

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

**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. 4

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

**COORDINATORE:
GIANNA FABI**

**RESPONSABILE SCIENTIFICO:
ALESSANDRA SPAGNOLO**

**RAPPORTO A CURA DI:
GIANNA FABI
ALESSANDRA SPAGNOLO
MIRENO BORGHINI
DANIELE CASSIN
ANNA MARIA DE BIASI
AMELIA DE LAZZARI
ANNALISA GAETANI
LUDMILA KOZINKOVA
PIERO POLIDORI
VERA SALVALAGGIO**

ANCONA, Maggio 2017

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. PIATTAFORMA BONACCIA NW	5
2.1. MATERIALI E METODI	5
2.1.1. CAMPIONAMENTO IN MARE	5
2.1.1.1 Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua	5
2.1.1.2 Misure correntometriche	7
2.1.1.3 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti e sulla comunità bentonica	8
2.1.1.4 Ecotossicologia dei sedimenti	11
2.1.1.5 Analisi di inquinanti e biomarker in organismi marini ...	11
2.1.1.6 Indagini sul popolamento ittico	11
2.1.1.7 Rilevamento del passaggio di cetacei	14
2.1.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI	15
2.1.2.1 Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua	15
2.1.2.2 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti	22
2.1.2.3 Ecotossicologia dei sedimenti	25
2.1.2.4 Indagini sulla comunità bentonica	31
2.1.2.5 Indagini sul popolamento ittico	35
2.2. RISULTATI	40
2.2.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	40
2.2.1.1 Temperatura, salinità, torbidità, Ossigeno disciolto e fluorescenza indotta.....	40
2.2.1.2 Sali nutritivi	46
2.2.1.3 Clorofille <i>a</i> , <i>b</i> e <i>c</i> e particolato sospeso	54
2.2.1.4 Idrocarburi totali, Idrocarburi alifatici, Idrocarburi Policiclici Aromatici, BTEX	60
2.2.1.5 Glicole etilenico	63
2.2.1.6 Metalli pesanti	63
2.2.1.7 Considerazioni e analisi dei dati sul ciclo annuale	68
2.2.2. MISURE CORRENTOMETRICHE	77
2.2.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI	85
2.2.3.1 Granulometria.....	85
2.2.3.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici	87
2.2.3.3 Idrocarburi totali	90
2.2.3.4 Metalli pesanti	91
2.2.3.5 Sostanza organica	101
2.2.3.6 Total Organic Carbon	102
2.2.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	104
2.2.4.1 <i>Dunaliella tertiolecta</i>	104
2.2.4.2 <i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®).....	104
2.2.4.3 <i>Corophium orientale</i>	105
2.2.4.4 <i>Crassostrea gigas</i>	107

2.2.4.5	Ricerca di metalli pesanti in <i>Hediste diversicolor</i>	108
2.2.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA	113
2.2.5.1	Densità (N) e Biomassa (P)	113
2.2.5.2	Affinità biocenotiche delle specie rinvenute	133
2.2.5.3	Dominanza	135
2.2.5.4	Ricchezza specifica totale (S)	138
2.2.5.5	Ricchezza specifica media (S_m).....	140
2.2.5.6	Diversità specifica (H')	140
2.2.5.7	MultiDimensional Scaling (MDS)	141
2.2.5.8	Valutazione dello stato ambientale	143
2.2.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	150
2.2.6.1	Campionamenti di pesca.....	150
2.2.6.2	Investigazioni acustiche	160
2.2.6.3	Acquisizione di immagini tramite telecamera	170
2.2.7.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI.....	172
2.3.	CONCLUSIONI	173

3. SEA-LINE COLLEGANTE BONACCIA NW CON LA PIATTAFORMA

BONACCIA	181
3.1. MATERIALI E METODI	181
3.1.1. CAMPIONAMENTO IN MARE.....	181
3.1.1.1 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti e sulla comunità bentonica	181
3.1.1.2 Ecotossicologia dei sedimenti	182
3.1.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI	182
3.2. RISULTATI	184
3.2.1 INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI	184
3.2.1.1 Granulometria.....	184
3.2.1.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici	185
3.2.1.3 Idrocarburi totali	187
3.2.1.4 Metalli pesanti	187
3.2.1.5 Sostanza organica	193
3.2.1.6 Total Organic Carbon	194
3.2.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	196
3.2.2.1 <i>Dunaliella tertiolecta</i>	196
3.2.2.2 <i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®).....	196
3.2.2.3 <i>Corophium orientale</i>	197
3.2.2.4 <i>Crassostrea gigas</i>	198
3.2.2.5 Ricerca di metalli pesanti in <i>Hediste diversicolor</i>	199
3.2.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA	203
3.2.3.1 Densità (N) e Biomassa (P)	203
3.2.3.2 Affinità biocenotiche delle specie rinvenute	215
3.2.3.3 Dominanza	216
3.2.3.4 Ricchezza specifica totale (S)	218
3.2.3.5 Ricchezza specifica media (S_m).....	219
3.2.3.6 Diversità specifica (H')	219
3.2.3.7 MultiDimensional Scaling (MDS)	220

3.2.3.8	Valutazione dello stato ambientale	221
3.3.	CONCLUSIONI	225
4.	BIBLIOGRAFIA	228
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 sulla comunità ittica	XIV
ALLEGATO B	Schede granulometriche dei siti posti nell'area della piattaforma Bonaccia NW e dei controlli K1-K4 - 2° survey post lavori	XVIII
ALLEGATO C	Schede granulometriche dei siti posti lungo il transetto C e dei controlli K5-K7 - 2° survey post lavori.....	XLIII

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 G. Caccamo D. Cassin M. Casula L. Dametto A. De Lazzari M. Leonetti A. Pesce P. Polidori	CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Ancona
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	G. Bruno C. Cuicchi L. Montagnini P. Polidori E. Punzo V. Salvalaggio A. Santelli P. Strafella	Cooperativa Mare Ricerca Ancona 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 C. Ferrà Vega A. Gaetani S. Leoni G. Pellini A.N. Tassetti	CNR - ISMAR Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona CNR - ISMAR Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona CNR - ISMAR Ancona
Censimento mammiferi e rettili marini	V. Salvalaggio P. Strafella G. Bruno S. Leoni C. Ferrà Vega	CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona Coop. Mare Ricerca 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 argillose 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; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2017) e le prescrizioni dell'ARPAM 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.) (solo piattaforma);
2. caratteristiche delle comunità fito- e zooplanctoniche (solo piattaforma come da indicazioni ARPAM del 06/02/2015, Prot. 003920);
3. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile circostante (piattaforma e sea-line);
4. ecotossicologia dei sedimenti circostanti (piattaforma e sea-line);
5. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti (piattaforma

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

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

Piattaforma Bonaccia NW:

- 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.
- 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.

