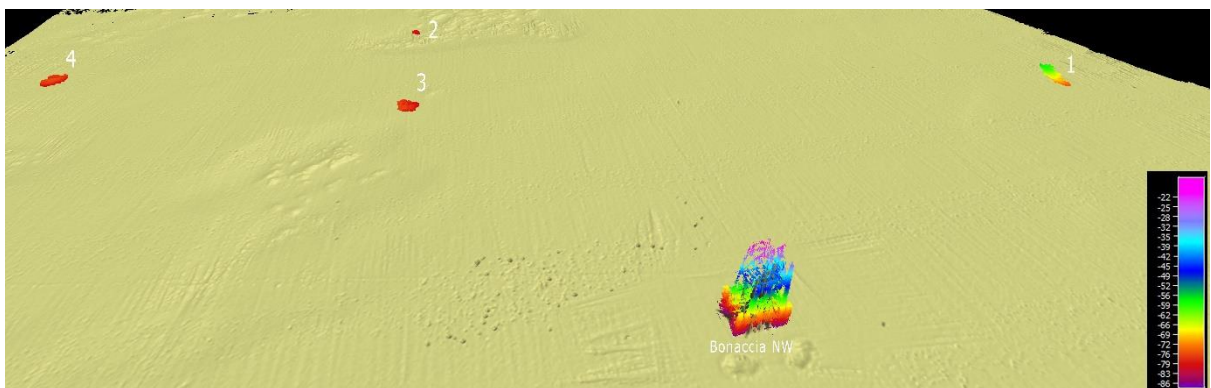
Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-21,270	90226	71	6282	-33,991	-1,106	74,653
2	-32,454	6607	51	1752	-33,999	-24,599	5,684
3	-20,055	16345	28	1875	-33,990	-2,294	98,741

\*Sv = Volume backscattering strength

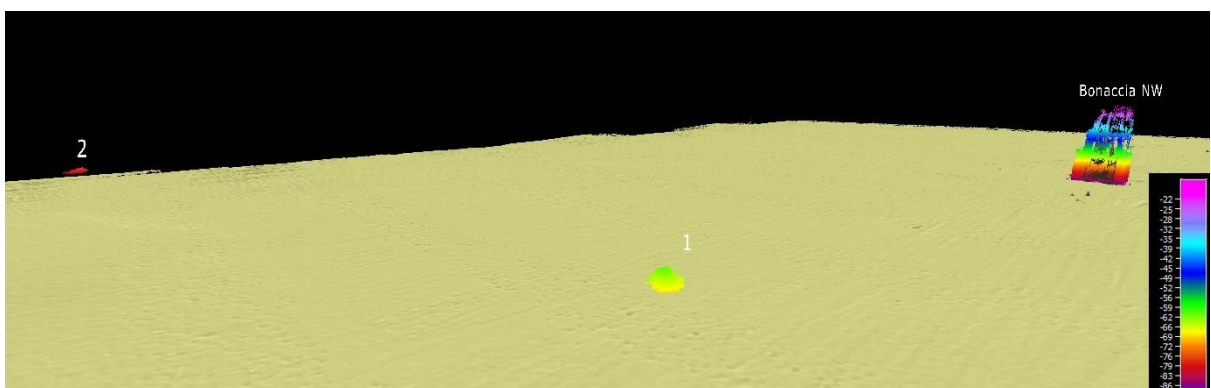
Di seguito si riportano alcuni esempi di rappresentazioni tridimensionali delle aggregazioni di pesce rilevate nei campionamenti sopra descritti (figg. 3.69 - 3.74). Tali immagini permettono una percezione spazio-temporale dei singoli banchi nell'ambiente circostante la struttura.



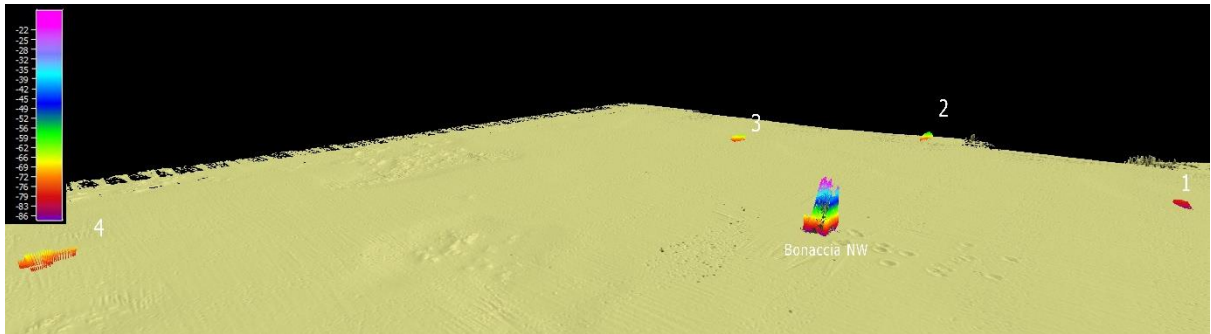
**Fig. 3.69** – Immagine tridimensionale della colonna d'acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce del **luglio 2017**.



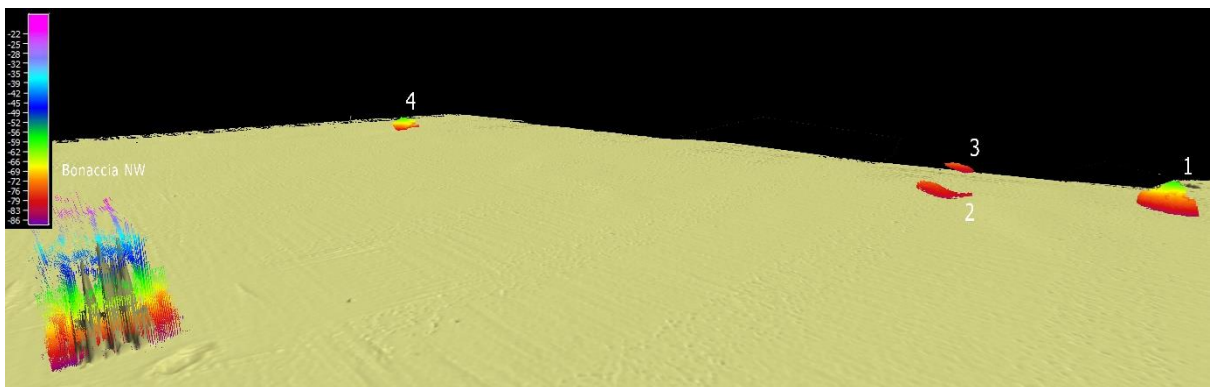
**Fig. 3.70** – Vista planimetrica delle aggregazioni investigate nell'area prossima alla piattaforma Bonaccia NW nell'**agosto 2017**.



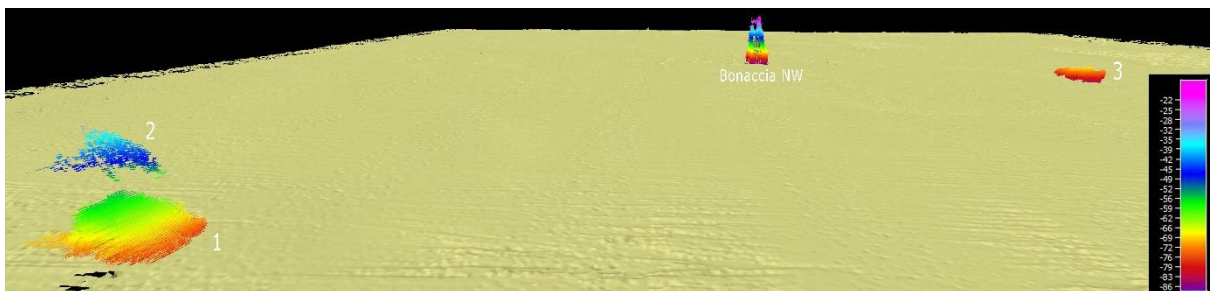
**Fig. 3.71** – Immagine tridimensionale delle aggregazioni di pesce sondate nel mese di **settembre 2017**.



**Fig. 3.72** – Immagine tridimensionale dei banchi di pesce individuati nell'ottobre 2017.



**Fig. 3.73** – Immagine tridimensionale dei banchi di pesce individuati nel novembre 2017.



**Fig. 3.74** – Immagine tridimensionale dei banchi di pesce individuati nel dicembre 2017.

### 3.7.3. INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA

Le registrazioni con telecamera in prossimità della piattaforma per ispezionare l'habitat ittico sono state effettuate durante ogni survey in cui ci fosse visibilità sufficiente per catturare immagini discretamente nitide. Nei mesi di luglio e agosto non sono stati individuati banchi né singoli esemplari in prossimità della piattaforma. A settembre la scarsa visibilità e la presenza di una forte corrente anche sul fondo non ha permesso di acquisire immagini discretamente nitide, mentre nei mesi di ottobre, novembre e dicembre, a causa del mare troppo mosso, non è stato possibile immergere la telecamera in prossimità dei pali.

### 3.8. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI

Nel pre-survey e nel periodo di produzione di Bonaccia NW (per la fase di installazione e perforazione dei pozzi consultare Leonori *et al.*, 2016) è avvenuto un solo avvistamento il giorno 13 gennaio 2015. In quell'occasione, alle ore 13:41 è stata notata la presenza di due esemplari di *Tursiops truncatus* a circa 1 km di distanza dal punto di installazione di Bonaccia NW verso NE (Tab. 3-LXXV).

**Tab. 3-LXXV** - Survey condotti durante i mesi di pre-survey e nei primi due anni post lavori per l'avvistamento di cetacei nell'area in cui è stata installata la piattaforma Bonaccia NW.

		N. survey	N. avvist.
PS	Gennaio 2015	3	1
	Febbraio 2015	1	0
	Marzo 2015	2	0
DL	MMO (Leonori <i>et al.</i> , 2016)		
1° anno PL	Gennaio 2016	3	0
	Febbraio 2016	3	0
	Marzo 2016	3	0
	Aprile 2016	3	0
	Maggio 2016	3	0
	Giugno 2016	3	0
	Luglio 2016	3	0
	Agosto 2016	3	0
	Settembre 2016	3	0
	Ottobre 2016	3	0
	Novembre 2016	3	0
	Dicembre 2016	3	0
2° anno PL	Gennaio 2017	3	0
	Febbraio 2017	3	0
	Marzo 2017	3	0
	Aprile 2017	3	0
	Maggio 2017	3	0
	Giugno 2017	3	0
	Luglio 2017	3	0
	Agosto 2017	3	0
	Settembre 2017	3	0
	Ottobre 2017	3	0
	Novembre 2017	3	0
	Dicembre 2017	3	0

#### 4. CONCLUSIONI

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 emesso dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-ISMAR UOS di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l’installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante tale struttura alla piattaforma Bonaccia. Gli aspetti indagati contemplati in tale monitoraggio sono stati scelti in base: a) alle specifiche riportate nel Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; b) alle prescrizioni dell’ARPAM; c) alle conoscenze acquisite dal CNR-ISMAR di Ancona a partire dalla sua costituzione (1969) nel campo dell’oceanografia e della biologia marina in Adriatico e negli altri mari italiani; d) alle numerose esperienze effettuate dal CNR-ISMAR dal 1998 ad oggi presso altri impianti di estrazione off-shore installati in alto e medio Adriatico su diverse tipologie di fondale da 20 a 85 m di profondità (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Naide, Tea, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2&3, Fauzia, Elettra; Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2017a; 2018a; 2018b); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Bonaccia NW.

Per quanto concerne la piattaforma, è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti la colonna d’acqua (studio delle correnti, caratteristiche fisiche e chimiche), le comunità fito- e zooplanctoniche (solo nelle fasi di pre-survey e durante i lavori di installazione), i sedimenti (granulometria, IPA, idrocarburi totali, metalli pesanti, sostanza organica, TOC, ecotossicologia, bioaccumulo), la ricerca di inquinanti e lo studio di biomarkers in esemplari di *Mytilus galloprovincialis* insediati sulle parti sommerse della struttura, la composizione quali-quantitativa della comunità bentonica e del popolamento ittico.

Il monitoraggio comprende diverse fasi:

- a. fase precedente alla posa in opera della piattaforma (pre-survey);
- b. fase di installazione e perforazione dei pozzi;
- c. fase di esercizio;
- d. fase di fine esercizio.

Nella presente relazione sono riportati i risultati ottenuti dal pre-survey sino al 2° anno della fase di produzione della struttura (2017).

**Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua** – L'area di posa della piattaforma di estrazione Bonaccia NW è localizzata a circa 30 mn dalla costa ed è caratterizzata da condizioni oceanografiche di mare aperto, risentendo solo in parte della circolazione costiera (Artegiani *et al.*, 1997a e 1997b). Le caratteristiche oceanografiche determinate durante l'ultimo semestre di indagine (campagne di settembre, ottobre e dicembre 2017) sono in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a; Zavatarelli *et al.*, 1998) così come osservato in tutto il periodo di indagine precedente (Fabi *et al.*, 2015b; 2016b; 2016c; 2017b; 2017c). Come nello stesso periodo del 2016 (Fabi *et al.*, 2017b), anche nel 2017 la colonna d'acqua è risultata fortemente stratificata in temperatura sia in settembre che in ottobre, con una notevole riduzione del gradiente termico verticale in dicembre. Anche per la salinità è stato osservato un gradiente verticale evidente sia in settembre che in ottobre, scomparso in dicembre. Sul fondo le condizioni termo-aline si sono mantenute più stabili per tutto il periodo, con temperature comprese tra 13 e 16°C e salinità di 38,8-38,9 psu, range molto simili a quelli dell'anno precedente.

Per quanto riguarda gli aspetti idrochimici considerati, nel 2° semestre 2017 sono state registrate percentuali di saturazione dell'ossigeno disciolto comprese tra il 70% e il 127%, generalmente in diminuzione verso il fondo. In tutto il periodo di indagine (Fabi *et al.*, 2015b; 2016b; 2016c; 2017b; 2017c) non sono state osservate condizioni ipossiche o anossiche.

Le concentrazioni dei nutrienti sono rientrate, come precedentemente, nei range dei valori noti per l'area (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008), con valori generalmente senza variazioni notevoli. Le maggiori concentrazioni per quasi tutti i nutrienti sono state registrate in settembre-ottobre.

Considerando i profili di fluorescenza *in situ*, sono stati osservati aumenti dei pigmenti fotosintetici in settembre e ottobre negli strati intermedi o al fondo, mentre a dicembre la distribuzione dei valori è apparsa costante lungo tutta la colonna confermando quanto registrato nel 2016.

La concentrazione della clorofilla totale (come somma di Chl *a* + Chl *b* + Chl *c*) è risultata sempre piuttosto bassa confermando le generali condizioni di oligotrofia dell'area (Zavatarelli *et al.*, 1998; Totti *et al.*, 2000).

La clorofilla *b* (caratteristica delle alghe verdi -Prasinophyceae- e delle Euglenophyta) ha raggiunto come nel 2016 le massime concentrazioni in settembre, unico periodo in cui è risultata maggiore rispetto alla Chl *c* (caratteristica delle diatomee).

Il carico solido sospeso è risultato anche in questo 2° semestre del 2017 maggiore nelle

acque di fondo. Questo andamento è stato osservato frequentemente in Adriatico ed è legato a possibili processi di risospensione e trasporto di sedimenti (Wang e Pinardi, 2002; Wang *et al.*, 2006).

Per quanto concerne la ricerca di inquinanti lungo la colonna d'acqua, nel 2° semestre 2017 è stata confermata la completa assenza (concentrazioni sempre sotto il limite di rilevabilità) di alcuni metalli pesanti considerati tra i più tossici, quali mercurio, cadmio e indio (Canli e Furness, 1995; Dong *et al.*, 2016), analogamente ai periodi di indagine precedenti. Anche piombo e ferro, e talvolta nichel, sono risultati molto spesso non rilevabili, e in ogni caso, considerato il loro valore medio, non hanno mostrato alcuna differenza degna di nota nel confronto tra i diversi survey. Tra le specie chimiche rilevabili sono stati fondamentalmente distinti due differenti andamenti. L'arsenico, il bario, il vanadio e il silicio hanno evidenziato la minima variabilità delle concentrazioni sia nella distribuzione orizzontale, sia in quella verticale. Cromo, nichel, alluminio e zinco sono invece apparsi molto più variabili, con valori del coefficiente di variabilità molto spesso superiore al 50%, pur conservando concentrazioni medie simili nei tre survey. Nel confronto tra le differenti crociere, inoltre, solo il vanadio ha mostrato delle differenze con valori più alti nella crociera di settembre. Altri elementi (in particolare il cromo e lo zinco) sono stati caratterizzati tuttavia delle forti fluttuazioni, oscillando tra periodi di completa o comunque parziale assenza, e periodi di totale rilevabilità. Va altresì segnalato che in ogni caso i valori medi misurati durante questi ultimi periodi non hanno mostrato differenze degne di nota e, in ogni caso, sono sempre apparsi molto vicini al limite di rilevabilità e quindi non costituiscono un dato significativo dal punto di vista della contaminazione.

Il silicio è l'unico elemento che ha mostrato un trend delle concentrazioni rispetto alla profondità (ad esclusione della crociera di dicembre), evidenziando i valori massimi sempre nei campioni di fondo e rivelando molto probabilmente una forte correlazione con i fenomeni di risospensione che qui avvengono.

Per quanto riguarda gli inquinanti organici, l'unica categoria di composti saltuariamente presente è stata quella degli idrocarburi alifatici, comunque caratterizzati da valori sempre molto bassi e sempre vicini al limite di rilevabilità. Si ricorda che gli IA erano stati rilevati anche in tre campioni nel periodo di pre-survey.

In generale, tutti i metalli e i microinquinanti organici rilevati sono risultati comunque ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalle Leggi attinenti agli obiettivi di qualità delle acque (es. i limiti per le acque riportati nella DIRETTIVA 2008/105/EC) e confrontabili con i risultati ottenuti in altre aree non contaminate sia del Mediterraneo (Béthoux *et al.*,

1990; Annibaldi *et al.*, 2009), sia di altre zone d'Europa e del mondo (Law, 1978; Middelburg *et al.* 1988; Alves *et al.*, 1993; Crompton, 2006).

Per quanto concerne infine eventuali peculiarità dei siti posizionati nei pressi della piattaforma (100 m) rispetto ai controlli (2000 m), l'unico elemento a presentare sempre delle differenze degne di nota è risultato lo zinco. Esso infatti, in tutti e tre i survey ha mostrato presenza o concentrazione media superiore nelle stazioni interne. Altri elementi, quali vanadio, alluminio, nichel e bario, hanno evidenziato differenze transitorie (nichel e bario) o andamenti opposti (alluminio) a seconda dei survey. Tali differenze appaiono comunque, seppur importanti, entro i limiti della naturale variabilità di questi elementi.

In conclusione, in tutto il periodo di indagine sinora effettuato in tutta l'area esaminata non è stato evidenziato alcun fenomeno di contaminazione ambientale in relazione alla presenza della piattaforma Bonaccia NW. Infatti, gli andamenti osservati per alcune specie chimiche sono verosimilmente da imputare alla variabilità delle condizioni idrologiche e meteorologiche della zona più che a fenomeni di generale contaminazione dell'area.

**Misure correntometriche** – In generale, l'area in cui è installata Bonaccia NW è caratterizzata da deboli correnti molto variabili in direzione, e tale variabilità è stata maggiore nel corso del 2017. Nel 1° anno di produzione della piattaforma (2016), infatti, era stata rilevata una corrente prevalentemente diretta verso N/NW con alcune rotazioni verso Sud sino a circa metà luglio, periodo in cui si è ripristinata la direzione N/NW rimasta tale sino a metà dicembre quando la direzione è diventata SE.

Nel 1° semestre 2017 è stato registrato un andamento prevalente verso NE con rapide rotazioni, mentre nel 2° semestre sono stati interessati praticamente quasi tutti i quadranti con variazioni di direzione ogni 10-20 giorni.

L'intensità è sempre stata relativamente costante e modesta in entrambi gli anni, entro 0,3 m/s, ma negli ultimi tre mesi del 2017 sono avvenute delle vere e proprie fasi di intensificazione della corrente, ognuna delle quali della durata di una decina di giorni. Questo fenomeno ha interessato soprattutto gli strati più superficiali dove sono stati raggiunti picchi fino a 0,5 m/s.

**Caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti** – L'area dove è stata installata la piattaforma Bonaccia NW è caratterizzata da un sedimento costituito in prevalenza da sabbia affiancata da percentuali confrontabili di silt e argilla. Non sono state riscontrate discrepanze nella composizione granulometrica delle stazioni posizionate lungo i transetti e i controlli eccetto nel sito A8 posto a 250 m da Bonaccia NW in cui, in quasi tutti i survey, è stata rilevata una maggiore presenza della componente pelitica rispetto alle altre stazioni



di campionamento. Un comportamento del tutto simile è stato osservato anche nel controllo K4. Nel tempo sono state rilevate alcune variazioni nella composizione granulometrica dei sedimenti sia nell'area circostante la piattaforma, sia nei riferimenti, pertanto esse non sono correlabili alla presenza della struttura.

Per quanto concerne gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, dal pre-survey al 2° monitoraggio post lavori di installazione i vari composti avevano presentato concentrazioni modeste molto al di sotto dei valori di riferimento (ICRAM-APAT, 2007). Nell'inverno 2017 (3° post lavori), invece, era stato registrato un diffuso incremento di IPA dovuto quasi esclusivamente al Naftalene le cui concentrazioni erano in molti casi risultate maggiori del corrispettivo valore LCB. Tuttavia questo superamento del Naftalene era avvenuto anche in tutte le quattro stazioni di controllo e il massimo stagionale era stato raggiunto proprio in un riferimento (K4), escludendo che la sua origine fosse esclusivamente correlata alla presenza della piattaforma. I dati relativi all'estate 2017 hanno indicato una riduzione generalizzata delle concentrazioni degli IPA che hanno raggiunto valori simili o inferiori a quelli del pre-survey.

Una diffusa presenza di idrocarburi pesanti ( $C > 12$ ) era stata individuata durante il pre-survey sia nell'area destinata ad accogliere la piattaforma, sia e soprattutto nei controlli. Tale presenza però si è ridotta considerevolmente nel corso dei successivi campionamenti e nell'ultimo gli Idrocarburi totali pesanti sono risultati molto bassi e, in alcuni casi, inferiori al limite di quantificazione. Le concentrazioni degli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) sono state sempre al di sotto del limite di quantificazione. E' pertanto possibile affermare che, sino a questo momento, Bonaccia NW non ha alcun effetto sulla distribuzione di questi contaminanti.

Per quanto riguarda i metalli pesanti, le concentrazioni rilevate nell'intero periodo sono risultate basse e generalmente inferiori ai Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (LCRN) indicati nel DM 173 2016. Ciò vale per il cadmio, cromo, rame, mercurio, piombo e zinco. Il nichel ha spesso superato il suo LCRN, anche durante il pre-survey ovvero prima dell'installazione di Bonaccia NW, e il superamento di tale limite è avvenuto anche in seguito sia lungo i transetti, sia ai controlli. Ciò porta a supporre una presenza diffusa di questo metallo in tutto l'areale indipendentemente dalla piattaforma. Una situazione del tutto analoga a quella del nichel, ovvero il superamento del corrispondente LCRN in molti casi inclusi i controlli, ha interessato anche l'arsenico.

La maggior parte dei metalli non ha subito variazioni considerevoli nell'intero periodo di osservazione e le concentrazioni di quasi tutti relative all'ultimo monitoraggio sono

diminuite rispetto al pre-survey. Si segnala solo l'arsenico che nella fase di produzione di Bonaccia NW ha presentato concentrazioni maggiori rispetto a quelle registrate prima dell'installazione della struttura, spesso superiori lungo i transetti rispetto ai controlli. Comunque, nell'ultimo survey i tenori medi di questo metallo relativi ai due transetti e ai siti a ridosso della piattaforma sono stati al massimo 1,3 volte superiori alla media dei controlli.

Da evidenziare anche il comportamento del bario che, pur presentando concentrazioni generalmente basse, ha manifestato occasionalmente dei picchi prevalentemente presso la struttura e a 30-60 m da essa. Comunque, tali picchi in termini assoluti non sono mai corrisposti, sino ad ora, a concentrazioni elevate indicative di impatto. Valori elevati di tale contaminante sono comuni presso campi di estrazione in Adriatico centrale e settentrionale dopo l'installazione delle strutture e la perforazione dei pozzi, probabilmente a causa dei fanghi utilizzati nelle operazioni, ma essi mostrano generalmente un decremento dal secondo anno, risultano generalmente confinati entro un raggio di 30-60 m dalla struttura e sono limitati a singole stazioni di campionamento (es.: Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2013; De Biasi *et al.*, 2008; Gomiero *et al.*, 2011; 2013; Punzo *et al.*, 2017 ). Questo andamento sembra verificarsi anche nel caso del campo di estrazione Bonaccia NW dato che, in base ai dati relativi ai monitoraggi effettuati nel 2017, il bario sta mostrando un trend di recupero, per cui non si ravvedono elementi che inducano a supporre che vi possa essere un progressivo aumento di contaminazione determinato da un rilascio continuo di questo metallo.

Il contenuto di sostanza organica ha presentato alcune variazioni nel tempo sia nell'area circostante la piattaforma che ai controlli. Nell'ultimo campionamento le concentrazioni sono risultate superiori a quelle registrate nel pre-survey ovunque (eccetto in un controllo) ma completamente comparabili tra transetti, siti adiacenti la struttura e riferimenti.

Infine, il TOC ha presentato un comportamento particolare in quanto, praticamente assente nel pre-survey, è stato rilevato nei monitoraggi successivi con andamenti confrontabili tra l'area circostante la piattaforma e controlli. Qualche alterazione era stata riscontrata nell'estate 2016 (2° post lavori), quando erano state registrate modeste anomalie positive a 250 m dalla struttura verso SE (sito A8) e a 30 m verso SW (B5), rientrate comunque già nel campionamento seguente.

**Ecotossicologia dei sedimenti** – Nel 4° monitoraggio post installazione della piattaforma Bonaccia NW condotto nell'estate 2017 i saggi biologici con *Dunaliella tertiolecta* e *Vibrio fischeri* hanno confermato l'assenza di tossicità nell'intera area investigata già

osservata sin dal pre-survey. Anche nel caso di *Corophium orientale* nell'ultimo monitoraggio sembrano ripristinate le condizioni ottimali per la sopravvivenza di questo organismo rilevate prima dell'installazione della piattaforma. Nel corso del tempo erano stati osservati solo deboli e sporadici segnali di tossicità sia lungo i transetti, sia ai controlli. Per quanto concerne il test per lo sviluppo larvale di *Crassostrea gigas*, nell'estate 2017 è avvenuto un lieve peggioramento rispetto all'inverno precedente in termini di numero di siti caratterizzati da una tossicità debole, riscontrata sia in tre stazioni posizionate a 60 m dalla piattaforma, sia in un controllo. Da evidenziare che in corrispondenza della struttura non è mai stata rilevata tossicità per questo organismo. Pertanto, la presenza del disturbo osservato a partire dalla fase di installazione anche nei riferimenti non è imputabile esclusivamente alla presenza di Bonaccia NW.

I risultati del test di bioaccumulo eseguito utilizzando esemplari di *Hediste diversicolor* hanno evidenziato una biodisponibilità diffusa solo di mercurio sia nell'area della piattaforma che nei controlli e, in minor misura, di arsenico. Infine, lo zinco è risultato bioaccumulato esclusivamente a 60 m a NW della struttura e in un controllo.

Quanto osservato indica un miglioramento rispetto ai survey precedenti per quanto concerne il silicio, per il quale era stato osservato un bioaccumulo diffuso ovunque nel 2° survey post lavori e in corrispondenza della piattaforma in inverno 2017, e per il nichel che, dal pre-survey sino all'inverno 2017, aveva mostrato un bioaccumulo in tutte le stazioni controlli inclusi. Viene invece confermato l'andamento del mercurio bioaccumulato in tutti i siti, ma è da rilevare che questo metallo aveva presentato un comportamento del tutto simile anche nel pre-survey. Per tutti gli altri elementi ricercati, che non sono stati rilevati o che hanno presentato nei policheti testati sui sedimenti circostanti la piattaforma e nei controlli concentrazioni inferiori a quelle del bianco, non si rilevano variazioni in tutto il periodo di osservazione.

**Analisi di inquinanti e biomarker in *Mytilus galloprovincialis*** - Nell'estate 2017 l'applicazione della batteria di biomarker ha evidenziato l'assenza di una sindrome di stress negli organismi analizzati. Non è stato rilevato un rischio genotossico, essendo i valori dei micronuclei inferiori a quelli riscontrabili su popolazioni prelevate in ambienti naturali. Solo i test relativi alla stabilità delle membrane lisosomiali e quelli relativi alla sintesi ed espressione genica delle proteine metallo-chelanti tendono ad evidenziare alcune alterazioni a livello sub-cellulare. Nel primo caso si tratta di una misura dell'efficienza del comparto lisosomiale e di conseguenza dello stato di salute generale della cellula, mentre nel secondo caso, tramite un approccio sia spettrofotometrico che molecolare, viene

valutata la presenza (biodisponibilità) di elementi metallici nell'ambiente acquatico. La risposta è stata ulteriormente confermata dai livelli di accumulo di taluni metalli tra i quali spicca l'alluminio, per il quale sono state misurate concentrazioni decine di volte superiori rispetto al controllo nelle immediate vicinanze agli anodi, seguito dall'arsenico, cadmio, zinco, vanadio e bario.

Non è stato rilevato accumulo di Alchilfenoli polietossilati né di Idrocarburi Policiclici Aromatici, inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale per tutti i congeneri. E' stato invece registrato un accumulo significativo di Idrocarburi Alifatici nei mitili prelevati dalle parti sommerse della piattaforma, più evidente negli esemplari raccolti lontano dagli anodi sacrificali. Tuttavia, da un'analisi più approfondita effettuata mediante l'applicazione di vari indici di distribuzione degli IA (rapporto LMW/HMW, indice CPI, rapporti C18/fitano e C17/pristano) è emerso che vi è un predominio di sostanze di origine naturale nella miscela di composti ricercati (IA nel segmento C15-C31).

**Comunità bentonica** – Come già osservato in tutti i survey finora condotti, anche nell'estate 2017 le comunità bentoniche non sono risultate particolarmente diversificate nonostante una cospicua presenza di specie secondarie, a causa della netta dominanza di policheti appartenenti alla famiglia Paraonidae seguiti da *Ophelina cylindricaudata*, *Paradiopatra calliopae* e *Aphelochaeta filiformis*.

I popolamenti sono apparsi costituiti soprattutto da organismi limicoli, seguiti dagli indicatori della materia organica. Si tratta per lo più di policheti e, in misura minore di crostacei e molluschi. Rispetto al campionamento precedente si è rilevata una lieve riduzione del numero di taxa tipici di fondo duro o comunque ecologicamente legati ad essi, passati da 15 a 13. La presenza di questi taxa, rinvenuti soprattutto nei siti posti entro 30 m dalla struttura, rappresenta un fenomeno comune per le piattaforme offshore sia adriatiche che installate in altre aree (Wolfon *et al.*, 1979; Page *et al.*, 1999; Spagnolo *et al.*, 2002; 2006; Stachowitsch *et al.*, 2002 ; Fabi *et al.*, 2005c; 2007; Currie e Isaacs, 2005; Trabucco *et al.*, 2006; 2008; Manoukian *et al.*, 2010; Gomiero *et al.*, 2013). Tuttavia, attorno a Bonaccia NW queste specie non sono mai apparse particolarmente importanti in termini di numero di individui eccetto nel 3° survey post lavori di installazione quando, in corrispondenza di BO NW e BO SE, è stata rilevata una netta dominanza rispettivamente dei bivalvi *Anomia ephippium* e *Neopycnodonte cochlear*. Comunque, pur rimanendo confrontabili con la maggior parte degli altri, nei due monitoraggi del 2017 i valori maggiori di tutti gli indici biotici sono stati registrati nelle stazioni corrispondenti alla piattaforma evidenziando una tendenza al decremento alle distanze maggiori. Ciò

suggerisce che la presenza della struttura determina un arricchimento delle comunità che, verosimilmente, sarà più evidente con il proseguo del monitoraggio. Infatti, da esperienze pregresse (Fabi *et al.*, 2005c; Trabucco *et al.*, 2006; 2008; Manoukian *et al.*, 2010), è emerso che presso le strutture di estrazione offshore installate in Adriatico centro-settentrionale a profondità maggiori di 40 m avviene una grande diversificazione dei popolamenti bentonici dopo circa tre anni dalla loro installazione.

La valutazione dello stato ecologico relativa all'ultimo monitoraggio è ancora una volta risultata compresa tra buono e buono/moderato nelle stazioni poste lungo i transetti e ai controlli, così come già riscontrato nei campionamenti condotti dopo la fine dei lavori di installazione della piattaforma.

La stazione BO SE ha rappresentato nuovamente un'eccezione, essendo caratterizzata da uno stato ecologico stato compreso tra alto e buono sia nell'inverno che nell'estate 2017 a causa della minore importanza di specie opportuniste rispetto agli altri siti.

**Comunità ittica** - I risultati dei survey effettuati nei primi due anni di indagine con reti tremaglio hanno evidenziato valori di Ricchezza e Diversità specifica sempre superiori presso la piattaforma Bonaccia NW rispetto ai due siti di riferimento, in linea con monitoraggi pregressi effettuati in Adriatico settentrionale presso altre strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004a; 2004b; 2006; 2010b) e con alcuni studi condotti in altre aree (Stanley e Wilson, 1990; 1997; Schroeder *et al.*, 1999; Love *et al.*, 2000; 2003; 2006; Løkkerborg *et al.*, 2002, Pradella *et al.*, 2014). Anche i rendimenti di pesca sia in numero che in peso sono risultati superiori presso il sito di estrazione rispetto ai controlli anche se, nell'ultima stagione, è stato rilevato un notevole decremento dei rendimenti. L'elevata concentrazione di organismi intorno al jacket è il risultato di vari fattori: la maggiore disponibilità di cibo, il minor rischio di predazione nelle vicinanze della piattaforma e, infine, l'effetto tigmotropico generato dai piloni sommersi (Bohnsack *et al.*, 1991). Situazioni analoghe erano già state evidenziate presso le piattaforme Barbara NW, Calipso, Annalisa, Clara Est, Tea e Annamaria B monitorate in passato (Fabi *et al.*, 2003; 2004a; 2006; 2010b; 2015; 2016a; Scarcella *et al.*, 2011) tutte ubicate nell'Adriatico centro-settentrionale a profondità comprese tra 40 m e 75 m, ed è una prerogativa anche delle strutture attualmente investigate quali Fauzia, Elettra e Clara NW (Fabi *et al.*, 2018a; 2018b; 2018c).

Bonaccia NW ha esercitato un'azione attrattiva sulla comunità ittica durante tutto il periodo considerato, soprattutto nei confronti di alcune specie parzialmente attratte dai substrati duri sia pelagiche, quali *Boops boops*, *Trachurus trachurus* e *Scomber japonicus*,

sia necto-bentoniche come *Pagellus bogaraveo*.

Presso la piattaforma, inoltre, sono state catturate in maniera esclusiva numerose specie di pesci con elevata affinità per i substrati duri, come i bentonici *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Mullus surmuletus* e la cernia di fondale *Polyprion americanus*, il necto-bentonic *Spondilyosoma cantharus* e il pelagico *Seriola dumerili*. E' stato anche rilevato un insediamento del mollusco cefalopode *Octopus vulgaris*, anch'esso con un elevato grado di affinità per i substrati duri. In prossimità della piattaforma si è anche registrata costantemente la presenza di due specie commercialmente importanti tipiche dell'habitat originario e comunemente pescate dalle marinerie locali, il crostaceo decapode *Nephrops norvegicus* e il pesce necto-bentonic *Merluccius merluccius*. La presenza di una o entrambe queste specie è comune nelle vicinanze delle piattaforme offshore (Fabi *et al.*, 2003; 2004a; 2006; 2010b; 2013; 2016a; 2018a; 2018b) ed è verosimilmente una conseguenza, oltre che della maggiore disponibilità di cibo, anche dell'effetto "rifugio" da parte della struttura, grazie al quale questi organismi possono evitare la cattura da parte delle imbarcazioni da pesca nelle vicinanze del sito di estrazione.

Attraverso l'analisi qualitativa delle catture è stata anche riscontrata la presenza nella zona di Selacei; in particolare, presso Bonaccia NW sono state censite 6 specie appartenenti a questo gruppo (*Scyliorhinus canicola*, *Scyliorhinus stellaris*, *Torpedo marmorata*, *Squalus acanthias*, *Raja miraletus* e *Raja asterias*), mentre esclusivamente ai controlli sono stati osservati esemplari di *Mustelus mustelus*.

In generale, mediante l'impiego dell'indagine acustica effettuata con il Multibeam Echosounder (MBES) è ormai appurata una maggiore concentrazione di banchi negli strati d'acqua più vicini al fondo durante le ore diurne di monitoraggio (Punzo *et al.*, 2015), attribuibile all'etologia delle specie gregarie. Infatti, i banchi nell'arco della giornata compiono migrazioni verticali: nelle ore diurne (periodo in cui viene condotta l'indagine acustica) si trovano negli strati di acqua più profondi, mentre nelle ore notturne (periodo in cui vengono svolti i campionamenti di pesca), le aggregazioni salgono lungo la colonna d'acqua. Queste migrazioni verticali sono molto probabilmente legate all'opportunità di procurarsi nutrimento oltre che all'ottimizzazione bioenergetica e alla necessità di trovare riparo dai predatori (Pitcher 1986; Cardinale *et al.*, 2003). Tale comportamento è tipico di specie pelagiche e, in particolar modo, di *Engraulis encrasicolus*, i cui esemplari tendono ad aggregarsi formando banchi di notevoli dimensioni (Iglesias *et al.* 2003; Tsagarakis *et al.* 2012). Tali specie pelagiche di piccole dimensioni vengono generalmente catturate in quantità minore rispetto alla reale abbondanza durante i campionamenti di pesca a causa

della selettività dell'attrezzo utilizzato e del suo posizionamento in prossimità del fondale. In quest'ottica, l'indagine acustica tramite Multibeam Echosounder (MBES) può implementare i dati di cattura, sondando interamente la colonna d'acqua e permettendo di individuare queste specie che, dai dati acustici, erano presenti anche in banchi molto estesi. Nel 2° semestre 2017 è apparso particolarmente importante l'utilizzo di più tecniche per il monitoraggio del popolamento ittico poiché, a differenza di quanto evidenziato praticamente sempre a partire dalla fase di produzione di Bonaccia NW (Fabi *et al.*, 2016b; 2017b; 2017c), i survey condotti con l'MBES nel 2° semestre 2017 non hanno evidenziato banchi di pesce nei dintorni della piattaforma, mentre le catture hanno confermato la presenza di specie ittiche in corrispondenza della struttura e rendimenti maggiori rispetto ai controlli, sebbene in netta diminuzione negli ultimi tre mesi dell'anno. Purtroppo, l'impossibilità di acquisire immagini con videocamera non facilita il compito di trovare una spiegazione plausibile a tali risultati. Analizzando i campionamenti di pesca è emerso che nel 2° semestre la specie gregaria *E. encrasicolus* è stata praticamente assente nei dintorni della piattaforma, mentre sono state rilevate in quantitativi elevati altre specie aventi il medesimo comportamento gregario ma, a differenza di *E. encrasicolus* tipica dell'habitat originario, caratterizzate da un'attrazione, seppur parziale, nei confronti di substrati duri. E' pertanto plausibile, come d'altra parte emerso dalle immagini video dei semestri precedenti, che questi organismi fossero particolarmente concentrati tra i piloni della piattaforma e, dunque, non rilevabili con MBES. Infatti, nei casi di intenso e diffuso rumore di fondo dovuto alla presenza di strutture e/o oggetti in grado di creare un forte *backscatter* e *scattering* dell'impulso acustico (come nel caso delle piattaforme), è difficile individuare banchi di pesce presenti tra le strutture stesse per l'alto livello di mascheramento.