Condotta Bonaccia NW - Bonaccia:

- a. Fase precedente alla posa in opera della condotta;
- b. Fase di installazione: in questa fase sono stati effettuati esclusivamente rilevamenti del passaggio di cetacei mediante operatori MMO.
- c. Fase di esercizio: le indagini verranno condotte per 3 anni dopo la fine dei lavori di installazione con cadenza stagionale (inverno ed estate). Al termine di tale periodo potrà essere valutata l'opportunità di proseguire ulteriormente con i controlli ambientali.
- d. Fase di fine esercizio:
 1. pre-smantellamento: in questa fase verrà effettuato un survey per caratterizzare la colonna d'acqua, per verificare lo stato dei sedimenti e per la caratterizzazione delle comunità bentoniche alla fine della fase di esercizio;
 2. post-smantellamento: si prevede un monitoraggio della durata di un anno che includerà le indagini sulla colonna d'acqua, sui sedimenti e sulla comunità bentonica. Per le indagini riguardanti la colonna d'acqua è previsto un solo survey, tutte le altre saranno condotte in inverno e in estate.

Per le fasi a) e b) sono stati previsti monitoraggi semplificati rispetto a quelli successivi all'installazione a causa dell'assenza fisica delle strutture (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 e per la condotta sottomarina dal pre-survey al 1° anno post lavori di installazione.

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

Fase	Comparti d'indagine	Piattaforma Bonaccia NW	Sea-line
Ante operam	Colonna acqua	1-3 survey	
	Comunità planctoniche	1-3 survey	
	Sedimenti	1 survey	1-2 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey	1-2 survey
	Comunità bentonica	1 survey	1-2 survey
	Rilevamento cetacei	3-5 survey	
Cantiere	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	*	*
Esercizio	Correntometria	Per tutta la durata della fase	
	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase	
	Sedimenti	5 anni	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	5 anni	3 anni
	Comunità bentonica	5 anni	3 anni
	Comunità ittica	5 anni	
	Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini	5 anni	
	Rilevamento cetacei	5 anni	
Pre smantellamento	Colonna d'acqua	**	1 survey
	Sedimenti	1 survey	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey	1 survey
	Comunità ittica	3 survey	
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione	
Smantellamento	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	
Post smantellamento	Colonna acqua	1 anno	1 survey
	Sedimenti	3 anni	1 anno
	Ecotossicologia dei sedimenti	3 anni	1 anno
	Comunità bentonica	3 anni	1 anno
	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. PIATTAFORMA BONACCIA NW

2.1. 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.

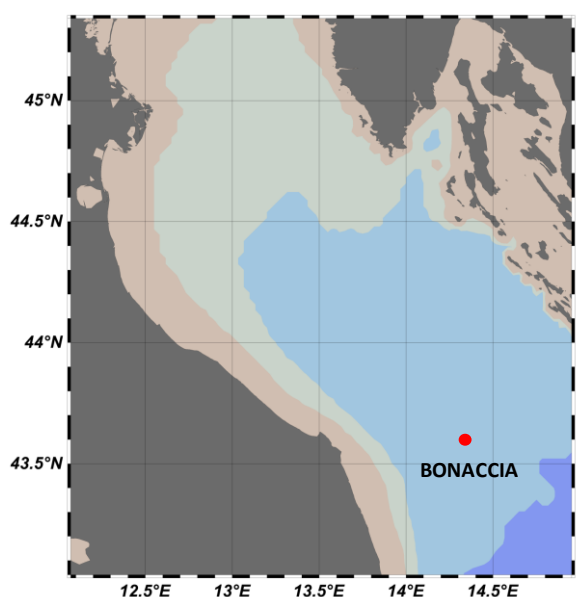


Fig. 2.1 - Ubicazione della piattaforma Bonaccia NW.

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

2.1.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

2.1.1.1 Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua

Per lo studio delle caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua nel 1° anno di produzione (2016) sono stati condotti 6 survey (febbraio, marzo, aprile, giugno, settembre e dicembre). Precedentemente erano state effettuate due crociere nella fase di pre-survey e tre durante i lavori di installazione (Fabi *et al.*, 2015b; 2016b; 2016c).

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).

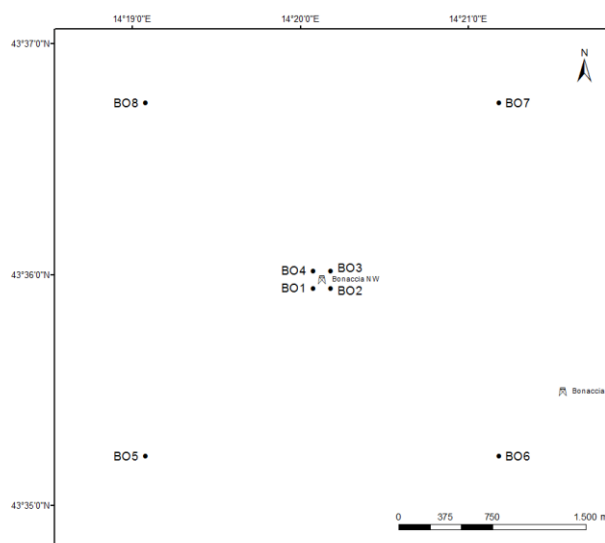


Fig. 2.2 - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma per le indagini idrologiche.

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 Ortofosfato;
- 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.

2.1.1.2 Misure correntometriche

Il 20 aprile 2016 è stato posizionato un ormeggio correntometrico in prossimità di Bonaccia NW (43°36,00' N, Longitudine 14°20,16' E) a circa 87 m di profondità. Tale ormeggio è 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. Ad ottobre 2016 al correntometro Teledyne RDI è stato aggiunto un correntometro acustico Nortek sn 4377 posizionato a 24 m.

Il correntometro acustico (ADCP), oltre a misurare 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. Nel periodo luglio - ottobre 2016 lo strumento è stato settato per misurare con 26 celle da 2 m, coprendo in questo modo 52 m di profilo. Il tempo di campionamento è stato impostato ogni 30'. Nel periodo ottobre - dicembre 2016 il correntometro Teledyne RDI è stato settato per effettuare misure in 15 celle da 4 m, mentre il correntometro Nortek è stato settato per effettuare misure in 13 celle da 2 m. L'accoppiamento dei due correntometri ha garantito la copertura di gran parte della colonna d'acqua. Le registrazioni sono state settate ogni ora. Sono stati registrati dati sino al 31 dicembre 2016.

2.1.1.3 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti e sulla comunità bentonica

Durante il pre-survey e lavori di installazione della piattaforma erano stati effettuati monitoraggi semplificati in termini di numero di siti (Fabi *et al.*, 2015b; 2016b).

Nella fase di produzione di Bonaccia NW 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 2016, corrispondente al 2° survey post lavori di installazione, sono riportate in Tab. 2-III.

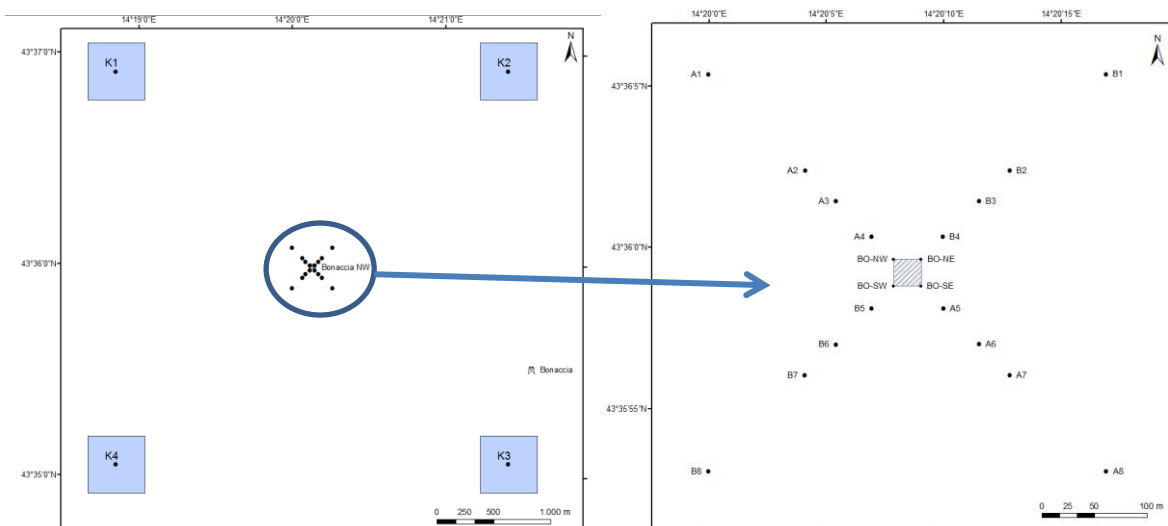


Fig. 2.3 - Schema di campionamento utilizzato per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nella fase di produzione di Bonaccia NW, con il particolare dei 20 siti posti attorno alla piattaforma.

Tab. 2-III - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 2° 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°36'146N 14°20'007E	86,3
A2	120	NW	43°36'104N 14°20'106E	86,9
A3	60	NW	43°36'071N 14°20'110E	86,8
A4	30	NW	43°36'053N 14°20'119E	86,9
BO NW	0	NW	43°36'046N 14°20'115E	86,7
BO SE	0	SE	43°36'007N 14°20'164E	87,0
A5	30	SE	43°35'997N 14°20'170E	86,9
A6	60	SE	43°35'988N 14°20'180E	87,0
A7	120	SE	43°35'957N 14°20'206E	87,0
A8	250	SE	43°35'910N 14°20'267E	87,0
B1	250	NE	43°36'104N 14°20'304E	86,6
B2	120	NE	43°36'054N 14°20'225E	87,0
B3	60	NE	43°36'043N 14°20'192E	87,0
B4	30	NE	43°36'035N 14°20'174E	87,0
BO NE	0	NE	43°36'036N 14°20'156E	87,0
BO SW	0	SW	43°36'009N 14°20'121E	87,0
B5	30	SW	43°36'003N 14°20'103E	87,0
B6	60	SW	43°35'999N 14°20'084E	87,0
B7	120	SW	43°35'985N 14°20'038E	86,9
B8	250	SW	43°35'911N 14°20'016E	87,0
K1	2000	NW	43°36'751N 14°19'037E	83,9
K2	2000	NE	43°36'866N 14°21'790E	85,3
K3	2000	SE	43°34'887N 14°21'407E	86,0
K4	2000	SW	43°35'118N 14°18'784E	86,0

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°C ad eccezione di quelli utilizzati per la granulometria, conservati a $+4^{\circ}\text{C}$.

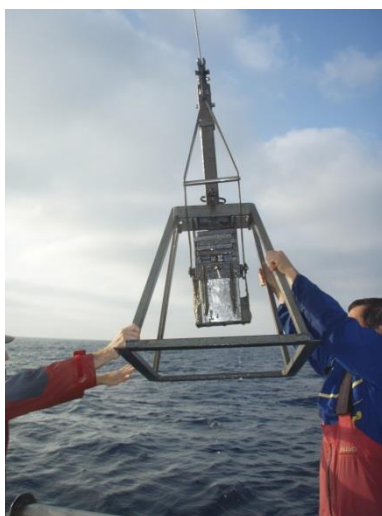


Fig. 2.4 – Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti.

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.

2.1.1.4 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.

2.1.1.5 Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini

Nel 1° anno post lavori di installazione della piattaforma Bonaccia NW non è stato possibile eseguire tale tipo di analisi per la mancanza di esemplari di *Mytilus galloprovincialis* adesi sulle parti sommerse della struttura.

2.1.1.6 Indagini sul popolamento ittico

Campionamenti di pesca - Nel periodo gennaio - dicembre 2016 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. Non sono disponibili i dati relativi al mese di dicembre 2016 a causa della perdita delle reti da pesca.

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 UOS Ancona. Kongsberg Simrad EM3002D è un multibeam echosounder ad alta risoluzione che lavora alla frequenza di 300 kHz. Rispetto ai sistemi precedenti, oltre alla completa mappatura del fondale marino, è in grado di acquisire dati acustici riguardanti la colonna d'acqua (fig. 2.7) restituendo, oltre a dati geometrici e morfologici di eventuali aggregazioni di pesce o altri riflettori presenti lungo la colonna stessa, anche immagini tridimensionali.