**Rilevamento del passaggio di cetacei** - Nell'intero periodo di indagine (ad esclusione delle fasi di installazione e perforazione dei pozzi i cui risultati sono riportati in Leonori *et al.*, 2016) è avvenuto un solo avvistamento di cetacei nell'area circostante la piattaforma Bonaccia NW durante la fase di pre-survey. E' pertanto ipotizzabile che l'area non sia particolarmente frequentata da questi organismi. I prossimi anni di indagine permetteranno di approfondire tale aspetto.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Aebi H. 1974. Catalase. Pagg. 671-684, in: Bergmeyer H.U. (Ed.), *Methods on enzymatic analysis*. Academic Press, London.
- Alves L.C., Allen L.A., Houk R.S. 1993. Measurement of vanadium, nickel, and arsenic in seawater and urine reference materials by inductively coupled plasma mass spectrometry with cryogenic desolvation. *Anal. Chem.*, 65(18): 2468-2471.
- Amouroux J.M. 1974. Etude des peuplements infralittoraux de la côte du Roussillon. *Vie Milieu*, 24 (1) sèr. B: 209-222.
- Anderson M.J. 2001. A new method for non parametric multivariate analysis of variance. *Austral. Ecol.*, 26: 32-46.
- Annibaldi A., Truzzi C., Illuminati S., Scarponi G. 2009. Recent sudden decrease of lead in Adriatic coastal seawater during the years 2000–2004 in parallel with the phasing out of leaded gasoline in Italy. *Mar. Chem.*, 113: 238–249.
- Artegiani A. 1996. *Temperature and salinity measurements of seawaters. Handbook of method protocols*. MAST II Mediterranean Targeted Project. 34 pp.
- Artegiani, A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I. Air-sea interactions and water mass structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1492– 1514.
- Artegiani, A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1515– 1532.
- 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.
- Augier H. 1992. *Inventaire et classification des biocénoses marines benthique de la Méditerranée*. Conseil de l'Europe. U.E.R. Des Sciences de la Mer et de l'Environnement de Luminy Marseille. 59 pp.
- Azur Environmental. 1994. *Microtox® M500 manual* (A toxicity testing handbook).
- Bellan Santini D., Ledoyer M. 1972. Inventaire des amphipodes gammariens récoltés dans la Région de Marseille. *Tethys*, 4(4): 899-934.
- Bellan G., Bellan Santini D., Picard J. 1980. Mise en évidence de modèles eco-biologiques dans des zones soumises à perturbations par matières organiques. *Oceanol. Acta*, 3: 383-390.
- Béthoux J.P., Courau P., Nicolas E., Ruiz-Pino D. 1990. Trace metal pollution in the Mediterranean Sea. *Oceanol. Acta*, 13: 481–488.
- Bettencourt A., Bricker S.B., Ferriera 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. 2004. *Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters*. Instituto da Agua. Instituto do Mar, Lisbon.
- Bianchi C.N., Ceppodomo I., Galli C., Sgorbini S., Dell'Amico F., Morri C. 1993. Benthos dei mari toscani. I: Livorno – Isola d'Elba (Crociera ENEA 1985). *ENEA Arcipelago Toscano – Serie Studi Ambientali*: 263-291.
- Bocchetti R., Regoli F. 2006. Seasonal variability of oxidative biomarkers, lysosomal parameters, metallothioneins and peroxisomal enzymes in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* from Adriatic Sea. *Chemosphere*, 65(6): 913-921.



- Bohnsack J.A., Jhonson D.L., Ambrose R.F. 1991. Ecology of artificial reef habitats and fishes. Pages 61-108, in: Seaman W.J., Sprague L.M. (Eds.), *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press. San Diego, California.
- Bolognesi C., Fenzilli G., Lasagna C., Perrone E., Roggeri P., 2004. Genotoxicity biomarkers in *Mytilus galloprovincialis* wild versus caged mussels. *Mut. Res.*, 552: 153-162.
- Bolognesi C., Rabboni R., Roggeri P. 1996. Genotoxicity biomarkers in *M. galloprovincialis* as indicators of marine pollutants. *Comp. Biochem. Physiol.*, 113C(2): 319-323.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 55(2-3): 559-580.
- Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1)*. AZTI-Tecnalia. 13 pp.
- Borja A., Franco J., Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment. *Mar. Poll. Bull.*, 40(12): 1100-1114.
- Bourcier M., Nodot C., Jeudy De Grissac A., Tine J. 1979. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). *Tethys*, 9: 103-112.
- Bradford M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72(1-2): 248-254.
- Canli M. Furness R.W. 1995. Mercury and cadmium uptake from seawater and from food by the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 14: 819-828.
- Cardinale M, Casini M, Arrhenius F, Håkansson N. 2003. Diel spatial distribution and feeding activity of herring *Clupea harengus* and sprat *Sprattus sprattus* in the Baltic Sea. *Aquat. Liv. Res.*, 16: 283-292.
- Chimenz Gusso C., Gravina M.F., Maggiore F.R. 2001. Temporal variations in soft bottom benthic communities in Central Tyrrhenian Sea (Italy). *Archo Oceanogr. Limnol.*, 22: 175-182.
- Christensen E.R., Kusk, K.O., Nyholm N. 2009. Dose-response regressions for algal growth and similar continuous endpoint: calculation of effective concentrations. *Environ. Toxicol. Chem.*, 28: 826-835.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 2nd Edition. PRIMER-E, Plymouth, Uk. 172 pp.
- 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.
- Crompton T.R., 2006. *Analysis of Seawater. A Guide for the Analytical and Environmental Chemistry*. CRC Press. 297 pp.
- Currie, D.R., Isaacs, L.R, 2005. Impact of exploratory offshore drilling on benthic communities in the Minerva gas field, Port Campbell, Australia. *Mar. Environ. Res.*, 59: 217-233.
- De Biasi A.M., Pacciardi L., Fabi G. 2008. Effetti di alcune variabili nominali sui metalli pesanti di otto piattaforme estrattive nel Mar Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, 15(1): 416-417.
- Direttiva 2008/105/CE, 2008. *Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio*. Parlamento Europeo e Consiglio. 16 dicembre 2008.
- Dondero F., Piacentini L., Banni M., Reselo M., Burlando B., Viarengo A. 2005. Quantitative PCR analysis of two molluscan metallothionein genes unveils differential expression and regulation. *Gene*, 345: 259-270.
- Dong Y., Rosenbaum R.K., Hauschild M.Z. 2016. Assessment of metal toxicity in marine ecosystems: comparative toxicity potentials for nine cationic metals in coastal seawater. *Environ. Sci. Technol.*, 50: 269-278.
- Donnini F., Dinelli E., Sangiorgi F., Fabbri E. 2007. A biological and geochemical integrated

- approach to assess the environmental quality of a coastal lagoon (Ravenna, Italy). *Env. Int.*, 33 (7): 919-928.
- EPA. 1993. *Guidance manual, Bedded sediment Bioaccumulation Tests*. EPA/600/R-93/183. 246 pp.
- EPA. 1996. *Silica gel cleanup*. EPA METHOD 3550C. 15 pp.
- EPA. 2003a. *Volatile organic compounds in various sample matrices using equilibrium headspace analysis*. EPA METHOD 5021A. 25 pp.
- EPA. 2003b. *Nonhalogenated organics using gc/fid*. EPA METHOD 8015D. 37 pp.
- EPA. 2007a. *Ultrasonic extraction*. EPA METHOD 3550C. 17 pp.
- EPA. 2007b. *Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry*. EPA METHOD 7473. 15 pp.
- EPA. 2007c. *Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry*. EPA METHOD 7010. 24 pp.
- EPA. 2007d. *Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*. EPA METHOD 6010C. 34 pp.
- EPA 2014. *Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry*. EPA METHOD 8270D. 71 pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001a. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Regina. III Anno di indagine. Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 185 + XXVII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfili M. 2001b. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Anemone (1999-2000). Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 119 + XI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Panfili M. 2002. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Calpurnia. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2000-2001)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 65 + IX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfili M., Scarcella G., Spagnolo A. 2003. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annalisa. III Anno di indagine. Rapporto Finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 123 + XLVI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000 – 2002)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228 + XLIX pp.
- Fabi G., Grati F., Puletti M., Scarcella G. 2004b. Effects on fish community induced by the installation of two gas platforms (Adriatic sea). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 273: 187-197.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio ambientale Piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Naomi-Pandora”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2002-2003)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XXVIII pp.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005b. *Servizi di monitoraggio ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Porto Corsini Mare Sud 1 (PCMS-1)”*. Rapporto conclusivo di due anni di indagine. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 95 + XI pp.
- Fabi, G., Ausili, S., Campanelli, A., De Biasi, A., Fornasiero, P., Grati, F., Grilli, F., Marini, M., Panfili, M., Paschini, E., Puletti, M., Scarcella, G., Spagnolo, A. 2005c. Evaluation of the ecological impact of gas platforms in the Adriatic Sea. Pagg. 127-139, in: Libro de Ponencias II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Marina e Oceanos III Millennium Tomo I. Editorial C.P.D, Madrid.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calipso. Rapporto finale di 4 anni di studio (2002-2005)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 224 + XLII pp.

- Fabi, G., Da Ros, L., De Biasi, A.M., Manoukian, S., Nasci, C., Puletti, M., Punzo, E., Spagnolo, A., 2007. Environmental impact of gas platforms in the Northern Adriatic Sea: a case study. *Rapp. Comm. Int. Expl. Scient. Mer Médit.*, 38: 471.
- Fabi G., De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 240 + XLIII pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di tre anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 353 + XLI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2013. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto conclusivo di 4 anni di monitoraggio, dal pre-survey al terzo anno dopo la posa (estate 2004 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 397 + XLVI pp.
- Fabi G., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P.G., Polidori P., Spagnolo A. 2015a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea - Rapporto conclusivo dal pre-survey al terzo anno successivo alla posa in opera della piattaforma (2006-2010)*. 251 + XLIV pp.
- Fabi G., Bernardi Aubry F., Boldrin A., Camatti E., De Biasi A., Kozinkova L., Salvalaggio V., Spagnolo A. 2015b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta collegante Bonaccia NW a Bonaccia. Pre-survey (dicembre 2014 - marzo 2015). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, indagini sulle comunità planctoniche, ecotossicologia dei sedimenti e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 1*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 132 + XXX pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P., 2016a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Rapporto finale di sei anni di indagine (dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 258 + CXVIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Ferrà Vega C., Gaetani A., Kozinkova L., Salvalaggio V. 2016b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta collegante Bonaccia NW a Bonaccia. Fase di produzione - Rapporto semestrale (gennaio - giugno 2016). Rapporto n. 3*. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 162 + LIII pp.
- Fabi G., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cassin D., De Biasi A., Kozinkova L., Salvalaggio V., Spagnolo A. 2016c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW. Fase di posa in opera (aprile 2015 - gennaio 2016). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, indagini sulle comunità planctoniche, indagini sedimentologiche e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 2*. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 152 + XXVI pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gaetani A., Gomiero A., Kozinkova L. 2017a. *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini Bonaccia Est 2 e Bonaccia Est 3. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione dei pozzi sottomarini e del sea-line collegante i pozzi con la piattaforma Bonaccia. Rapporto finale dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione (2009 - 2013)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 236 + XCV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Polidori P., Salvalaggio V. 2017b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta collegante Bonaccia NW a Bonaccia. Fase di produzione - Rapporto finale*

- 1° anno (gennaio - dicembre 2016). Rapporto n. 3. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 233 + LIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Salvalaggio V. 2017c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta collegante Bonaccia NW a Bonaccia. Fase di produzione - rapporto semestrale 2° anno (gennaio-giugno 2017). Rapporto n. 5.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 173 + LIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Ferrà Vega C., Gaetani A., Kozinkova L. 2018a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Elettra. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 3° anno della fase di produzione - Rapporto finale. Rapporto n. 12.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 177 + LV pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Masnadi F., Spagnolo A. 2018b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 3° anno della fase di produzione. Rapporto finale - Rapporto n.12.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 301 + LVII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Kozinkova L., Masnadi F., Montagnini L., Scanu M. 2018c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 2° anno - Rapporto finale. Rapporto n. 8.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 217 + XLV pp.
- Fattorini D., Notti A., Di Mento R., Cicero A.M., Gabellini M., Russo A. Regoli F. 2008. Seasonal, spatial and inter-annual variations of trace metals in mussels from the Adriatic sea: a regional gradient for arsenic and implications for monitoring the impact of off-shore activities, *Chemosphere*, 72: 1524–1533.
- 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 organisations. Rome, FAO. 760 pp.
- Gomiero A., Da Ros L., Meneghetti F., Nasci C., Spagnolo A., Fabi G. 2011. Integrated use of biomarkers un mussels *Mytilus galloprovincialis* for assessing off-shore gas platforms in the Adriatic Sea: results of a two-year biomonitoring program. *Mar. Pollut. Bull.*, 62(11): 2483-2495.
- Gomiero A., Spagnolo A., De Biasi A., Kozinkova L., Polidori P., Punzo E., Santelli A., Strafella P., Girasole M., Dinarelli S., Viarengo A., Negri A., Nasci C., Fabi G. 2013. Development of an integrated chemical, biological and ecological approach for impact assessment of Mediterranean off shore gas platforms. *Chem. and Ecol.*, 29(7): 620-634.
- Gomiero A., Volpato E., Nasci C., Perra G., Viarengo A., Dagnino A. Spagnolo A., Fabi G. 2015. Use of multiple cell and tissue-level biomarkers in mussels collected along two gas fields in the northern Adriatic Sea as a tool for long term environmental monitoring. *Mar. Pollut. Bull.*, 93(1-2): 228-244.
- Gorbi S., Lamberti C.V., Notti A., Benedetti M., Fattorini D., Moltedo G., Regoli F. 2008. An ecotoxicological protocol with caged mussels, *Mytilus galloprovincialis*, for monitoring the impact of an offshore platform in the Adriatic sea. *Mar. Environ. Res.*, 65(1): 34-49.
- Grasshoff K., Cremling K., Erhardt M. 1999. *Methods of seawater analysis.* Verlag Chemie, Weinheim, Germany. 600 pp.
- Higuchi R., Fockler C., Dollinger G., Watson R. 1993. Kinetic PCR analysis: real-time monitoring of DNA amplification reactions. *Biotechnology (NY)*, 11 (9): 1026-1030.
- ICRAM. 2001. *Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo*

- dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003).
- ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.
- Iglesias M, Carrera P, Muiño R. 2003. Spatio-temporal patterns and morphological characterisation of multispecies pelagic fish schools in the North-Western Mediterranean Sea. *Aquat. Liv. Res.*, 16: 541-548.
- IRSA-CNR. 1994. *Metodi analitici per le acque*. Istituto poligrafico e zecca dello Stato, Roma.
- ISO 2004. *Determination of content of hydrocarbon in the range C10 to C40 by gas chromatography*. ISO 16703:2004. 18 pp.
- ISO. 2005. *Water quality - determination of acute toxicity of marine or estuarine sediment to amphipods*. ISO 16712:2005(E). 15 pp.
- Law R.J. 1978. Determination of petroleum hydrocarbons in water, fish and sediments following the Ekofisk blow-out. *Mar. Pollut. Bull.*, 9: 321-324.
- Leonori I, Biagiotti I, Costantini I. 2016. *Progetto di monitoraggio cetacei durante la costruzione della piattaforma Clara NW*. Servizio di monitoraggio ambientale ENI S.P.A. Distretto Centro-Settentrionale (DICS). Rapporto Finale CNR-ISMAR Ancona. 140 pp.
- Lindman H.R. 1992. *Analysis of variance in experimental design*. Springer-Verlag Eds., New York. 531 pp.
- Livak J., Schmittingen T.D. 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the  $2^{-\Delta\Delta CT}$ . *Methods*, 25: 402-408.
- Løkkeborg S., Humborstad O. B., Jorgensen T., Soldal A.V. 2002. Spatio-temporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platform. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 294-299.
- 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.
- Love, M. S., Caselle J., Snook L. 2000. Fish assemblages around seven oil platforms in the Santa Barbara Channel area. *Fish. Bull.*, 98: 96-117.
- Love MS, Schroeder DM, Nishimoto MM. 2003. *The Ecological Role of Oil and Gas Production Platforms and Natural Outcrops on Fishes in Southern and Central California: A Synthesis of Information*. Seattle (WA): US Department of the Interior, US Geological Survey, Biological Resources Division; 2003-032.
- Love MS, York A. 2006. The relationship between fish assemblages and the amount of bottom horizontal beam exposed at California oil platforms: Fish habitat preferences at man-made platforms and (by inference) at natural reefs. *Fish. Bull.*, 104: 542-549.
- Manoukian S., Spagnolo A., Scarcella G., Punzo E., Angelini R., Fabi G. 2010. Effects of two offshore gas platforms on soft-bottom benthic communities (north western Adriatic Sea, Italy). *Mar. Environ. Res.*, 70(5): 402-410.
- Marini M., Jones B.H., Campanelli A., Grilli F., Lee C.M. 2008. Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *J. Geophys. Res.*, 113., C05S90. doi:10.1029/2007JC004370
- May R.M. 1979. Patterns of Species Abundance and Diversity. Pagg. 81-120, in: Cody M.L. and Diamond J.M. (Eds). *Ecol. Evolut. Comm.*, 4.
- Middelburg J.J., Hoede D., Van Der Sloot H.A., Van Der Weijden C.H., Wijkstra J. 1988. Arsenic, antimony and vanadium in the North Atlantic Ocean. *Geochim. cosmochim. Acta*, 52: 2871-2878.
- 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. Pollut. Bull.*, 55: 13-29.
- Nodot C., Bourcier M., Juedy De Grissac A., Hursner S., Regis J., Tine J. 1984. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). 2.

- La Grande Rade. *Tethys*, 11: 141-153.
- Ottaviani E., Franceschini C. 1997. The invertebrate phagocytic immunocyte: clues to a common evolution of immune and neuroendocrine system. *Immunology Today*, 18: 169-174.
- Page, H.M., Dugan, J.E., Dugan, D.S., Richards, J.B., Hubbard, D.M. 1999. Effects of an offshore oil platform on the distribution and abundance of commercially important crab species. *Mar. Ecol. Progr. Series*, 185 : 47-57.
- Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoume*, 31(47). 137 pp.
- Petrovic S., Semencic L., Ozetic B., Orzetic M. 2004. Seasonal variations of physiological and cellular biomarkers and their use in the biomonitoring of north Adriatic coastal waters (Croatia). *Mar. Pollut. Bull.*, 49 (9-10): 713-720.
- Pianka E.R. 1970. On r- and k-selection. *Amer. Nat.*, 104: 592-597.
- Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Publ., New York. 424 pp.
- Pitcher T.J. 1986. *Behaviour of teleost fishes*. Pagg. 363-7439, in: Fish and Fisheries Series 7. second ed. Chapman & Hall, London.
- Poppe G.T., Goto Y. 1991. *European Seashells (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Vol. 1. Publ. by V.C. Hemmen, Grillparzerstr. 22, D-6200 Wiesbaden, Federal Republic of Germany. 352 pp.
- Poppe G.T., Goto Y. 1993. *European seashells. Vol. II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Hemmen V.C. (Ed.), Germany. 221 pp.
- Pradella N., Fowler A.M., Booth D.J., Macreadie P.I. 2014. Fish assemblages associated with oil industry structures on the continental shelf of north-western Australia. *J. Fish Biol.*, 84: 247-255.
- Punzo E, Malaspina S, Domenichetti F, Polidori P, Scarcella G, Fabi G. 2015. Fish detection around offshore artificial structures: preliminary results from hydroacoustics and fishing surveys. *J. Appl. Ichthyol.*, 31(S3): 48-59.
- Punzo E., Gomiero A., Tassetti A.N., Strafella P., Santelli A., Salvalaggio V., Spagnolo A., Scarcella G., De Biasi A.M., Kozinkova L., Fabi G. 2017. Environmental impact of offshore gas activities on benthic environment: a case study. *Environ. Manag.*, 60: 340-356.
- Rinelli P., Spanò N. 1997. Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi di ambienti detritici insulari. *Biol. Mar. Medit.*, 4: 440-442.
- Saggiomo V., Catalano G., Ribera d'Alcalà M. 1990. Ossigeno disciolto. Pagg. 91-103, in: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera d'Alcalà M. (Eds.), *Metodi nell'ecologia del plancton marino*. Nova Thalassia, 11.
- Salen-Picard C. 1985. Indicateurs biologiques et sédimentation en milieu circalitoral Méditerranéen. *Rapp. p. v. Réu. Comm. Int. pour l'Explor. Sci. Mer Médit.*, 29: 5.
- Scarcella G., Grati F., Fabi G. 2011. Temporal and spatial variation of the fish assemblage around a gas platform in the Northern Adriatic Sea, Italy. *Turkish J. Fish. Aquatic Sci.*, 11: 433-444.
- Schlitzer R., 2014. *Ocean Data View*. <http://odv.awi.de>.
- Schroeder D.M., Ammann J.A., Harding, L.A., MacDonald W., Golden. T. 1999. Relative habitat value of oil and gas production platforms and natural reefs to shallow water fish assemblages in the Santa Maria Basin and Santa Barbara Channel, California. *Proc. Fifth Calif. Islands Symp.*: 493-498.
- 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.
- Spagnolo A., Panfili M., Giampieri A., Spegne R., Trovarelli L. 2002. Cambiamenti indotti sulla comunità bentonica di fondo mobile da una piattaforma estrattiva off-shore (Adriatico settentrionale). *Biol. Mar. Medit.*, 9(1): 191-198.