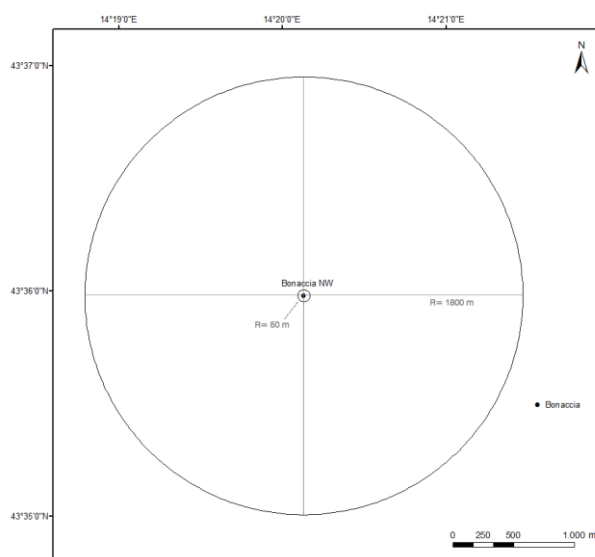


Fig. 2.6 - Schema di campionamento per le indagini sulla comunità ittica mediante campionamenti di pesca.

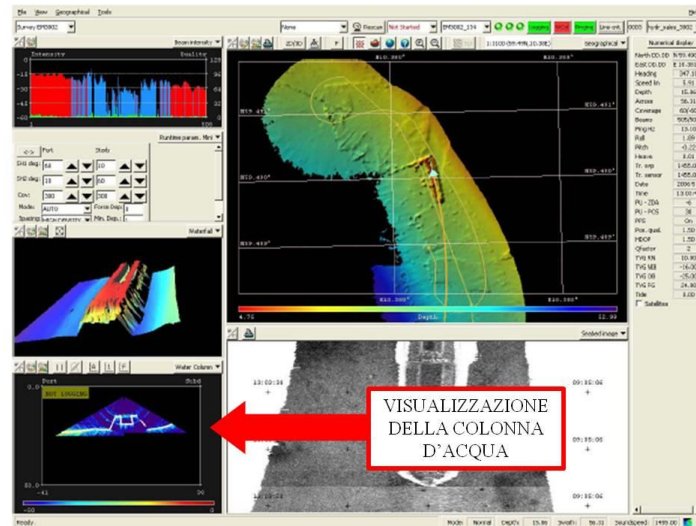


Fig. 2.7 - Schermata di acquisizione dati del software SIS utilizzato dal sistema multibeam EM3002D. Il sistema è in grado di visualizzare e acquisire dati acustici relativi alla colonna d'acqua. (Modificato da Kongsberg, 2006).

La fig. 2.8 illustra lo schema di campionamento adottato durante i survey. La colonna d'acqua è stata insonificata tramite una griglia quadrata dimensioni pari a 1500x1500 m composta da 13 transetti, di interasse pari a 125 m circa e centrata sulla piattaforma. Negli schemi planari di campionamento dei vari mesi si evidenzia un'area circolare che individua il volume d'acqua compreso entro un raggio di 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.

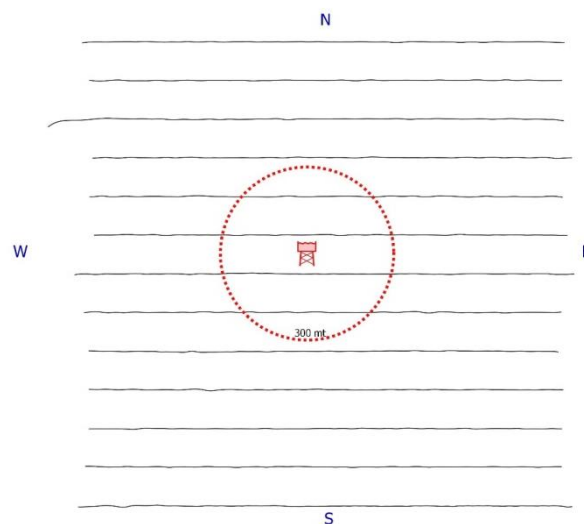


Fig. 2.8 - Schema di campionamento adottato durante i survey effettuati con MBES. La figura non è in scala. Al centro il simbolo della piattaforma e il limite dei 300 m (in rosso).

Un totale di 508 beam acustici è stato campionato digitalmente con una risoluzione spaziale di 15 cm per ciascun ping, creando un'immagine della porzione di massa d'acqua insonificata dal trasduttore. Considerando una profondità media di circa 80 m e un angolo di apertura del cono acustico di 120° in totale, è stato possibile investigare circa 210 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.

Indagini video - Durante i survey con MBES, ogni qualvolta lo hanno permesso le condizioni di visibilità, sono state realizzate riprese con telecamera subacquea Quasi Stellar Color (All. 4-III), che consente la visione diurna a colori del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità (≥ 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.

2.1.1.7 Rilevamento del passaggio di cetacei

Gli avvistamenti di cetacei attorno alla piattaforma Bonaccia NW sono stati effettuati in un'area di circa 1 mn² 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).

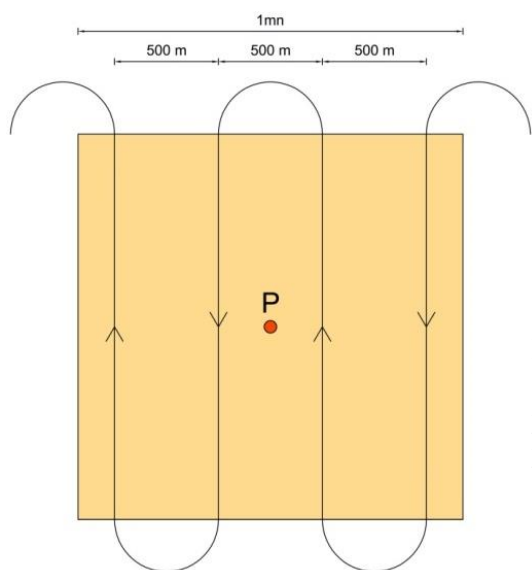


Fig. 2.9 - Schema di campionamento adottato per gli avvistamenti dei cetacei nell'area interessata dalla presenza della piattaforma Bonaccia NW. P = piattaforma.

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 2016 sono stati effettuati 3 avvistamenti/mese.

2.1.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

2.1.2.1 Caratteristiche 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 Syntea s.r.l. (All. A1-IV), seguendo le metodiche esposte in Grasshoff *et al.* (1999), in particolare:

- azoto da ammoniaca N-NH₃: 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-NO₂: 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-NO₃: 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-PO₄: 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-SiO₄: 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-NH₃: 0,05 µM;
- N-NO₂: 0,01 µM;
- N-NO₃: 0,10 µM;
- P-PO₄: 0,01 µM;
- Si-SiO₄: 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⁻¹.