- Spagnolo A., Ausili S., Fabi G., Manoukian S., Puletti M. 2006. Realizzazione di una piattaforma estrattiva off-shore: effetti sul macrozoobenthos di fondo mobile. *Biol. Mar. Medit.*, 13(2): 60-61.
- Stachowitsch, M., Kikinger, R., Herler, J., Zolda, P., Geutebrück, E. 2002. Offshore oil platforms and fouling communities in the southern Arabian Gulf (Abu Dhabi). *Mar. Pollut. Bull.*, 44: 853-860.
- Stanley D.R., Wilson C.A. 1990. A fishery-dependent based study of fish species composition and associated catch rates around oil and gas structures off Louisiana. *Fish. Bull.*, 88: 719-730.
- Stanley D.R., Wilson C.A. 1997. Seasonal and spatial variation in the abundance and size distribution of fishes associated with a petroleum platform in the northern gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 1166-1176.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167. 310 pp.
- 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.
- Trabucco, B., Cicero, A.M., Gabellini, M., Virno Lamberti, C., Di Mento, R., Bacci, T., Moltedo, G., Tomassetti, P., Panfili, M., Marusso, V., Cornello, M. 2006. Study of the soft bottom macrozoobenthic community around an offshore platform (central Adriatic Sea). *Biol. Mar. Medit.*, 13(1): 659-662.
- Trabucco, B., Bacci, T., Marusso, V., Lomiri, S., Vani, D., Marzialetti, S., Cicero, A.M., Di Mento, R., De Biasi, A.M., Gabellini, M., Virno Lamberti, C. 2008. Study of the macrofauna surrounding off-shore platforms in the central Adriatic Sea. *Biol. Mar. Medit.*, 15(1): 141-143.
- Tsagarakis K, Giannoulaki M, Somarakis S, Machias A. 2012. Variability in positional, energetic and morphometric descriptors of European anchovy *Engraulis encrasicolus* schools related to patterns of diurnal vertical migration. *Mar. Ecol. Prog. Series*, 446: 243–258.
- Totti C., Civitarese G., Acri F., Barletta D., Candelari G., Paschini E., Solazzi A., 2000. Seasonal variability of phytoplankton populations in the middle Adriatic sub-basin. *J. Plank. Res.*, 22(9): 1735–1756.
- UNI EN ISO. 2000. *Saggio di inibizione della crescita di alghe marine con Skeletonema costatum e Phaeodactylum tricorutum*. UNI EN ISO 10253:2000. 14 pp.
- UNESCO. 1983. *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*. Tech. Pap. Mar. Sci., 44. 53 pp.
- UNESCO. 1988. *The acquisition, calibration, and analysis of CTD data*. Tech. Pap. Mar. Sci., 54. 59 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. 334 pp.
- 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. 15 pp.
- Viarengo A., Canesi L. 1991. Mussels as biological indicators of pollution. *Aquaculture*, 94(2-3): 225-243.
- Vidussi F., Claustre H., Bustillos-Guzmán J., Cailliau C., Marty J.C. 1996. Determination of Chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton: separation of Chlorophyll a from divinylChlorophyll a and zeaxanthin from lutein. *J. Plankton Res.*, 18(12): 2377-2382.
- Wang X.H., Pinardi N. 2002. Modeling the dynamics of sediment transport and resuspension in the northern Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.*, 107(C12): 3225.
- Wang X.H., Pinardi N., Malacic V. 2006. Sediment transport and resuspension due to combined motion of wave and current in the northern Adriatic Sea during a Bora event in January 2001: A numerical modelling study. *Contin. Shelf Res.*, 27(5): 613–633.

- 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.
- Winkler L.W. 1888. Die Bestimmung des im Wasser gelosten Sauerstoffes. *Chem. Ber.*, 21: 2843-2855.
- Wolfson, A., VanBlaricom, G., Davis, N., Lewbel, G.S. 1979. The marine life of an offshore oil platform. *Mar. Ecol. Progr. Series*, 1: 81-89.
- Zar J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 663 pp.
- Zavatarelli M., Raicich F., Bregant D., Russo A., Artegiani A. 1998. Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.*, 18: 227-26.
- Zenetos A., Bellou N., Abousamra F. 2004. *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.



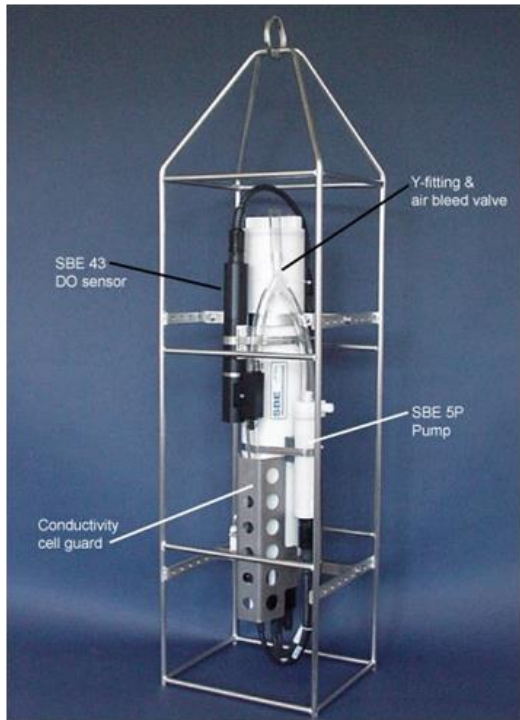
*ALLEGATO A*

**SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE**

**UTILIZZATA NELLE INDAGINI**

**A1**  
**INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA  
D'ACQUA**

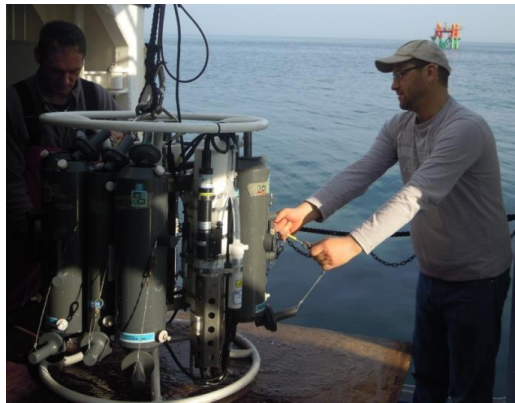
**A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”**



**CTD:** Sonda multiparametrica CTD SBE 19plusV2 dotata dei seguenti sensori:

Sensore	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Data calibrazione
Temperatura	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,005 \text{ }^\circ\text{C}$	-5 : +35 $^\circ\text{C}$	12/02/2014
Conducibilit�	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,0005 \text{ S m}^{-1}$	0 : 9 $\text{S m}^{-1}$	12/02/2014
Pressione	Sea Bird Electronics	Druck	$\pm 0,1 \text{ \% fondo scala}$	0: 600 m	04/02/2014
Ossigeno	Sea Bird Electronics	SBE 43	$\pm 0,1 \text{ ml L}^{-1}$	0 : 15 $\text{ml L}^{-1}$	calibrazione con Winkler ad ogni campagna
Fluorimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$	0 : 50 $\mu\text{g L}^{-1}$	calibrazione con campioni di Chl ad ogni campagna
Torbidimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01 \text{ NTU}$	0 : 300 NTU	calibrazione con campioni di TSM ad ogni campagna

**Campionatore:** SBE 32C Carousel Water Sampler con bottiglie GO.



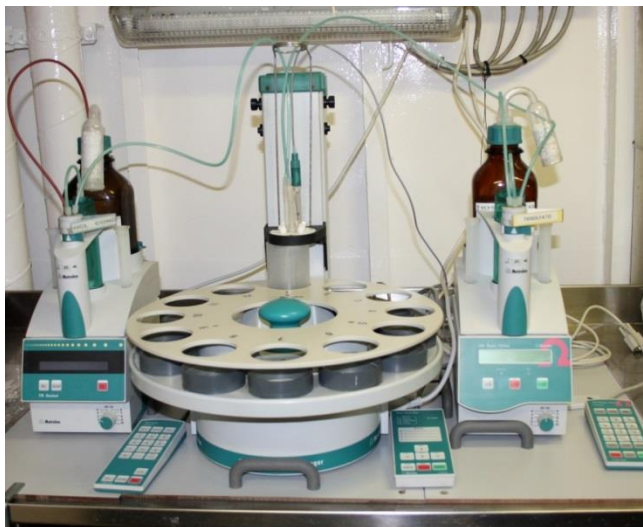
## A1-II ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)



Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
ADCP	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1 cm/s	± 0,3 cm/s	± 5 m/s (default) ±20 m/s (maximum)	Ad ogni deployment

Sensore	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
Temperatura	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1°C	± 0,4 cm/s	da -5°C a + 45°C	ad ogni deployment

**A1-III TRITINO per la misurazione dell'ossigeno disciolto con il metodo Winkler**

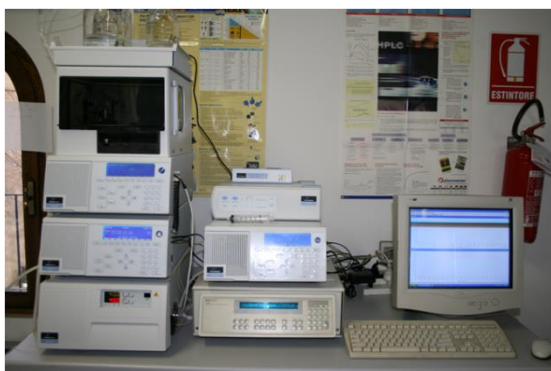


Sistema di titolazione automatico con Metrohm Basic Titrino 794 e campionatore

**A1-IV ANALIZZATORE COLORIMETRICO AUTOMATICO EasyChem Plus™ per l'analisi dei sali nutritivi**



**A1-V HPLC per l'analisi dei pigmenti**



**A1- VI Analisi metalli pesanti - Spettrofotometro di massa ICP-MS 7500ce**



**A1- VII Analisi del Silicio - Spettrofotometro a emissione atomica ICP-AES Vista-MPX**



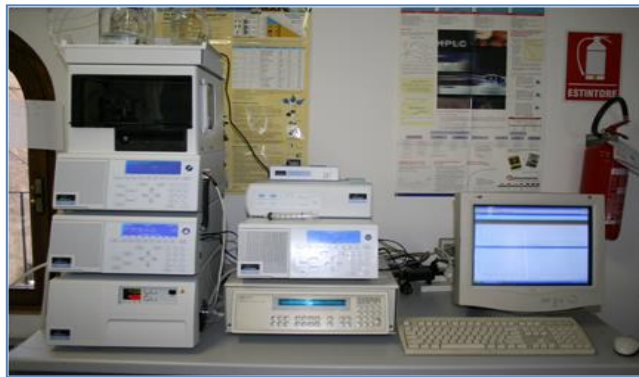
**A1- VIII Analisi BTEX - Spettrofotometro di massa quadrupolare HEWLWTT-PACKARD GC/MS 5973 Network**



**A1- IX Analisi Glicole etilenico e Idrocarburi totali -  
Gascromatografo GC FISONI INST.**



**A1- X Analisi cromatografica degli IPA - Cromatografo liquido HPLC Perkin  
Elmer PE 200, accoppiato a un rivelatore a fluorescenza PE serie 200A**



**A1- XI Analisi cromatografica degli IA - Gascromatografo Agilent  
7820A accoppiato a un rivelatore di massa sistema MSD Agilent  
Serie 5977A.**



## A2

### INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

#### A2-I BOX-CORER per il prelievo dei campioni



Materiale	Dimensione scatola campionatore (cm)
Ferro zincato	17x10x24,5h

#### A2-II BILANCIA ELETTRONICA



Le bilance elettroniche sono sensibili all'accelerazione di gravità; pertanto, in accordo con la direttiva 90/384, devono essere calibrate nel luogo di utilizzo con masse tarate in classe F1 che corrispondono a un peso di 200 g.

Strumento	Costruttore	Modello	Sensibilità	Capacità
Bilancia elettronica	Gibertini Elettronica S.r.l.	EU 2000	±0,01 g	1000 g

### A2-III STUFA TERMOSTATA “HIGH PERFORMANCE”



Strumento	Costruttore	Modello	Capacità (litri)	Temperatura (°C)	Precisione (°C)
Stufa termostata	F.lli Galli G&P	2100	96	50 – 300	±2

Ogni sei mesi viene inserito un termometro per verificare che la temperatura della stufa resti costante. La lettura del termometro viene eseguita ogni 45 minuti per una durata totale della prova di 3 ore. E' accettata una variazione di 2°C rispetto alla temperatura iniziale.

### A2-IV SETACCI



Strumento	Costruttore	Serie	Materiale	Diametro (mm)	Dimensione delle maglie (μ)
Setacci normalizzati	Giuliani Teconologie S.r.l.	ASTM	acciaio inox	100 - 200	63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000

Periodicamente si verifica che le maglie abbiano mantenuto le dimensioni e la forma originaria e si testa la regolarità delle saldature.



## A2-V DENSIMETRO



Strumento	Costruttore	Serie	Scala (ml)	Divisione (ml)	Zavorra	Taratura (°F)
Densimetro per terreni	Vetrotecnica	Normale ASTM	0,995 – 1,040	0,001	piombo	68/68

Lo strumento non necessita di verifica e taratura. Viene sostituito quando la scala graduata non è più visibile.

## A2-VI GAS-CROMATOGRAFO DOPPIA COLONNA, RIVELATORE FID - PERKIN ELMER SIGMA3B – DUAL FID



Il controllo interno della taratura dello strumento viene effettuato preliminarmente all'avvio di ogni indagine commissionata. Il controllo esterno e l'eventuale taratura ordinaria sono condotti annualmente da un Tecnico incaricato dalla Ditta costruttrice, quando il controllo interno risulta sfavorevole.

## **A2-VII DMA 80 per la misurazione del MERCURIO**



Consente di effettuare analisi per la determinazione diretta del contenuto di mercurio su matrici di varia natura, senza che si rendano necessari trattamenti chimici del campione.

## **A2-VIII VARIAN SPECTRA AA-240 Z per la misurazione di CADMIO e PIOMBO E ARSENICO**

Spettrofotometro ad assorbimento atomico usato mediante l'impiego del fornello di grafite con piattaforma pirolitica. La correzione del rumore di fondo è assicurata dalla correzione di background trasversa "Zeeman" e dall'interpolazione polinomiale per la correzione delle interferenze. Al fine di ridurre il rumore di fondo e il limite di rivelabilità e di incrementare la sensibilità vengono utilizzate lampade monoelemento a catodo cavo.



**A2-IX      VARIAN ICP-720ES per la misurazione di ALLUMINIO, BARIO, FERRO, CROMO, NICHEL, RAME, SILICIO, VANADIO e ZINCO**



Spettrofotometro ad emissione atomica al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP) e lettura sequenziale. Il sistema di raccolta della radiazione emessa dal plasma è di tipo assiale. Il generatore di radiofrequenze è 40 MHz. Per il raffreddamento del plasma viene impiegato argon ultrapuro.

**A2-X      ICP-MS Agilent Mod. 7700 per la misurazione dell'INDIO**



## A3

### INDAGINI SULLA COMUNITA' BENTONICA

#### A3-I BENNA VAN VEEN



Materiale	superficie di sedimento campionata (m <sup>2</sup> )
Acciaio	0,095

#### A3-II SETACCIO



Materiale	Lato maglia (mm)
Acciaio inox	0,5

#### A3-III MICROSCOPIO STEREO ZEISS STEMI 2000-C



Range dello zoom: 0,65x...5,0x.

### A3-IV MICROSCOPIO OTTICO ZEISS AXIOLAB



Obiettivi in dotazione: 10x, 40x, 100x.

### A3-V BILANCIA ANALITICA

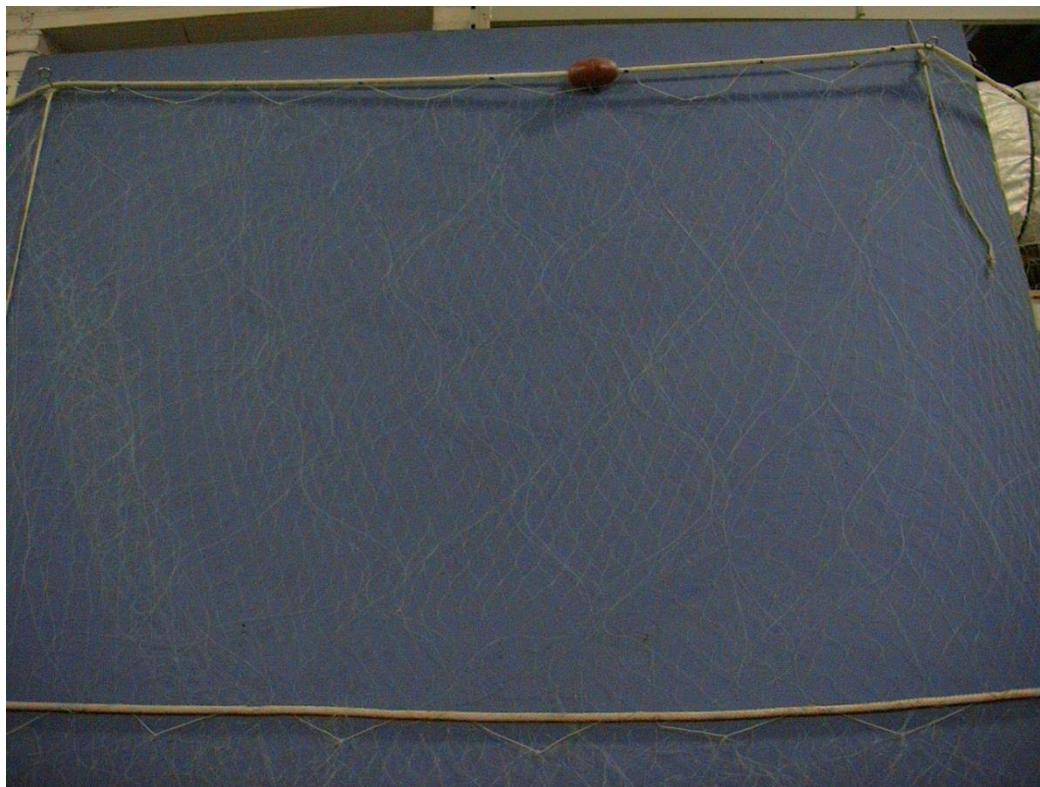


<b>Strumento</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Capacità</b>
Bilancia elettronica	Mettler Toledo	ML204	0,0001 g	220 g

## A4

### INDAGINI SULLA COMUNITA' ITTICA

#### A4-I RETE TREMAGLIO

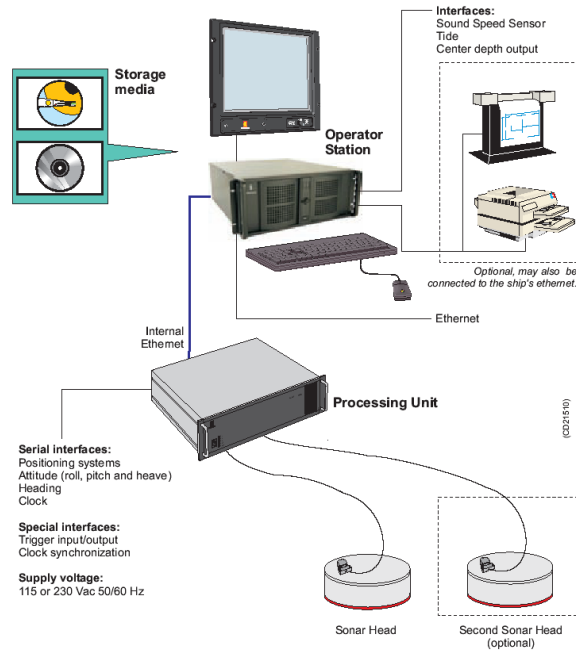


Lunghezza totale: 300 m

	<b>Pannello interno</b>	<b>Pannello esterno</b>
materiale	Monofilamento di poliammide	Monofilamento di poliammide
altezza (m)	6	3
apertura maglia stirata (mm)	72	400
diametro filo (mm)	0,18	0,30
rapporto di armamento	0,35	0,50

	<b>Lima dei galleggianti</b>	<b>galleggianti</b>	<b>Lima dei piombi</b>
materiale	poliammide		
diametro (mm)	7		
quantità ogni metro		1	
tipo		B19-70	
spinta (g)		55	
peso (g/m)			120

## A4-II MULTIBEAM ECHOSOUNDER KONGSBERG EM 3002



### Features

The EM 3002 system uses frequencies in the 300 kHz band. This is an ideal frequency for shallow water applications, as the high frequency ensures narrow beams with small physical dimensions. At the same time, 300 kHz secures a high maximum range capability and robustness under conditions with high contents of particles in the water.