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 μm ; 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⁻¹. 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
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (BTEX)			
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
ALTRE SOSTANZE			
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 gas chromatography/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, Dibenzo(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 ϕ = 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 GrapherTM Vers. 11.3. della Golden Software, Inc., e il software Ocean Data View © Vers: 4.7.7 (Schlitzer, 2016).

2.1.2.2 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 1 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 HNO₃, 1 ml di HCl e 4 ml di H₂O.

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 fornello 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 HNO₃, 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).

I recuperi percentuali ottenuti rispetto ai valori certificati dei suddetti materiali sono riportati in Tab. 2-V.

Tutti i parametri strumentali sono stati inoltre ottimizzati tramite una risposta tipica strumentale conforme a quella fornita dalla casa costruttrice.

Tab. 2-V - Recuperi percentuali ottenuti sui materiali certificati LGC 6137, tranne il mercurio per il quale è stato usato MESS-3.

Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	In	Ni	Pb	V	Si	V	Zn
125	96	130	76	107	97	98	101	93	97	95	83	n.d.	107	95

I limiti di rilevabilità strumentale e della metodica per i metalli determinati, relativamente alla strumentazione impiegata, sono riportati in Tab 2-VI.

Tab. 2-VI - Limiti di rilevabilità strumentali (D.L.) e della metodica (M.D.L.) dei metalli determinati.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	In	Ni	Pb	V	Si	V	Zn
DL	1 µg/l	0,22 µg/l	0,15 µg/l	0,009 µg/l	0,9 µg/l	1,0 µg/l	0,8 µg/l	0,02 ng	0,2 µg/l	1,4 µg/l	0,2 µg/l	2,5 µg/l	0,7 µg/l	0,5 µg/l	1,4 µg/l
MDL	0,03 %	0,3 mg/kg	1,20 mg/kg	0,01 mg/kg	1,20 mg/kg	1,20 mg/kg	0,03 %	0,005 mg/kg	0,1 mg/kg	1,20 mg/kg	0,3 mg/kg	5 mg/kg	1,20 mg/kg	1,20 mg/kg	1,20 mg/kg

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 H₂O 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.

2.1.2.3 Ecotossicologia dei sedimenti

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 2×10^3 cellule 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 EC₅₀, 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 (2×10^3 cellule ml⁻¹);
- il coefficiente di variazione nei controlli e nel campione tal quale (CV%) ≤ 15%.

***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-VII.

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

Critério	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90% e EC50 ≥ 90%	Bassa
20% ≤ EC50 < 90%	Media
EC50 < 20%	Alta

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: $16\pm 2^{\circ}\text{C}$
- salinità: $36\pm 2\text{‰}$
- illuminazione: continua
- O_2 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 $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 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^{-1} CdCl_2 .

All'inizio e alla fine del saggio biologico sono stati misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante il sedimento: pH, salinità, NH_4^+ e ossigeno disciolto.

Elaborazione dei dati - Il saggio biologico è considerato valido quando la mortalità media all'interno del sedimento di controllo è $\leq 15\%$ e quando la mortalità nella singola replica per l'intero periodo di esposizione è $\leq 20\%$. Sia nei campioni da testare che nel sedimento di controllo sono state calcolate le percentuali medie (\pm 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-VIII.

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

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

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 percentuale 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 EC₅₀, 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 EC₅₀ 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-IX.

Tab. 2-IX - 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	$S > 50$
$50 < S \leq TL$	Bassa		
$1 \leq TU < 2$	Media	Semiscala delle T.U.	$S \leq 50$
$2 \leq TU < 4$	Alta		
$TU \geq 4$	Molto alta		

Dove:

$$S = \left[\frac{\text{Sopravvisuti campione}}{\text{Sopravvisuti controllo}} \right] \cdot 100$$

$$TL = \text{Toxicity limit} = \text{Controllo} \cdot 90\% \text{ del controllo}$$

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, 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.

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

C_e - 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 $\geq 20\%$.

2.1.2.4 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:

Abbondanza (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_m): *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 periodo 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). Tutti gli indici utilizzati per questo scopo sono stati applicati quasi esclusivamente in aree marine costiere. Tuttavia, sono già stati utilizzati nell'ambito offshore in diversi casi (Fabi *et al.*, 2013; 2015; 2016b; 2016c; 2016d; Spagnolo *et al.*, 2014) fornendo utili indicazioni sull'eventuale impatto causato dalle piattaforme estrattive offshore.

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-X.

Tab. 2-X - 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 stimulate 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-XI.

Tab. 2-XI - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000).

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-XII. In Tab. 2-XIII 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-XII - 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-XIII - 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

2.1.2.5 Indagini sulla comunità ittica

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_{totm}). E' 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'_{totm}), 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 utilizzando un'analisi della varianza a una via bilanciata 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 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. 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.

Investigazioni acustiche

L'elaborazione dei dati inerenti la colonna d'acqua, rilevati tramite MBES, è stata eseguita con il software Echoview (Myriax, Tasmania), il quale dalla elaborazione dei *raw data* riproduce le informazioni come immagini bi- o tridimensionali dei banchi di pesce acquisiti.

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 la procedura di mascheramento di Echoview. 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, crea un intenso *backscatter* oltre al fenomeno 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 solo quei target chiaramente distinguibili dall'intenso rumore di fondo sono stati presi in considerazione. Una volta individuato, il banco di pesce è stato identificato e selezionato tramite la procedura *target detection* utilizzando l'algoritmo *cruise-scanning* per piattaforme (tipo imbarcazioni) in movimento (fig. 2.11). Visto che il sistema EM3002D non è calibrato per l'identificazione di particolari specie ittiche, si è considerato un *target strength* medio di -40 dB, funzione delle lunghezze degli individui catturati durante i campionamenti di pesca nell'area oggetto di studio e funzione della frequenza del MBES EM3002D. Questa procedura, oltre a fornire l'immagine tridimensionale del target, permette di estrarne sia le informazioni metriche che le variabili acustiche.

Di seguito si riporta la descrizione relativa a ciascuna caratteristica metrica e variabile acustica considerata per ogni target tridimensionale individuato (Tab. 2-XIV e 2-XV).

Completata l'individuazione dei banchi di pesce, sono state create scene quadrimensionali (tre dimensioni spaziali e dimensione temporale) delle porzioni di colonna d'acqua investigate, includendo anche il fondale marino e la superficie dell'acqua. Nella presente relazione si riportano i risultati relativi al 2° semestre 2016. Per i precedenti fare riferimento a Fabi *et al.*, 2016c.

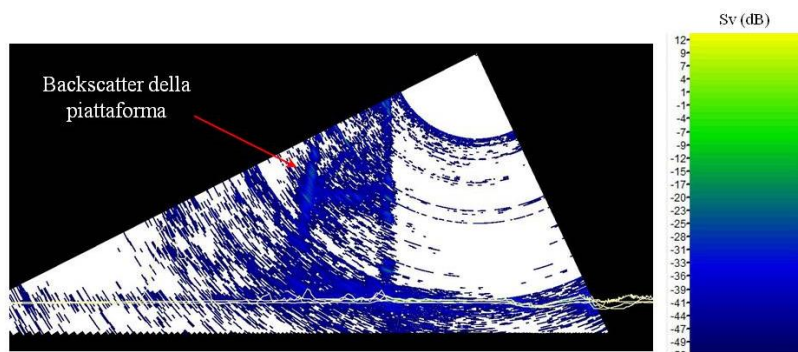


Fig. 2.10 - Ecogramma multibeam in prossimità della piattaforma Bonaccia NW. Il forte backscatter dovuto alla presenza della struttura stessa e lo scattering omnidirezionale degli impulsi acustici impediscono il rilevamento di eventuali aggregazioni di pesce nelle vicinanze della piattaforma o all'interno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

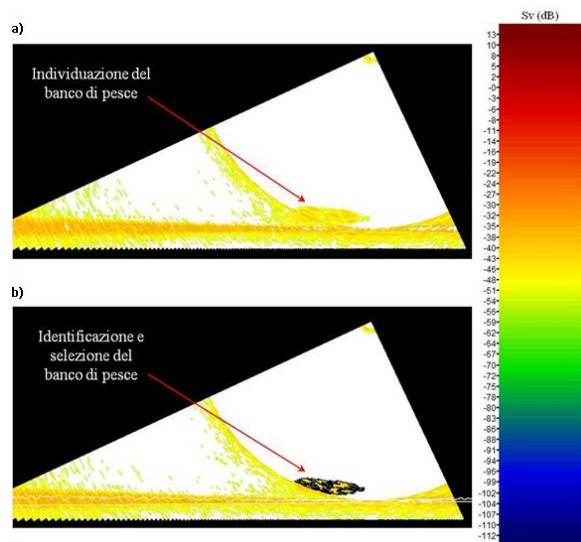


Fig. 2.11 - Elaborazione dei dati acustici della colonna d'acqua tramite il software Echoview. a) Individuazione di un'aggregazione di pesce in un ping durante lo *screening* dell'ecogramma. b) Identificazione e selezione del target tramite la procedura Target detection. La scala a colori sulla destra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

Indagini video in prossimità della piattaforma

I video registrati mediante telecamera in prossimità della piattaforma sono stati analizzati al fine di avvalorare i risultati ottenuti dalla pesca e dalle investigazioni tramite MBES e

per avere un riscontro sull'effettivo potere attrattivo della stessa.

Tab. 2-XIV - 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 ²	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 ³	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 ⁻¹	Superficie del target diviso il volume del target.
n. vacuole	-	Numero di vacuoli individuati all'interno del target.
Volume totale vacuole	m ³	Volume totale dei vacuoli individuati all'interno del target.

Tab. 2-XV - 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 ⁻¹	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 ⁻¹	Valore minimo del volume backscatter strength all'interno del target.
Sv massimo	dB re 1 m ⁻¹	Valore massimo del volume backscatter strength all'interno del target.
Densità	Kg/m ³	La densità volumetrica di pesce espressa in unità di massa.

2.2. RISULTATI

2.2.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Nei capitoli che seguono vengono riportati i risultati condegnati nel secondo semestre 2016. Per i precedenti consultare Fabi *et al.*, 2015b, 2016b e 2016c.

2.2.1.1 Temperatura, salinità, torbidità, Ossigeno disciolto e fluorescenza indotta

Nel **giugno 2016** in superficie è stata registrata una temperatura di 24°C sino a circa 7 m di profondità (fig. 2.12). Al di sotto di tale quota è avvenuto un decremento dapprima repentino sino a 30 m e poi più attenuato, che ha portato sul fondo a 13,22°C.

Lo strato superficiale è stato anche caratterizzato dai valori più bassi di salinità (minimo di 38,00 psu in BO7), aumentati progressivamente fino a raggiungere un massimo di 38,8 psu a 47 m nella stazione BO7. Da 70 m al fondo era presente uno strato sostanzialmente omogeneo con salinità di circa 38,7 psu (fig. 2.12). Non sono state rilevate differenze di rilievo nelle distribuzioni areali in superficie e al fondo di temperatura e salinità (fig. 2.13).

La torbidità, determinata come backscattering ed espressa dopo calibrazione in mg l^{-1} , è risultata intorno a 3,0 mg l^{-1} nei primi 60-65 m per aumentare nettamente verso il fondo fino a un massimo di 6,0 mg l^{-1} in BO7 (fig. 2.12).

La saturazione dell'ossigeno disciolto è rientrata nel range 88-114%, con massimi a circa 30 m di profondità e minimi al fondo (fig. 2.12).

La fluorescenza *in situ*, espressa dopo calibrazione in $\mu\text{g l}^{-1}$ di clorofilla (fig. 2.14), si è mantenuta in tutte le stazioni e nei primi 50 m attorno a 0,1-0,2 $\mu\text{g l}^{-1}$, aumentando gradualmente con la profondità con picchi tra i 60 e i 70 m (massimo di 0,73 $\mu\text{g l}^{-1}$ in BO2 a 67 m).

A **settembre** lo spessore dello strato superficiale omogeneo in temperatura era aumentato fino a circa 20 m (fig. 2.15). La temperatura massima è stata di circa 24,9°C. Anche in questo periodo è avvenuto un decremento, più marcato tra i 20 e i 40 m di profondità, che ha portato sul fondo a 14,6°C. In superficie i valori di salinità sono apparsi relativamente bassi (minimo di 37,4 psu in BO4). Contrariamente alla temperatura, questo parametro è aumentato raggiungendo i 38,38-38,39 psu sul fondo di tutte le stazioni. Anche a settembre non sono state osservate variazioni di rilievo nelle distribuzioni areali di temperatura e salinità alla superficie e al fondo (fig. 2.16).