EM 3002 uses a powerful sonar processor unit in combination with 1 or 2 compact sonar heads. The high computing power of the EM 3002 sonar processor makes it possible to apply sophisticated and exact signal processing algorithms for beamforming, beam stabilisation, and bottom detection. In High Density processing mode the system has close to uniform acoustic footprints and resolution over the whole swath width, and therefore a much improved capability to detect objects and other details on the bottom.

EM 3002 will in addition to bathymetric soundings, produce an acoustic image of the seabed. The image is obtained by combining the acoustic return signals inside each beam, thus improving signal to noise ratio considerably, as well as eliminating several artifacts related to conventional sidescan sonars. The acoustic image is compensated for the transmission source level, receiver sensitivity and signal attenuation in the water column, so that reliable bottom backscatter levels in dB are obtained. The image is also compensated for acoustic ray bending, and thus completely geo-referenced, so that preparation of a sonar mosaic for a survey area based upon data from several survey lines is easy. Objects observed on the seabed image are correctly located and their positions can be readily derived.

### Technical specifications

#### Operational specifications

Frequencies.....	.293, 300, 307 kHz
Number of soundings per ping:	
Single sonar head.....	Max 254
Maximum ping rate.....	40 Hz
Maximum angular coverage:	
Single sonar head.....	130 degrees
Pitch stabilisation.....	Yes
Roll stabilisation.....	Yes
Heave compensation.....	Yes
Pulse length.....	150 µs

Range sampling rate.....14, 14.3, 14.6 kHz  
Depth resolution.....1 cm  
Transducer geometry.....Mills cross  
Beam spacing.....Equidistant or equiangular

**Beamforming:**

- Time delay with shading
- Dynamically focused receive beams

**Seabed image data**

- Composed from beamformed signal amplitudes
- Range resolution 5 cm.
- Compensated for source level and receiver sensitivity, as well as attenuation and spherical spreading in the water column.
- Amplitude resolution: 0.5 dB.

**External sensors**

- Position
- Heading
- Motion sensor (Pitch, roll and heave)
- Sound velocity profile
- Sound velocity at transducer.
- Clock synchronisation (1 PPS)

**Environmental and EMC specifications**

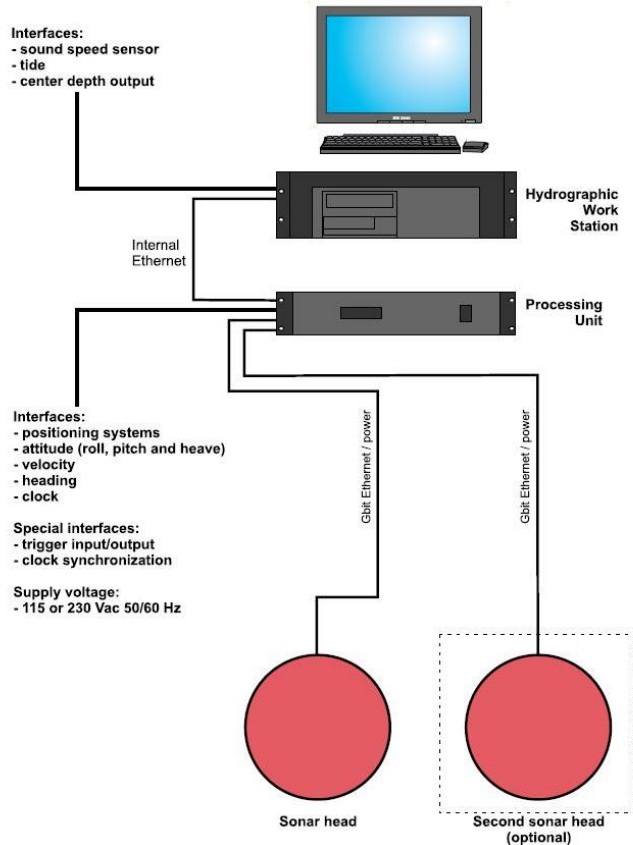
The system meets all requirements of the IACS E10 specification. The Operator Station, LCD monitor and Processing Unit are all IP22 rated.



## A4-III

# MULTIBEAM ECHOSOUNDER KONGSBERG EM EM 2040C

## System diagram



## Features

The EM 2040C-D (C for Compact – D for Dual Heads) is a shallow water multibeam echo sounder, ideal tool for high-resolution mapping and inspection application that fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

The EM 2040C system operating frequency range is from 200 to 400 kHz enabling the user to choose on the fly the best operating frequency for the application in base of the depth.

The EM 2040C-D has three units: a sonar head (two for this system) where receiver and transmitter are integrated, a processing unit and a hydrographic workstation. For completeness, data input from a motion sensor and a positioning system is required, as is the sound speed profile of the water column between the transducers and the bottom. Sound speed at the transducer depth is an optional input and is highly recommended, especially for a dual head system.

Further features:

- Wide frequency range
- FM chirp
- Roll and pitch stabilisation
- Yaw stabilisation
- Nearfield focusing both on transmit and receive
- Short pulse lengths, large bandwidth
- Water column display
- Seabed image
- Water column logging
- Dual swath

## Technical specifications

Performance specifications

- Frequency range: 200 – 400 kHz

• Maximum detected depth:	490 m
• Minimum detected depth:	0.5 m
• Maximum ping rate:	50 Hz
• Number of soundings per ping (dual head):	Up to 1600
• Beam width (TX x RX) at 200 kHz:	2 x 2 degrees
• Beam width (TX x RX) at 300 kHz:	1.3 x 1.3 degrees
• Beam width (TX x RX) at 400 kHz:	1 x 1degrees
• TX source level at 300 kHz:	204.5 dB re 1 $\mu$ Pa at 1 m
• RX beam spacing:	Equidistant, equiangle and high density
• Coverage sector (dual head):	200 degrees at 200 – 320 kHz,
• Coverage sector (dual head):	170 degrees at 350 kHz,
• Coverage sector (dual head):	140 degrees at 400 kHz
• Transmit beam steering:	Stabilised for pitch (+/- 10 degrees)
• Receive beam steering:	Stabilised for roll (+/- 15 degrees)
• Range resolution (defined as cT/2):	18.8 mm at 25 $\mu$ s pulse
• Roll stabilised beams:	+/-15 degrees
• Pitch stabilised beams:	+/-10 degrees
• Yaw stabilised beams:	+/-10 degrees
• Pulse length:	14 $\mu$ s -12ms
• System accuracy:	better then 10 mm
• Depth resolution	1 cm
• Transducer geometry	Mills cross

#### External sensors

- Position
- Heading
- Motion sensor (Pitch, roll and heave)
- Sound velocity profile
- Clock synchronisation (1 PPS)

#### Environmental and EMC specifications

The system fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

### A4-IV QUASI STELLAR COLOR



Quasi Stellar, derivata dalla Light Camera, deriva dall'applicazione di recenti tecnologie elettroniche e meccaniche. Costruita con componenti elettronici e meccanici di qualità (acciaio inossidabile, metacrilato, delrin), consente la visione diurna in bianco e nero (o a colori) del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità, fino e oltre 200 m., con intensità di appena 2

millesimi di lux, ideale per la ricerca sistematica con i metodi della traina o del pendolo, consente un buon riconoscimento della tipologia del fondo e degli oggetti, anche seminterrati.

Caratteristiche generali: Trasmettitore video entro-contenuto, che permette la ricezione su qualsiasi televisore o videoregistratore (non occorrono monitor). Cavo ombelicale di piccolo diametro (4.2 mm.) rinforzato internamente con treccia in poliestere che assicura una trazione di oltre 80 Kg. Dimensioni e pesi contenuti: corpo 101,6 mm. di diametro per 280 mm. di lunghezza. L'alimentazione, fornita da batterie al piombo gelatinoso alloggiate nella consolle, assicura una lunga autonomia (maggiore di 24 h di servizio continuo) grazie al basso consumo della telecamera. Per periodi d'uso continuato, o se non si desidera ricorrere all'uso delle batterie, sono disponibili alimentatori a 220 V. Quasi Stellar è fornita in allestimento base con versioni operative a 100 e 200 m. di profondità, con pezzature di cavo ombelicale di analoga lunghezza e cavetto di collegamento al televisore.

## A5

### ANALISI IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

#### A5-I ESTRAZIONE LIQUIDO-SOLIDO A FLUSSO tipo Soxhlet



**Materiale:** Apparato elevatore, isomantello, pallone da 250 ml, un apparato di Soxhlet con refrigerante apposito, un ditale di carta, pinze e morsetti, due tubi di gomma, moderatore di ebollizione (sfere di pyrex), cilindro graduato da 250 ml, solvente organico d'estrazione, cilindretto graduato da 10 ml, pipette Pasteur, cristallizzatore, piastra riscaldante, ancorotta magnetica, imbuto, tettarelle, cotone, provetta o protettone da 250 ml.

## **A5-II CROMATOGRAFIA LIQUIDA Waters 996 PDA HPLC System (liquid chromatograph)**



TIPO DI STRUMENTO: **Cromatografo per cromatografia liquida ad alte pressioni (HPLC).**

CONSTRUTTORE **Waters**

SERIE **996 PDA**

TIPO DI DETECTOR: **Fluorescenza (Waters® 474 Scanning Fluorescence Detector) e UV-Visibile (rivelatore a serie di fotodiodi Waters® PDA 996)**

VOLUME DI INIEZIONE: **5 µl**

CARRIER: **Acqua/Acetonitrile**

TIPO DI COLONNA: **Supelcosil LC-PAH**

LUNGHEZZA: **25 cm**

DIAMETRO: **4.5 mm**

FASE: **C-18**

PARTICLE SIZE: **5 µm**

INTEGRAZIONE ED ANALISI DEL DATO: **Waters Millennium software®**

### **A5-IIa SUPELCOSIL™ LC-PAH HPLC Column (colonna per cromatografia liquida ad alte prestazioni-HPLC)**



CARATTERISTICHE FISICHE: **5 µm diametro granuli**, lunghezza × I.D. **25 cm × 4.6 mm**

MATRICE (supporto): **gel di silice a forma sferica**

(Fase stazionaria): **octadecyl silice**

diametro granuli: **5 µm**

dimensione pori: **120 Å**

## **A5-III GAS – CROMATOGRAFIA FID (Flame Ionization Detector Perkin Elmer) per l'analisi degli Idrocarburi Alifatici**



TIPO DI STRUMENTO: **gas cromatografo**  
COSTRUTTORE **Perkin Elmer**  
SERIE **GC FID Autosystem**  
TIPO DI DETECTOR: **FID (Flame Ionized Detector)**  
TECNICA DI INIEZIONE: **Splitless**  
VOLUME DI INIEZIONE: **2 µl**  
CARRIER: **Elio**  
TIPO DI COLONNA: **Capillare**  
LUNGHEZZA: **30 metri**  
DIAMETRO: **0.2 mm**  
FASE: **SOPB-5**  
SPESSORE DEL FILM: **0.2 µm**  
INTEGRAZIONE ED ANALISI DEL DATO: **Software TotalCrom Perkin Elmer**

### **A5-IIIa SUPELCO SPB-5**

CARATTERISTICHE TECNICHE: **Lunghezza 30m, Ø 0.32mm**  
MATRICE-Fase stazionaria **0.25mm, 95% difenil-, 5% dimetil-silicone)**



## A5-IV MINERALIZZATORE Milestone Ethos 900



TIPO DI STRUMENTO: Forno **Mineralizzatore /estrattore**  
COSTRUTTORE **Milestone**  
SERIE: **900**  
VOLUME DI INIEZIONE: **6 posizioni da 200 ml**  
POTENZA SORGENTE: **fino a 1600w**  
SOFTWARE DI CONTRIOLLO: **EasyControl software®**

## **A5-V SPETTROFOTOMETRIA DI ASSORBIMENTO ATOMICO Perkin-Elmer**



TIPO DI STRUMENTO: **Spettrofotometro ad assorbimento atomico a doppio raggio con correttore di fondo Zeeman 4100 Z.**  
COSTRUTTORE: **Perkin-Elmer.**  
SERIE: **AAS 3030**  
LAMPADA: **a catodo cavo.**

### **ACCESSORI OPZIONALI:**

#### **A5-Va**

**Flow injection Mercury system FIMS 400, Perkin-Elmer per il dosaggio/analisi del Hg**



#### **A5-Vb**

**Flow Injection Analysis System (FIAS 400, Perkin Elmer) per il dosaggio/analisi dell'As**





**A5-VI CRIOSTATO Leica CM1900**



<b>Strumento</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Serie</b>	<b>Cabina</b>	<b>Refrigerante</b>
Criostato	Leica	1900	Refrigerata fino a -50C°	Freon

## **A5-VII    MICROSCOPIO invertito Carl Zeiss Axiocam 135 motorizzato con telecamera Carl Zeiss Axiovert HS**



Main features	Highly stable pyramid shape and low center of gravity for vibration-free work, min. 6 adaptation options (12 drilled holes) e.g. for micromanipulators Optovar revolver 3x motorized 6x objective nosepiece for HD DIC, motorized
Optics	ICS optics for finest image quality: special application objectives with long working distance
Objectives	Reflected light: Epiplan, Epiplan-Neofluar, EC Epiplan-Neofluar Transmitted light: Achromplan, Plan-Neofluar Special: LD-Epiplan, LD-EC Epiplan-Neofluar (reflected light objective with long working distance)
Modules	Polarization optical shearing interferometer (TIC) to measure reflected light-phase objects(levels, differences in height), MHT 10, DeepView
Illumination Reflected light	12V, 100W halogen HBO 50W mercury vapor short arc lamp HBO 100W mercury vapor short arc lamp XBO 75W xenon lamp
Reflected light/filter slider	3 positions for filters with 25 mm diameter
Reflector turret	5 positions, manual or motorized, exchangeable
Light Trap	High contrast, minimized stray light
Transmitted light	6V, 30W 12V, 100W LCD-display, light manager

### **TelecameraAxiovert HS**

Sensore	Sony ICX 414, progressives readout
Risoluzione	660(H) x 494 (V) = 330 K Pixels
Pixel Size	9.9 µm (H) x 9.9 µm (V)
Dimensione sensore	6,5 mm x 4,9 mm, equivalent to ½
Sensibilità spettrale	HSc appr. 400 bis 720 nm con BG 40 IR-blocking filter HSm appr. 350 bis 1000 nm con BK7 protective cover glass
Dynamic Range	Typical SNR 65 dB = 1 : 1800
Noise	1 17 e
Dark Current	0,7 LSB/s, equivalenti a to 5,4 e / Pixel/s
Fotogrammi / sec	Appr. 54 fotogrammi/s in risoluzione normale fino a . 140 fotogrammi/s a
Tempo di esposizione	da 0,25 ms fino a 60 s
Color optimisation	Available for color model, default white point 3200 k

### A5-VIII    **CENTRIFUGA Beckman Allegra 25R**



Strumento	Costruttore	Modello	Range velocità	Range temperatura (°C)	Precisione	Diametro rotore
Centrifuga	Beckman	Allegra 25R	100-25000 rpm	0 – 50 piena velocità -30-40 a veloc. ridotta	±1	215 mm

### A5-IX    **SPETTROFOTOMETRIA Shimadzu UV-1700 Pharma**



Strumento	Costruttore	Serie	Lampada	Range lunghezza d'onda	Accuratezza lung. d'onda	Range fotometrico	Accuratezza fotometrica
Spettrofotometro	Shimadzu	UV 1700 Pharma	UV-VIS	195-1100 nm)	±0,5 nm	Trasmittanza 0-100% T Assorbanza 0-4 A	±0,005 A

Taratura giornaliera ed esecuzione di curva standard di riferimento.

# **ALLEGATO B**

## **SCHEDE GRANULOMETRICHE DEI SITI POSTI NELL'AREA DELLA PIATTAFORMA BONACCIA NW E DEI CONTROLLI**

**K1 - K4**

**4° SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE**

**2° semestre 2017**



## Stazione A1 (250 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	37,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,55
Mediana	M <sub>d</sub>	3,66
Classazione	σ	2,43
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,57
Appuntimento	K <sub>G</sub>	1,28

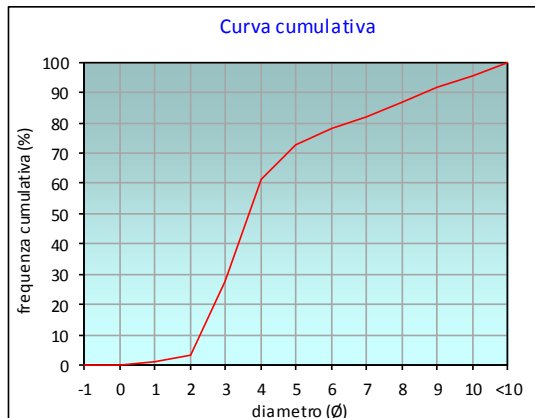
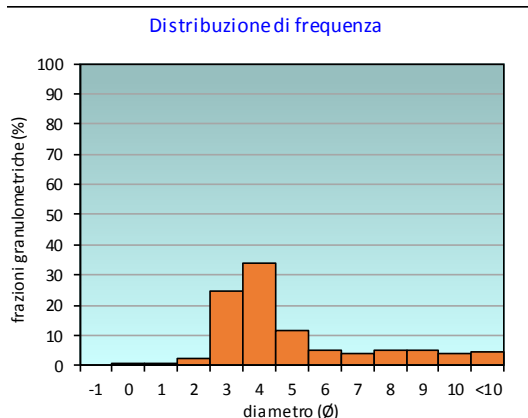
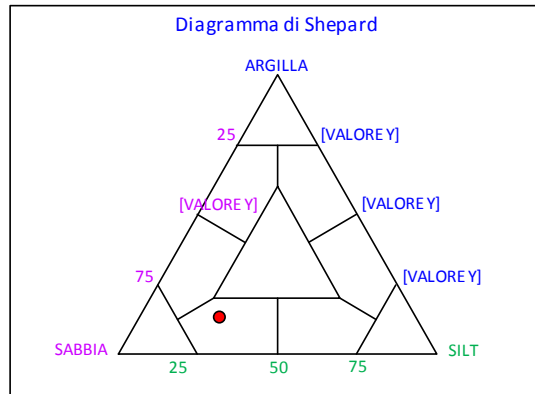
PERCENTILE	φ
5	2,07
16	2,52
25	2,89
50	3,66
75	5,41
84	7,47
95	9,93

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,3	0,3
	1	500	0,7	1,0
	2	250	2,3	3,2
	3	125	24,5	27,7
<b>LIMO</b>	4	62,5	33,7	61,4
	5	31,2	11,5	72,9
	6	15,6	5,1	78,0
	7	7,8	3,8	81,8
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	4,8	86,5
	9	2	5,0	91,5
	10	0,98	3,7	95,3
	<10	<0,98	4,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	61,4	25,1	13,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione A2 (120 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	31,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

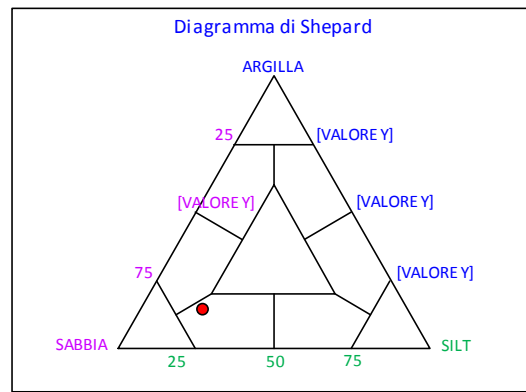
PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,53
Mediana	M <sub>d</sub>	3,50
Classazione	σ	2,55
Asimmetria	S <sub>sk</sub>	0,62
Appuntimento	K <sub>G</sub>	1,34

PERCENTILE	Ø
5	2,06
16	2,41
25	2,70
50	3,50
75	5,19
84	7,67
95	10,20

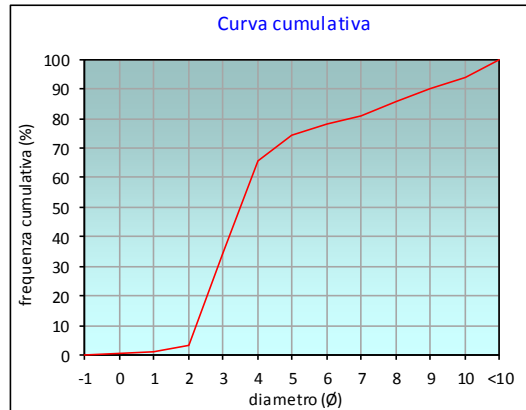
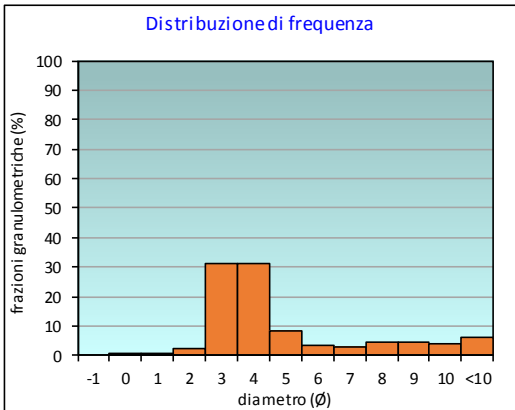
	Ø	µm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,7	1,0
	2	250	2,2	3,2
	3	125	31,2	34,4
	4	62,5	31,4	65,8
LIMO	5	31,2	8,5	74,3
	6	15,6	3,5	77,9
	7	7,8	3,1	80,9
	8	3,9	4,6	85,5
ARGILLA	9	2	4,3	89,8
	10	0,98	4,0	93,8
	<10	<0,98	6,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	65,8	19,7	14,5

NOTE
n.d.



CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione A3 (60 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	32,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

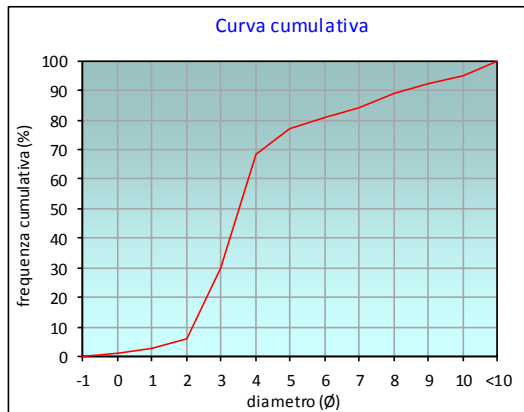
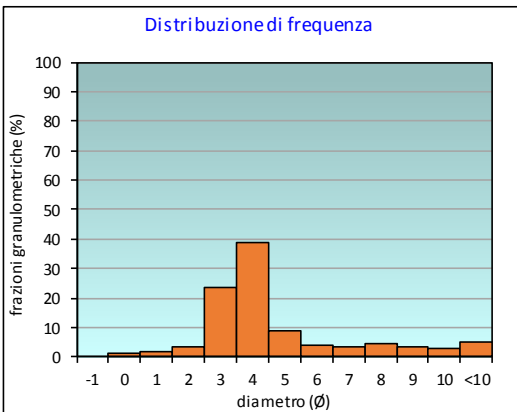
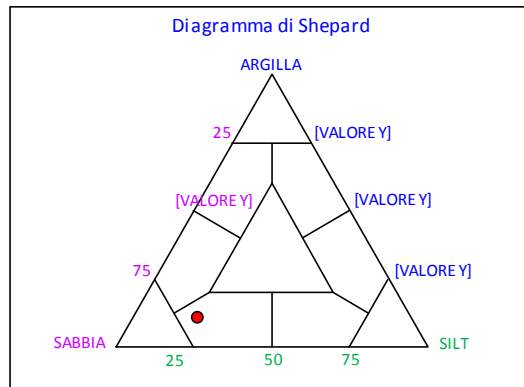
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,29	5	1,71
Mediana	M <sub>d</sub>	3,53	16	2,42
Classazione	σ	2,38	25	2,80
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,54	50	3,53
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,72	75	4,77
			84	6,93
			95	10,01

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	1,1	1,1
	1	500	1,7	2,7
	2	250	3,2	5,9
	3	125	23,8	29,7
<b>LIMO</b>	4	62,5	38,6	68,3
	5	31,2	8,6	76,9
	6	15,6	3,7	80,6
	7	7,8	3,6	84,2
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	4,5	88,8
	9	2	3,2	92,0
	10	0,98	3,0	94,9
	<10	<0,98	5,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	68,3	20,5	11,2

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



## Stazione A4 (30 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	34,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

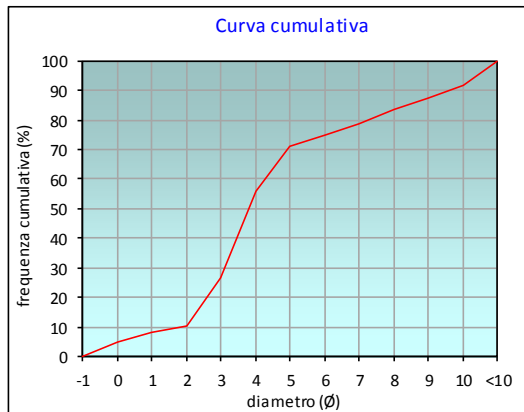
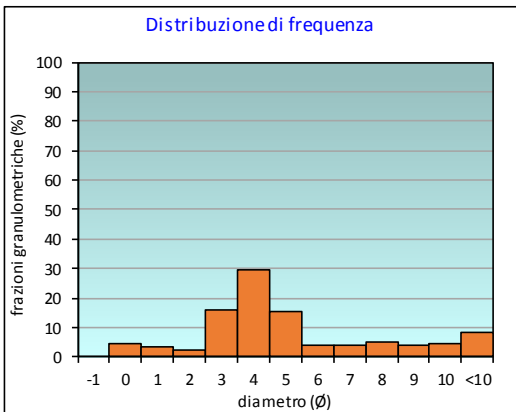
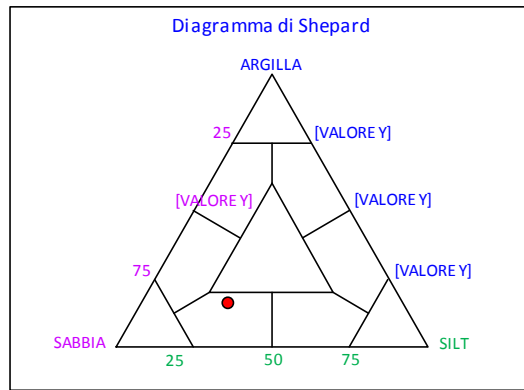
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,76	5	0,11
Mediana	M <sub>d</sub>	3,80	16	2,35
Classazione	σ	3,00	25	2,91
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,39	50	3,80
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,36	75	6,00
			84	8,12
			95	10,38

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	4,6	4,6
	1	500	3,3	8,0
	2	250	2,5	10,4
	3	125	16,0	26,4
<b>LIMO</b>	4	62,5	29,4	55,8
	5	31,2	15,4	71,1
	6	15,6	3,9	75,0
	7	7,8	3,7	78,7
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	4,9	83,5
	9	2	3,9	87,4
	10	0,98	4,5	91,9
	<10	<0,98	8,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	55,8	27,8	16,5

NOTE	
resti conghigliari	

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica





## Stazione BO NW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	29,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

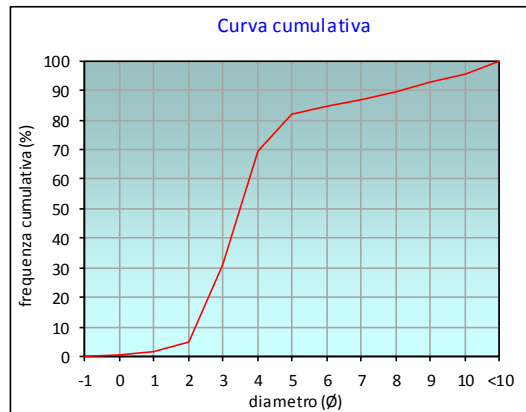
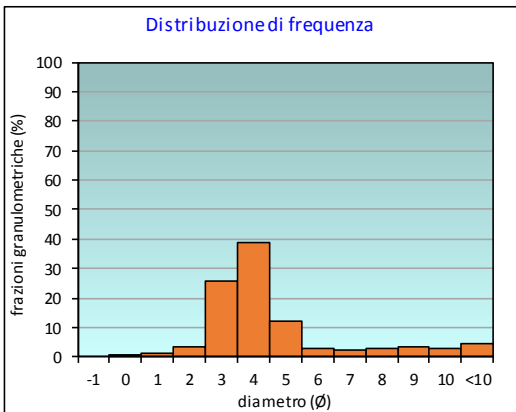
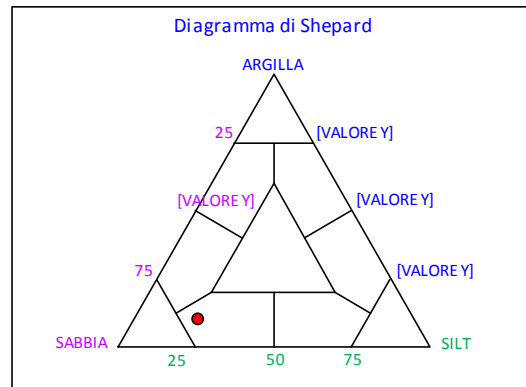
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	3,91	5	2,00
Mediana	Md	3,50	16	2,43
Classazione	σ	2,02	25	2,78
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,49	50	3,50
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,89	75	4,45
			84	5,81
			95	9,75

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,7	0,7
	1	500	1,1	1,8
	2	250	3,1	4,9
	3	125	25,8	30,7
<b>LIMO</b>	4	62,5	38,7	69,4
	5	31,2	12,4	81,8
	6	15,6	2,8	84,5
	7	7,8	2,3	86,9
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	2,7	89,6
	9	2	3,2	92,8
	10	0,98	2,9	95,7
	<10	<0,98	4,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	69,4	20,2	10,4

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



## Stazione BO SE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	31,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

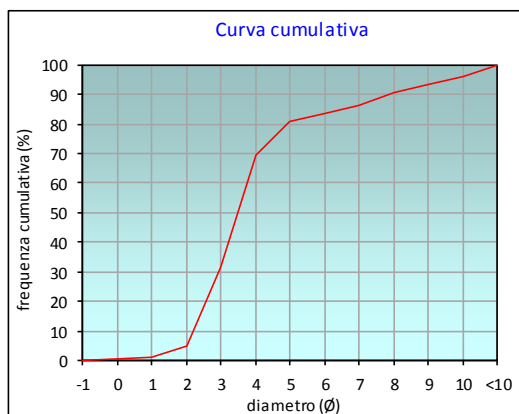
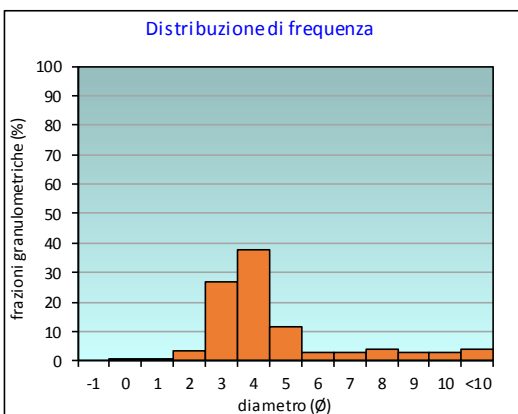
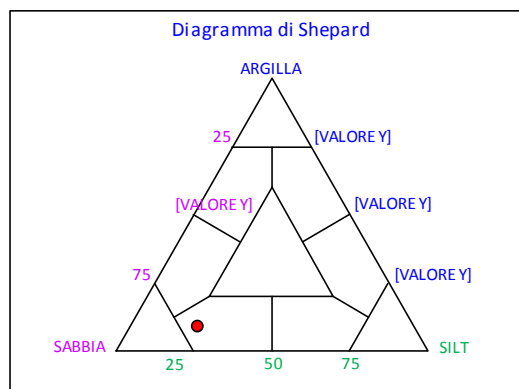
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,03	5	2,01
Mediana	Md	3,49	16	2,42
Classazione	σ	2,10	25	2,76
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,52	50	3,49
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,80	75	4,50
			84	6,18
			95	9,68

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,4	0,4
	1	500	0,9	1,3
	2	250	3,4	4,7
	3	125	26,8	31,5
<b>LIMO</b>	4	62,5	37,7	69,2
	5	31,2	11,5	80,7
	6	15,6	2,7	83,5
	7	7,8	3,0	86,4
	8	3,9	4,1	90,5
<b>ARGILLA</b>	9	2	2,8	93,3
	10	0,98	2,6	95,8
	<10	<0,98	4,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	69,2	21,3	9,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



## Stazione A5 (30 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	32,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

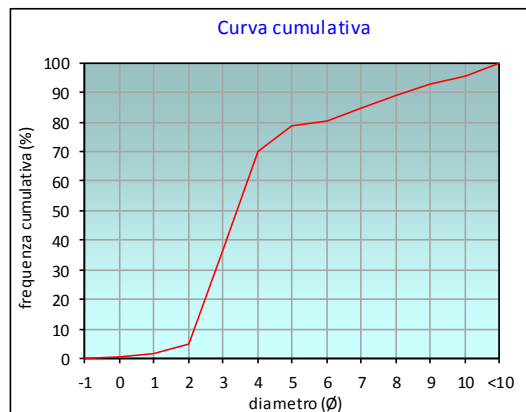
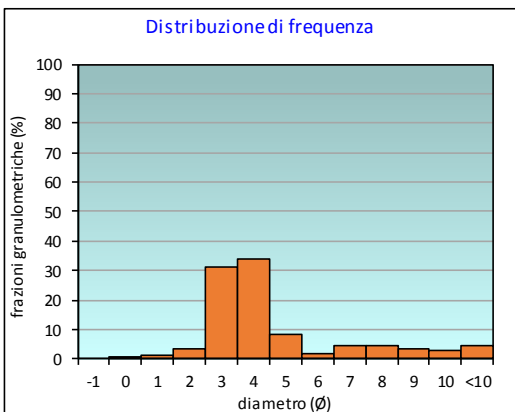
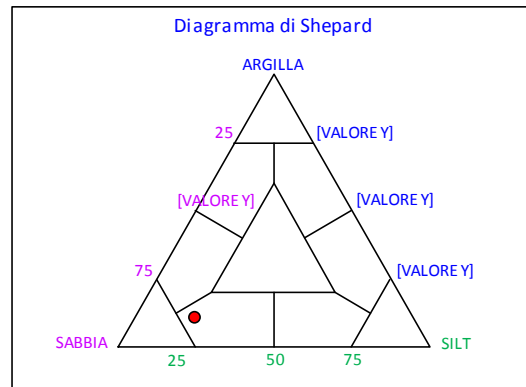
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,21	5	1,96
Mediana	Md	3,40	16	2,35
Classazione	σ	2,32	25	2,63
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,58	50	3,40
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,66	75	4,57
			84	6,87
			95	9,79

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,5	0,5
	1	500	1,1	1,6
	2	250	3,6	5,1
	3	125	31,3	36,4
<b>LIMO</b>	4	62,5	33,8	70,2
	5	31,2	8,4	78,7
	6	15,6	1,6	80,3
	7	7,8	4,3	84,6
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	4,5	89,0
	9	2	3,6	92,7
	10	0,98	3,0	95,6
	<10	<0,98	4,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	70,2	18,8	11,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



## Stazione A6 (60 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	32,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

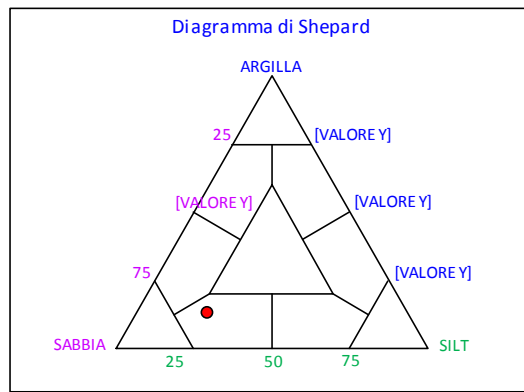
PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,53
Mediana	M <sub>d</sub>	3,57
Classazione	σ	2,50
Asimmetria	S <sub>sk</sub>	0,59
Appuntimento	K <sub>G</sub>	1,16

PERCENTILE	∅
5	2,04
16	2,44
25	2,77
50	3,57
75	5,58
84	7,59
95	10,02

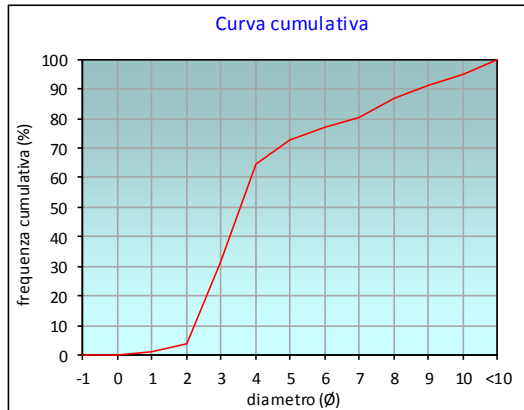
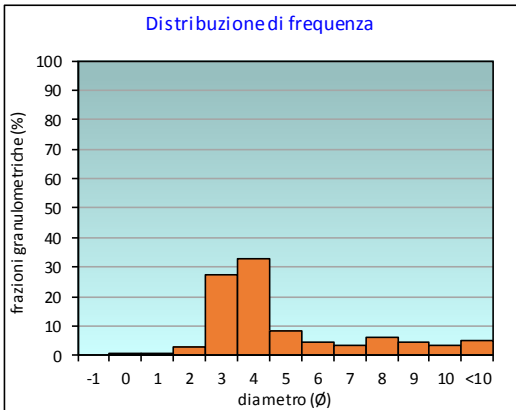
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,2	0,2
SABBIA	1	500	0,7	1,0
	2	250	3,0	4,0
	3	125	27,3	31,3
	4	62,5	33,0	64,3
LIMO	5	31,2	8,2	72,5
	6	15,6	4,4	76,8
	7	7,8	3,4	80,2
	8	3,9	6,4	86,6
ARGILLA	9	2	4,7	91,3
	10	0,98	3,6	94,9
	<10	<0,98	5,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	64,3	22,3	13,4

NOTE
n.d.



CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione A7 (120 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	34,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

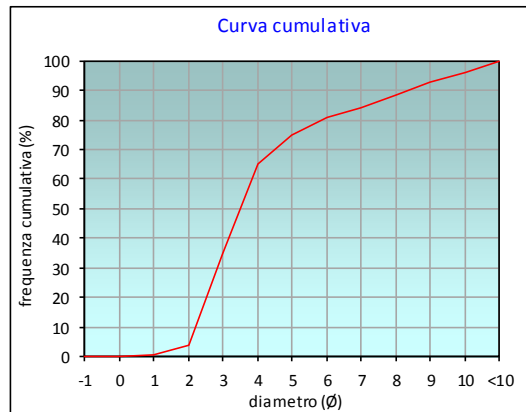
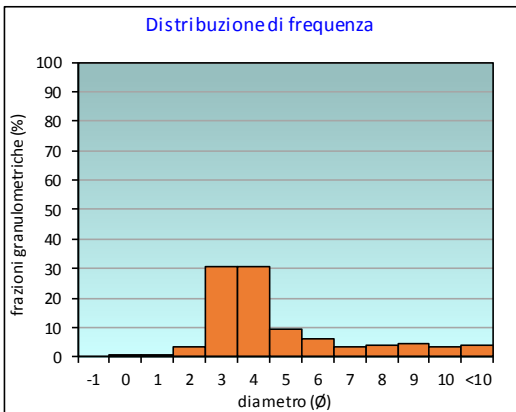
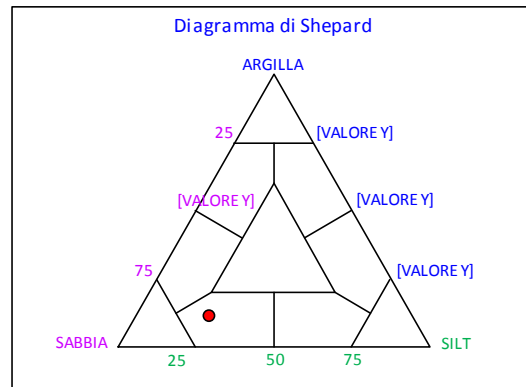
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,29	5	2,03
Mediana	M <sub>d</sub>	3,50	16	2,39
Classazione	σ	2,31	25	2,69
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,57	50	3,50
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,34	75	5,03
			84	6,97
			95	9,74

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,5	0,7
	2	250	3,2	3,9
	3	125	30,7	34,7
<b>LIMO</b>	4	62,5	30,5	65,2
	5	31,2	9,6	74,8
	6	15,6	6,0	80,8
	7	7,8	3,3	84,1
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	4,2	88,3
	9	2	4,3	92,6
	10	0,98	3,3	95,9
	<10	<0,98	4,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	65,2	23,1	11,7

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione A8 (250 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	42,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

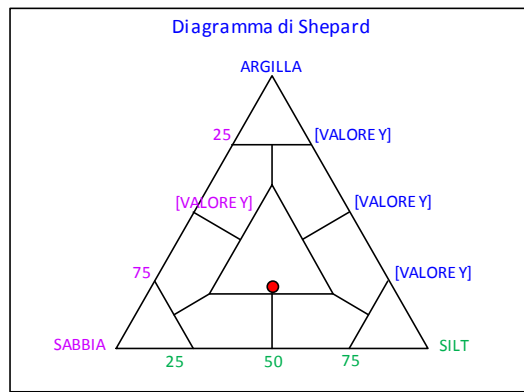
PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,48
Mediana	M <sub>d</sub>	4,74
Classazione	σ	2,82
Asimmetria	S <sub>sk</sub>	0,36
Appuntimento	K <sub>G</sub>	0,76

PERCENTILE	∅
5	2,06
16	2,76
25	3,28
50	4,74
75	7,83
84	8,95
95	10,48

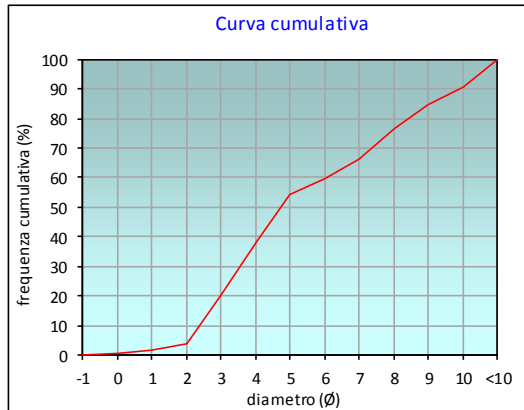
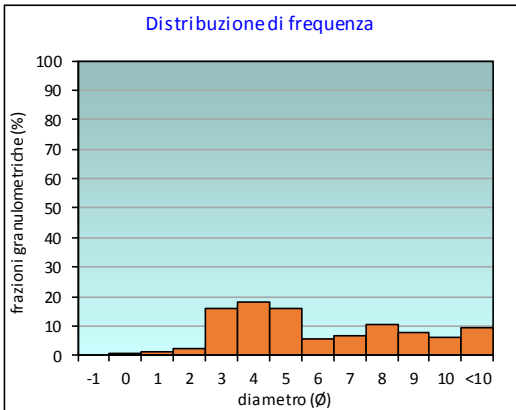
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,6	0,6
SABBIA	1	500	1,1	1,7
	2	250	2,3	4,0
	3	125	15,9	19,9
	4	62,5	18,2	38,1
LIMO	5	31,2	16,1	54,2
	6	15,6	5,5	59,7
	7	7,8	6,7	66,4
	8	3,9	10,3	76,7
ARGILLA	9	2	7,7	84,4
	10	0,98	6,0	90,4
	<10	<0,98	9,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	38,1	38,7	23,3

NOTE
n.d.



CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione B1 (250 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	39,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

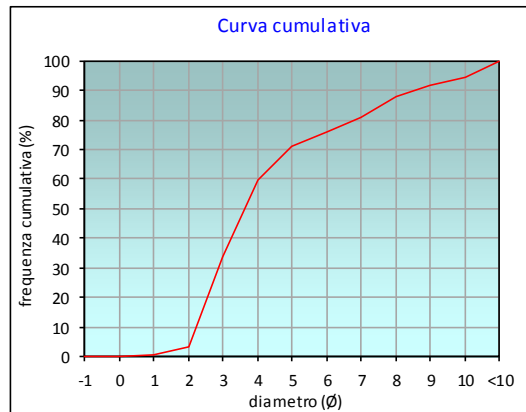
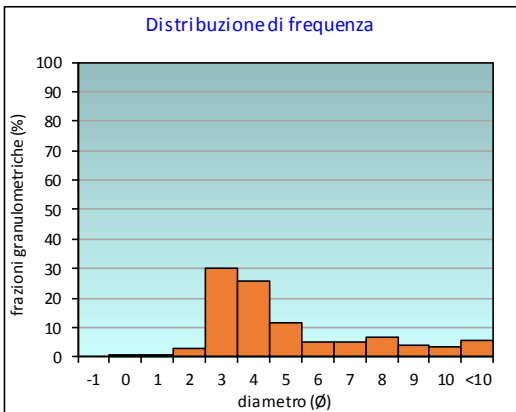
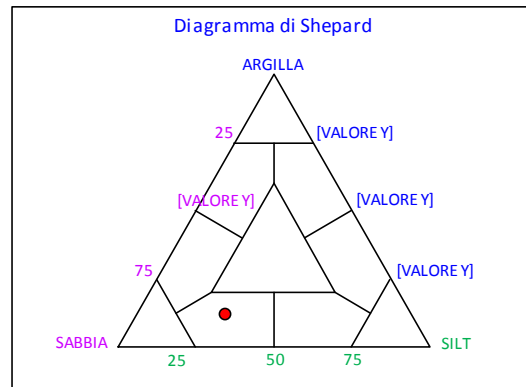
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,50	5	2,05
Mediana	M <sub>d</sub>	3,63	16	2,41
Classazione	σ	2,48	25	2,71
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,56	50	3,63
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,07	75	5,78
			84	7,46
			95	10,07

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,5	0,6
	2	250	2,8	3,5
	3	125	30,3	33,8
<b>LIMO</b>	4	62,5	25,9	59,7
	5	31,2	11,3	71,0
	6	15,6	5,1	76,1
	7	7,8	4,8	80,9
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	6,7	87,7
	9	2	3,8	91,4
	10	0,98	3,2	94,6
	<10	<0,98	5,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	59,7	28,0	12,3

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione B2 (120 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	38,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

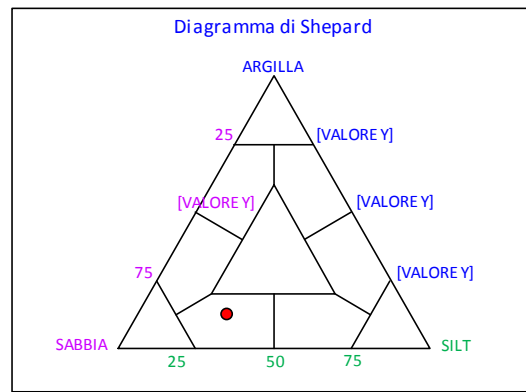
PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,56
Mediana	M <sub>d</sub>	3,68
Classazione	σ	2,49
Asimmetria	S <sub>sk</sub>	0,55
Appuntimento	K <sub>G</sub>	1,07

PERCENTILE	∅
5	2,04
16	2,45
25	2,78
50	3,68
75	5,84
84	7,57
95	10,00

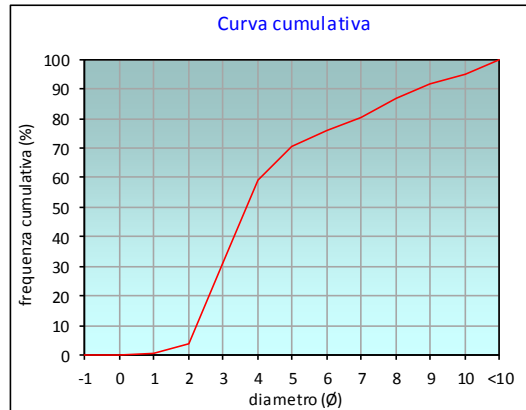
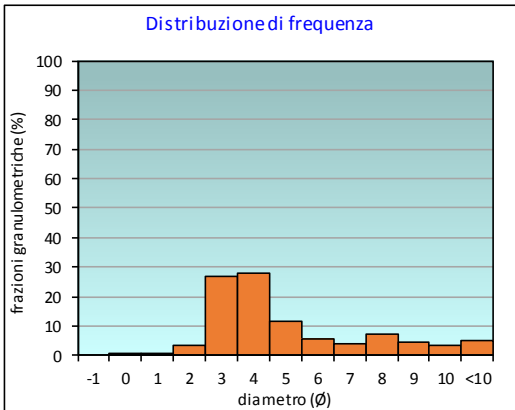
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,6	0,8
	2	250	3,3	4,0
	3	125	26,9	30,9
	4	62,5	27,9	58,9
LIMO	5	31,2	11,6	70,5
	6	15,6	5,3	75,9
	7	7,8	4,2	80,0
	8	3,9	7,0	87,0
ARGILLA	9	2	4,6	91,6
	10	0,98	3,4	95,0
	<10	<0,98	5,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	58,9	28,2	13,0

NOTE
n.d.



CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica





## Stazione B3 (60 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	34,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

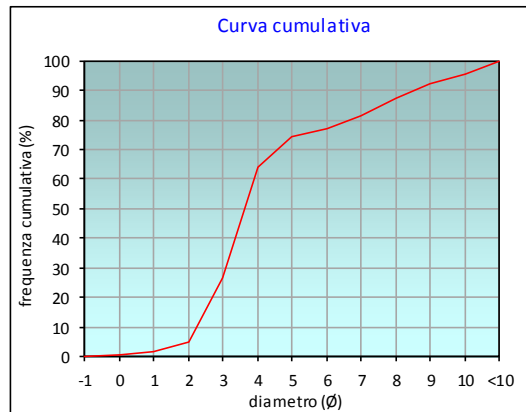
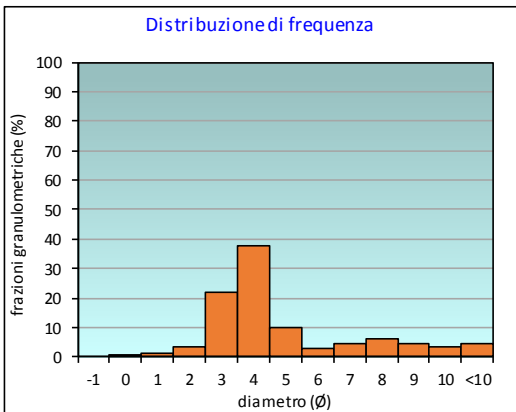
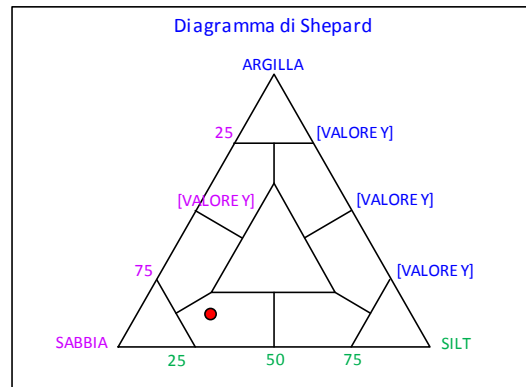
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,52	5	2,00
Mediana	Md	3,62	16	2,51
Classazione	σ	2,43	25	2,92
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,57	50	3,62
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,37	75	5,27
			84	7,43
			95	9,89

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,5	0,5
	1	500	1,1	1,6
	2	250	3,3	5,0
	3	125	21,8	26,8
<b>LIMO</b>	4	62,5	37,4	64,2
	5	31,2	10,0	74,2
	6	15,6	2,9	77,1
	7	7,8	4,4	81,5
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	5,9	87,3
	9	2	4,6	92,0
	10	0,98	3,4	95,4
	<10	<0,98	4,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	64,2	23,1	12,7

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione B4 (30 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	30,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

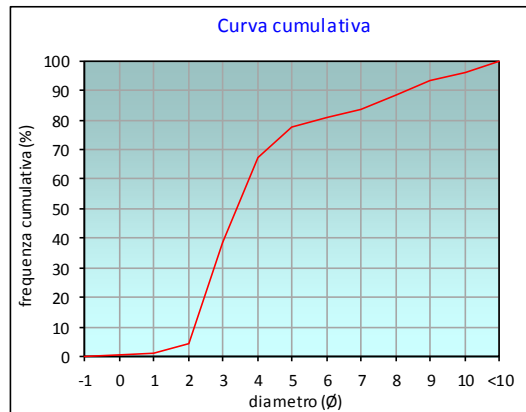
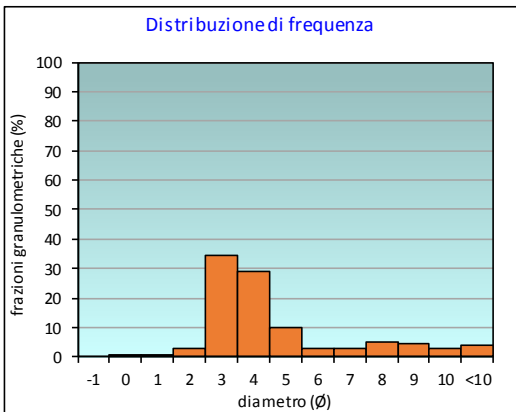
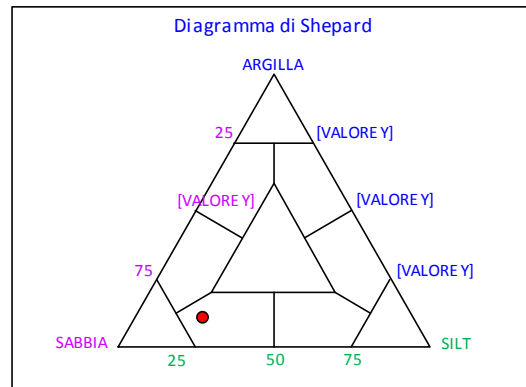
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,28	5	2,02
Mediana	M <sub>d</sub>	3,39	16	2,34
Classazione	σ	2,35	25	2,60
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,60	50	3,39
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,46	75	4,74
			84	7,11
			95	9,64

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,3	0,3
	1	500	0,9	1,2
	2	250	3,1	4,3
	3	125	34,5	38,8
<b>LIMO</b>	4	62,5	28,7	67,5
	5	31,2	10,2	77,7
	6	15,6	3,0	80,6
	7	7,8	2,8	83,4
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	5,2	88,6
	9	2	4,4	93,0
	10	0,98	3,1	96,1
	<10	<0,98	3,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	67,5	21,1	11,4

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione BO NE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	35,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

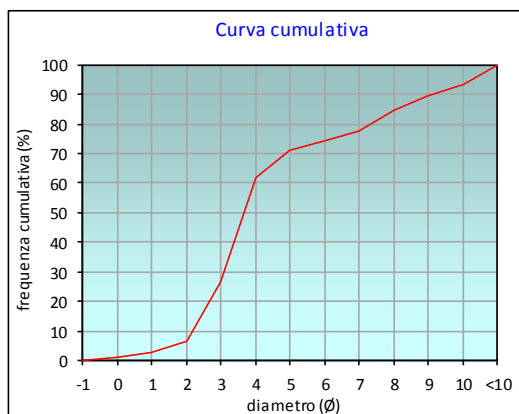
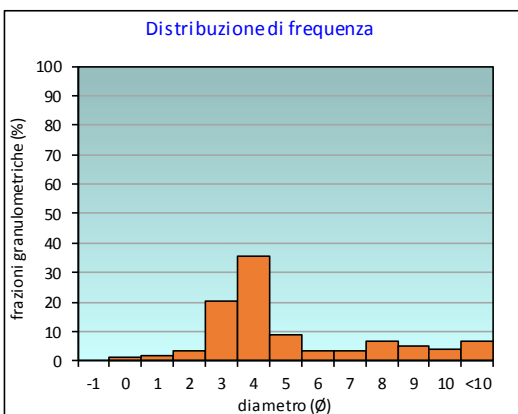
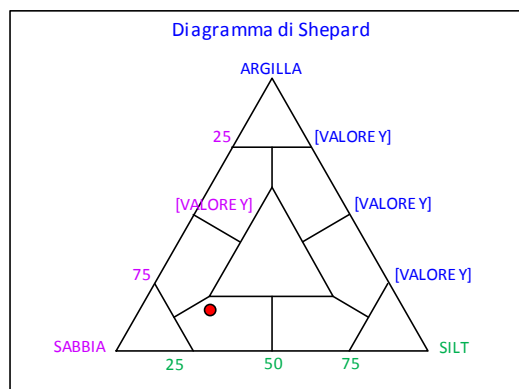
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,69	5	1,61
Mediana	Md	3,66	16	2,48
Classazione	σ	2,67	25	2,93
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,55	50	3,66
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,07	75	6,24
			84	7,93
			95	10,25

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	1,2	1,2
	1	500	1,7	2,9
	2	250	3,4	6,3
	3	125	20,0	26,4
<b>LIMO</b>	4	62,5	35,7	62,1
	5	31,2	8,9	71,0
	6	15,6	3,2	74,2
	7	7,8	3,6	77,7
	8	3,9	6,7	84,5
<b>ARGILLA</b>	9	2	4,8	89,3
	10	0,98	4,1	93,3
	<10	<0,98	6,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	62,1	22,4	15,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione BO SW

PARAMETRI FISICI		
Pesospecifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		32,3
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,77
Mediana	M <sub>d</sub>	3,64
Classazione	σ	3,07
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,44
Appuntimento	K <sub>G</sub>	1,00

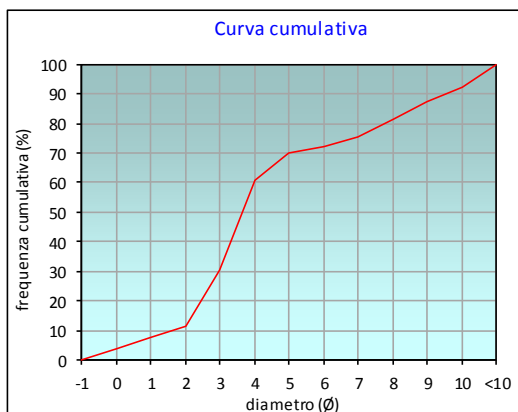
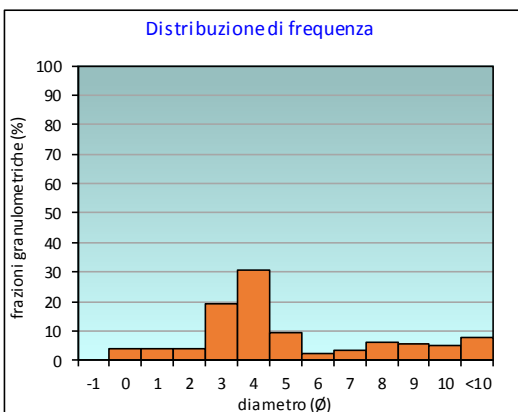
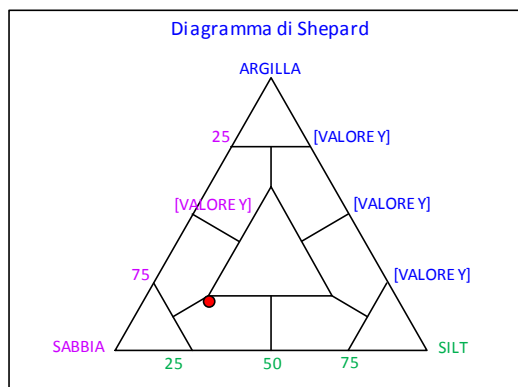
PERCENTILE	φ
5	0,32
16	2,25
25	2,72
50	3,64
75	6,83
84	8,43
95	10,37