La torbidità (TSM) è apparsa variabile sino a 60 m, con valori tendenzialmente in diminuzione con la profondità e un successivo aumento verso il fondo fino a un massimo

di 3,54 mg l⁻¹ nella stazione BO2 (fig. 2.15).

Per l'ossigeno disciolto sono stati registrati picchi di saturazione a circa 30 m di profondità con un massimo pari a 114% in BO8 e una successiva diminuzione verso il fondo, dove sono state registrate percentuali di saturazione ≤ 90% (minimo dell'87% in BO5; fig. 2.15). La fluorescenza ha avuto valori tra 0,13 e 0,55 µg l⁻¹, con un aumento sotto i 50 m verso il fondo. I profili verticali hanno mostrato una certa variabilità fra le stazioni, in particolare per BO5 e BO8 (lato Ovest del reticolo di campionamento) che si sono discostate dalle altre per i valori più alti tra i 20 e i 40 m (fig. 2.17).

Nel mese di **dicembre** la colonna d'acqua era quasi completamente rimescolata fino a 60 m di profondità (fig. 2.18). Il gradiente termico fra superficie e fondo si era ridotto a circa 1°C (15,7°C al fondo e 16,7°C in superficie), mentre la salinità è rientrata nel range 38,67-38,83 psu (media 38,75±0,03 psu; fig. 2.18). Sino a circa 60 m si sono distinte le stazioni BO6, caratterizzata da valori inferiori rispetto agli altri siti, BO1, BO5-BO8 in cui sono stati rilevati i valori maggiori. In superficie è stato rilevato un gradiente di temperatura e salinità in relativo aumento da SE verso NW (fig. 2.19).

In questo survey per la torbidità è stata misurata una media di 2,75±0,57 mg l⁻¹, con un andamento lungo la colonna analogo alla situazione di settembre essendo i valori inferiori a 3,00 mg l⁻¹ fino a circa 60 m in aumento verso il fondo dove, a 73 m, è stato raggiunto il massimo di 5,08 mg l⁻¹ nella stazione BO8 (fig. 2.18).

L'ossigeno disciolto ha presentato valori di saturazione del 98% nello strato rimescolato e una diminuzione verso il fondo dove si sono registrati i minimi (minimo assoluto pari a 87% nella stazione BO8; fig. 2.18).

I valori della fluorescenza sono risultati anche in questa situazione relativamente bassi (media 0,26±0,07 µg l⁻¹), con concentrazioni più elevate nello strato superficiale e un picco massimo di 0,48 µg l⁻¹ a 24 m in BO2 (fig. 2.20).

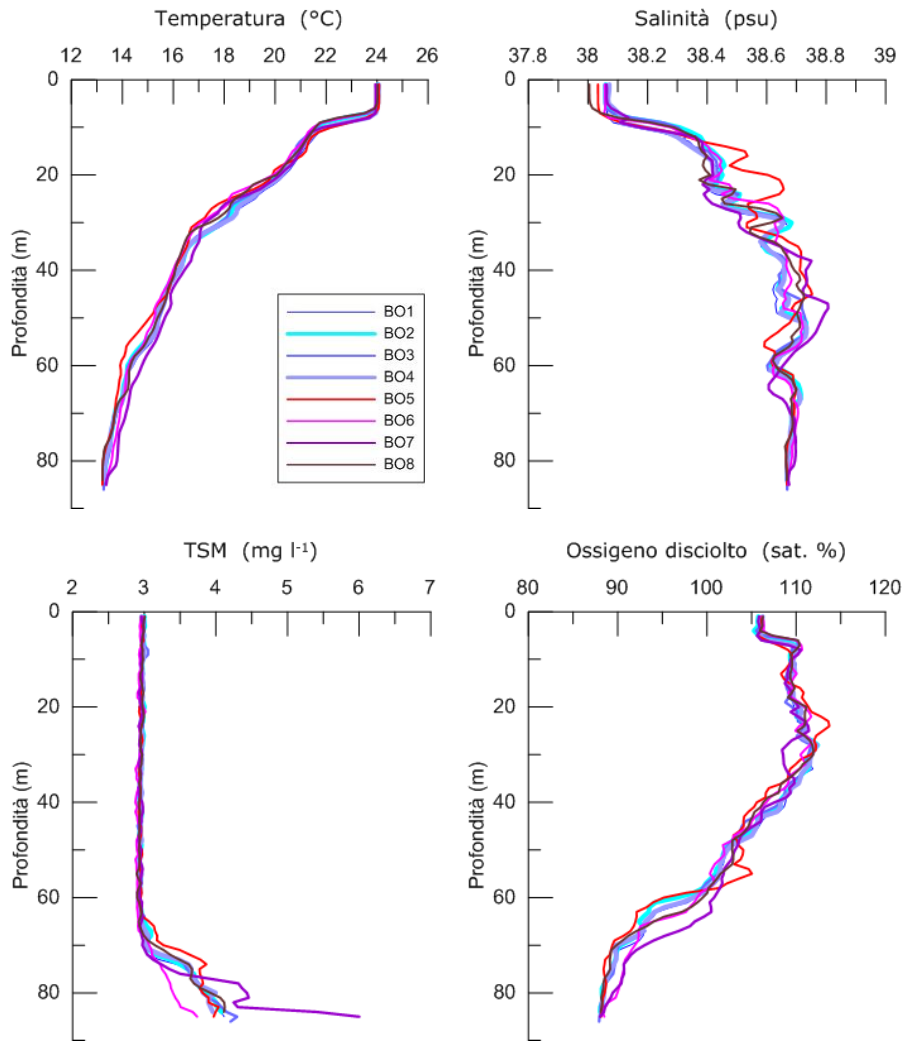


Fig. 2.12 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/ l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Giugno 2016.**