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	3,8	3,8
SABBIA	1	500	3,8	7,6
	2	250	3,7	11,3
	3	125	19,0	30,3
	4	62,5	30,6	60,9
LIMO	5	31,2	9,2	70,1
	6	15,6	2,2	72,3
	7	7,8	3,2	75,6
	8	3,9	6,1	81,6
ARGILLA	9	2	5,6	87,2
	10	0,98	4,9	92,1
	<10	<0,98	7,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	60,9	20,7	18,4

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica



## tazione B5 (30 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	29,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

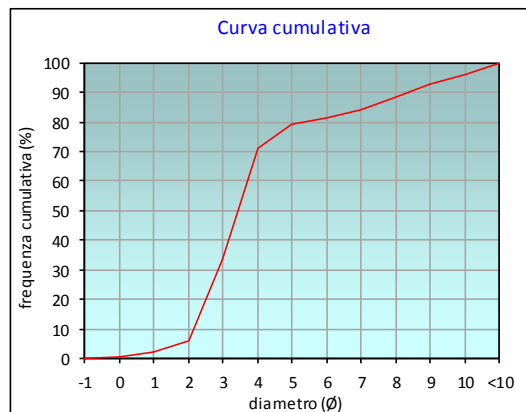
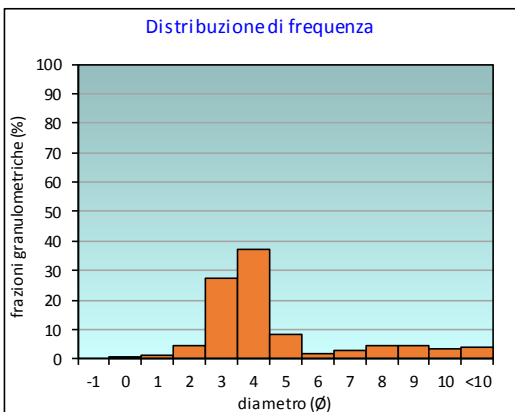
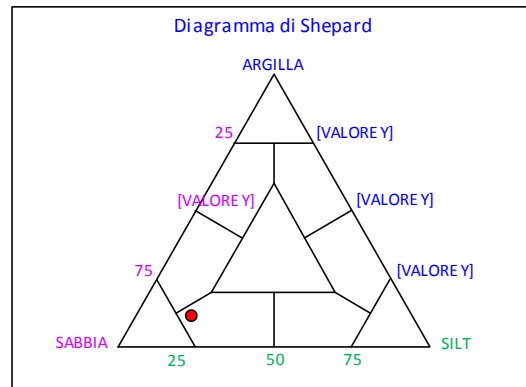
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,27	5	1,73
Mediana	M <sub>d</sub>	3,44	16	2,36
Classazione	σ	2,37	25	2,68
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,55	50	3,44
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,81	75	4,48
			84	7,02
			95	9,67

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,6	0,6
	1	500	1,3	1,9
	2	250	4,2	6,1
	3	125	27,6	33,7
<b>LIMO</b>	4	62,5	37,3	71,0
	5	31,2	8,3	79,3
	6	15,6	1,9	81,2
	7	7,8	2,7	83,9
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	4,6	88,5
	9	2	4,4	92,9
	10	0,98	3,1	96,0
	<10	<0,98	4,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	71,0	17,5	11,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



## Stazione B6 (60 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	35,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

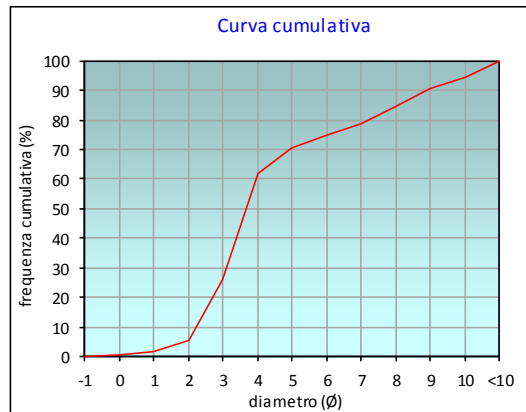
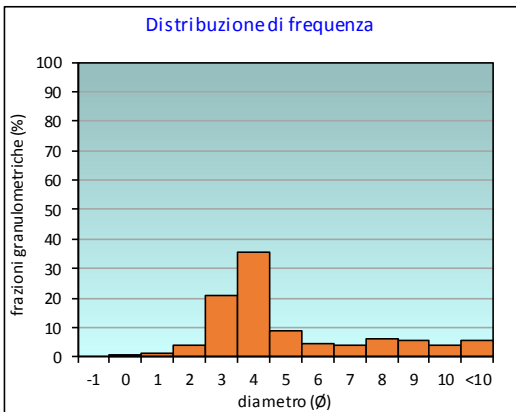
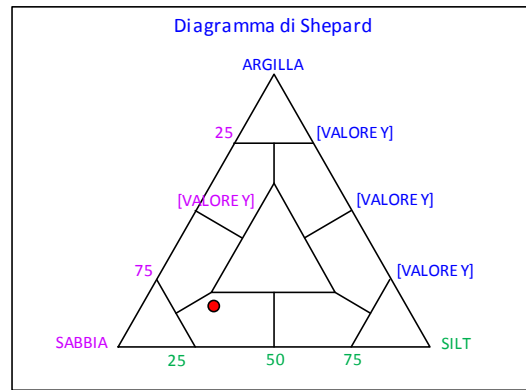
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,68	5	1,84
Mediana	Md	3,67	16	2,50
Classazione	σ	2,59	25	2,94
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,56	50	3,67
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,08	75	6,07
			84	7,87
			95	10,08

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,5	0,5
	1	500	1,2	1,8
	2	250	3,8	5,6
	3	125	20,7	26,3
<b>LIMO</b>	4	62,5	35,5	61,8
	5	31,2	8,6	70,5
	6	15,6	4,3	74,7
	7	7,8	4,0	78,7
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	6,1	84,8
	9	2	5,6	90,4
	10	0,98	4,2	94,5
	<10	<0,98	5,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	61,8	23,0	15,2

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione B7 (120 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	36,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

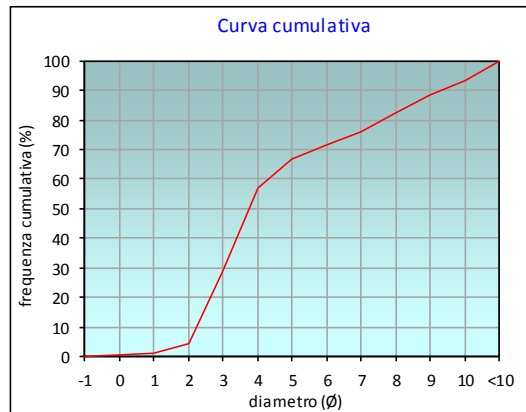
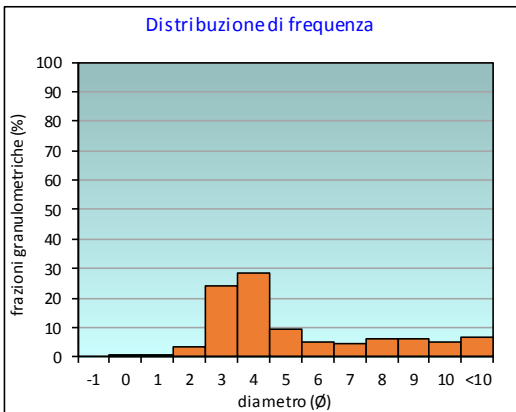
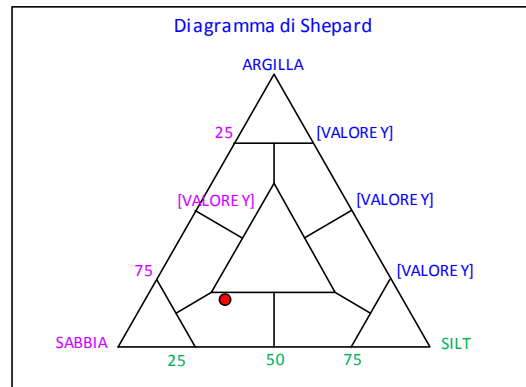
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,84	5	2,02
Mediana	Md	3,75	16	2,48
Classazione	σ	2,70	25	2,85
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,57	50	3,75
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,87	75	6,73
			84	8,28
			95	10,27

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,3	0,3
	1	500	0,9	1,3
	2	250	3,1	4,4
	3	125	24,1	28,5
<b>LIMO</b>	4	62,5	28,6	57,1
	5	31,2	9,5	66,6
	6	15,6	5,3	71,9
	7	7,8	4,3	76,2
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	6,2	82,4
	9	2	5,9	88,2
	10	0,98	5,0	93,2
	<10	<0,98	6,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	57,1	25,3	17,6

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione B8 (250 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	32,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

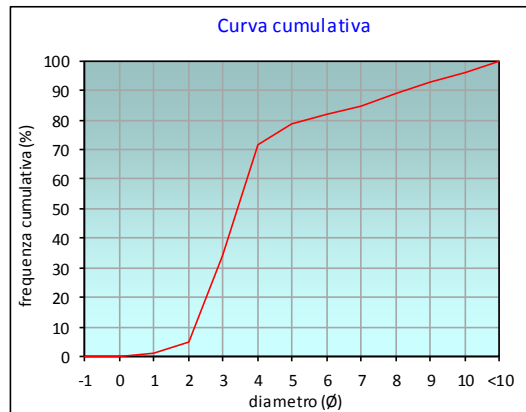
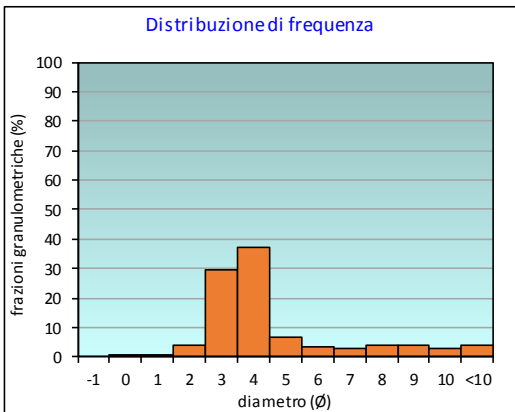
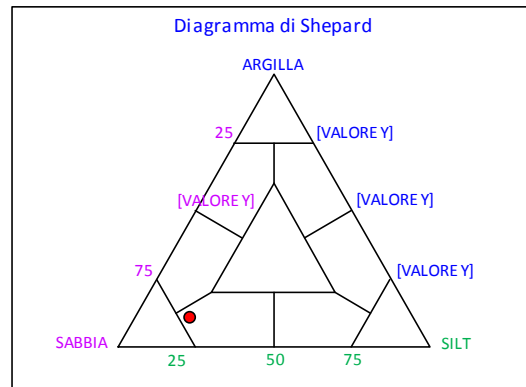
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,17	5	2,01
Mediana	Md	3,42	16	2,38
Classazione	σ	2,25	25	2,68
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,58	50	3,42
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,75	75	4,49
			84	6,70
			95	9,73

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,3	0,3
	1	500	0,8	1,1
	2	250	3,7	4,7
	3	125	29,7	34,4
<b>LIMO</b>	4	62,5	37,2	71,6
	5	31,2	6,9	78,5
	6	15,6	3,4	82,0
	7	7,8	2,9	84,9
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	4,1	89,0
	9	2	3,8	92,8
	10	0,98	3,1	95,8
	<10	<0,98	4,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	71,6	17,4	11,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica





# Stazione K1

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	38,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

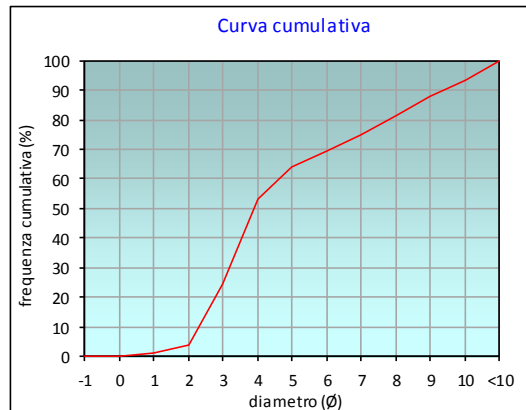
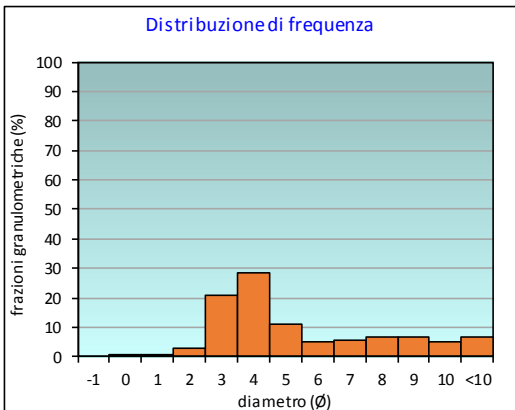
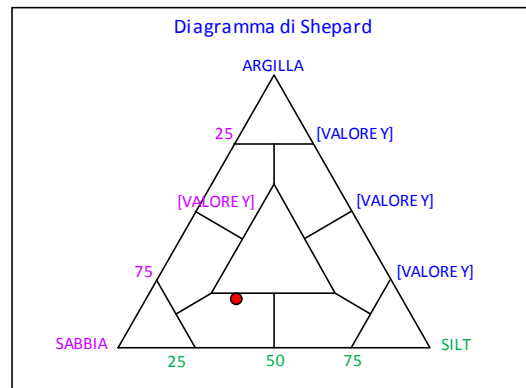
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,96	5	2,06
Mediana	M <sub>d</sub>	3,89	16	2,59
Classazione	σ	2,69	25	3,02
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,55	50	3,89
Appuntimento	K <sub>G</sub>	0,83	75	7,04
			84	8,38
			95	10,26

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,8	1,1
	2	250	2,6	3,7
	3	125	20,8	24,4
	4	62,5	28,6	53,0
LIMO	5	31,2	11,3	64,3
	6	15,6	5,0	69,2
	7	7,8	5,5	74,7
	8	3,9	6,8	81,5
ARGILLA	9	2	6,6	88,1
	10	0,98	5,2	93,3
	<10	<0,98	6,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	53,0	28,5	18,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione K2

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	29,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

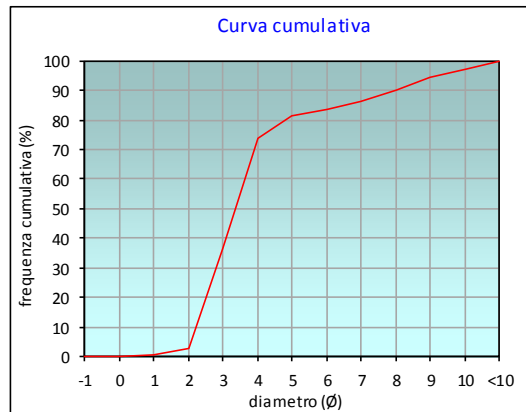
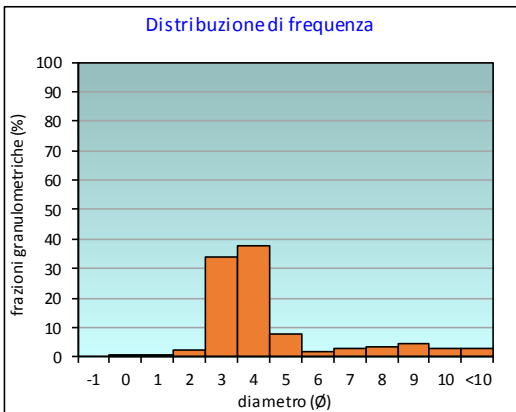
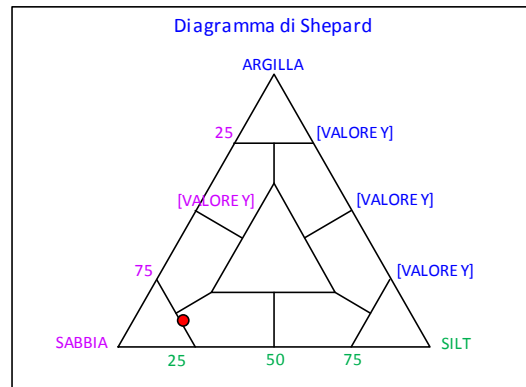
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	3,98	5	2,07
Mediana	Md	3,36	16	2,39
Classazione	σ	2,04	25	2,66
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,57	50	3,36
Appuntimento	K <sub>c</sub>	2,01	75	4,14
			84	6,18
			95	9,31

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,5	0,6
	2	250	2,1	2,7
	3	125	33,8	36,5
<b>LIMO</b>	4	62,5	37,4	74,0
	5	31,2	7,5	81,5
	6	15,6	2,0	83,5
	7	7,8	2,8	86,3
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	3,6	89,9
	9	2	4,2	94,1
	10	0,98	2,8	97,0
	<10	<0,98	3,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	74,0	15,9	10,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



# Stazione K3

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	27,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

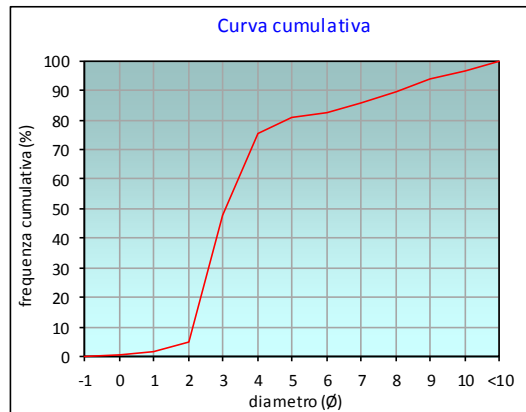
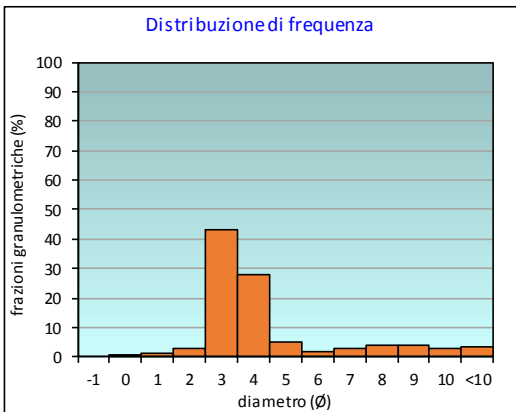
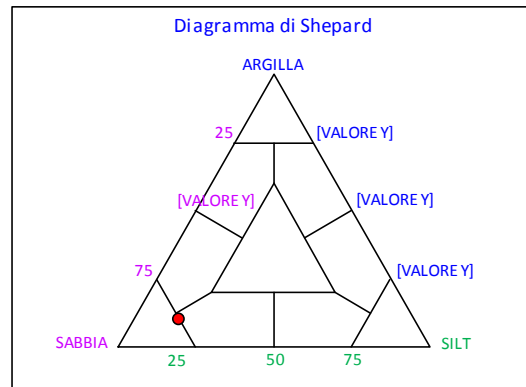
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	3,93	5	2,01
Mediana	Md	3,08	16	2,26
Classazione	σ	2,17	25	2,47
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,66	50	3,08
Appuntimento	K <sub>c</sub>	2,01	75	3,98
			84	6,45
			95	9,42

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,7	0,7
	1	500	1,2	1,9
	2	250	2,7	4,6
	3	125	43,1	47,7
<b>LIMO</b>	4	62,5	27,8	75,5
	5	31,2	5,2	80,7
	6	15,6	1,9	82,6
	7	7,8	3,1	85,7
	8	3,9	4,0	89,7
<b>ARGILLA</b>	9	2	4,1	93,8
	10	0,98	2,9	96,7
	<10	<0,98	3,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	75,5	14,2	10,3

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



# Stazione K4

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	40,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	5,23	5	1,22
Mediana	Md	4,35	16	2,42
Classazione	σ	3,02	25	2,92
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,36	50	4,35
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,75	75	7,93
			84	8,93
			95	10,42

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	1,3	1,3
	1	500	2,6	4,0
	2	250	4,6	8,6
	3	125	17,8	26,3
<b>LIMO</b>	4	62,5	20,9	47,2
	5	31,2	7,9	55,1
	6	15,6	7,2	62,3
	7	7,8	3,7	66,1
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	9,6	75,6
	9	2	9,0	84,6
	10	0,98	6,7	91,4
	<10	<0,98	8,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	47,2	28,4	24,4

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica