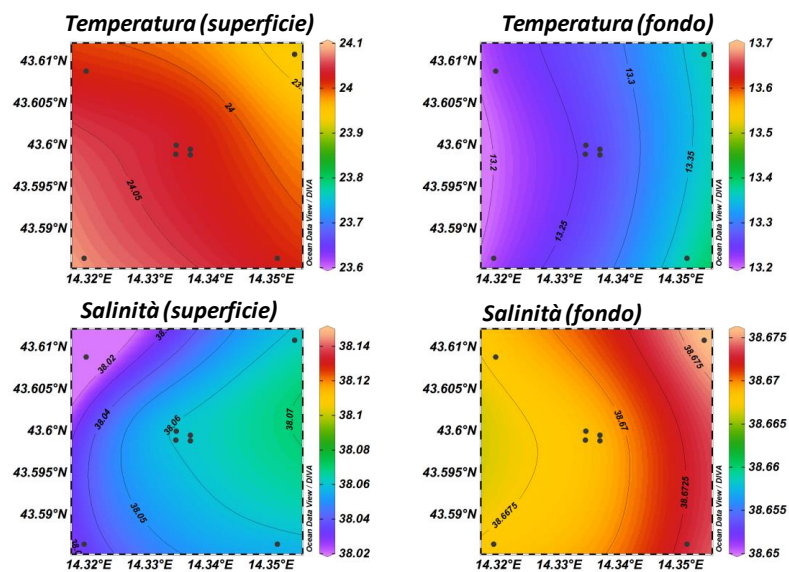


Fig. 2.13 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Giugno 2016.**

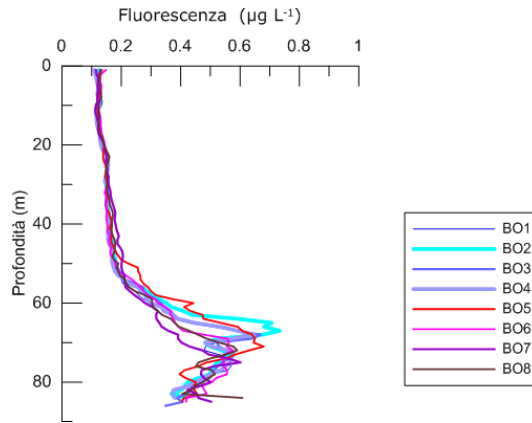


Fig. 2.14 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g/l}$) ottenuti nel **giugno 2016**.

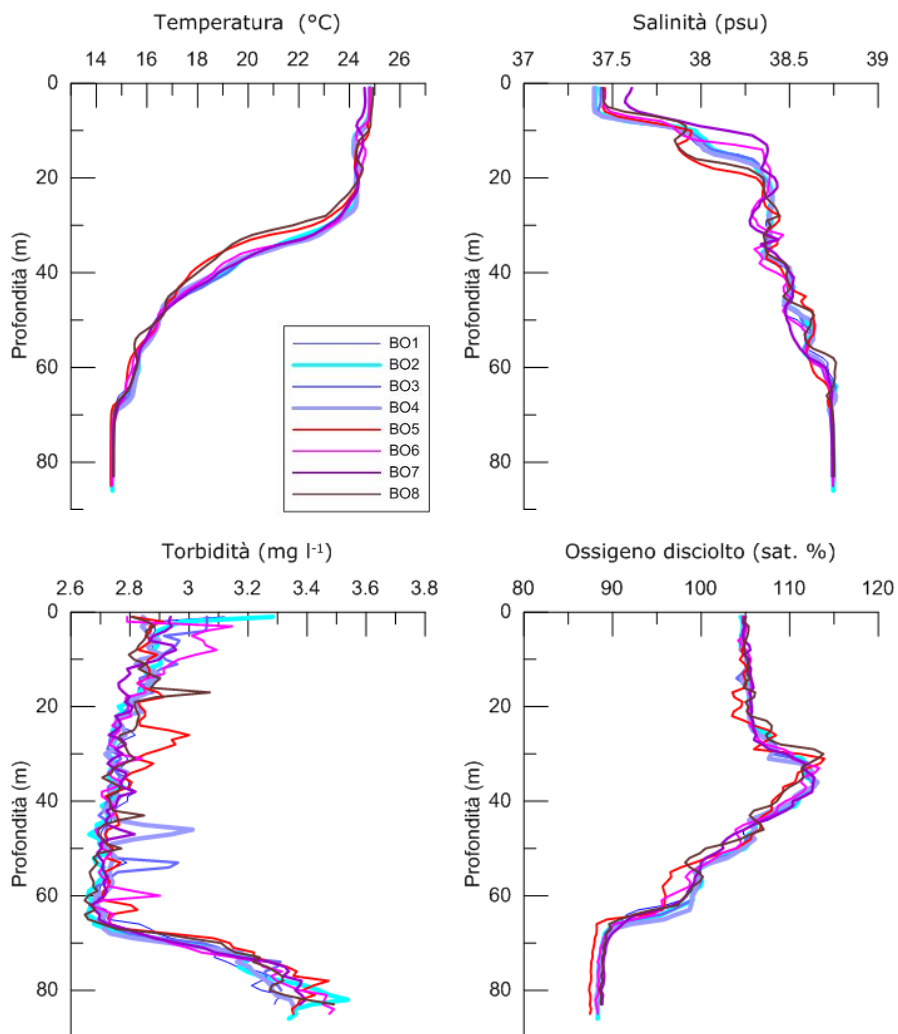


Fig. 2.15 - Profili di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Settembre 2016**.

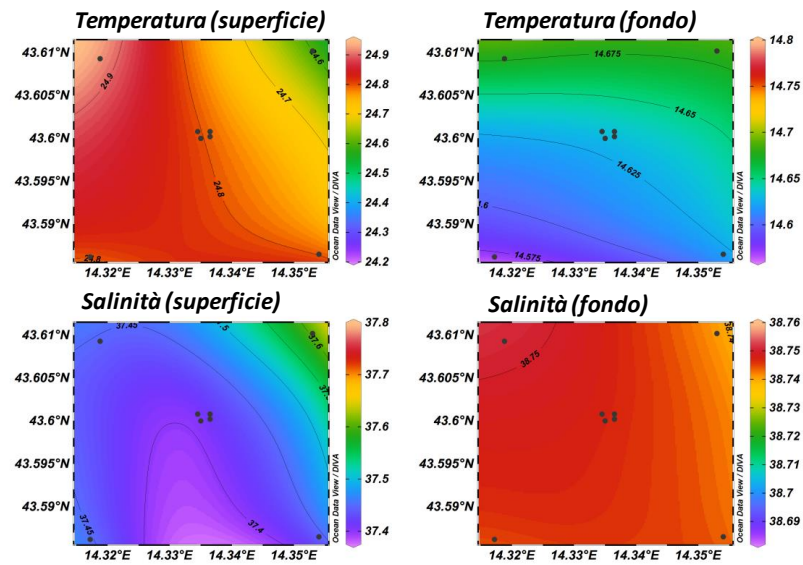


Fig. 2.16 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Settembre 2016.**

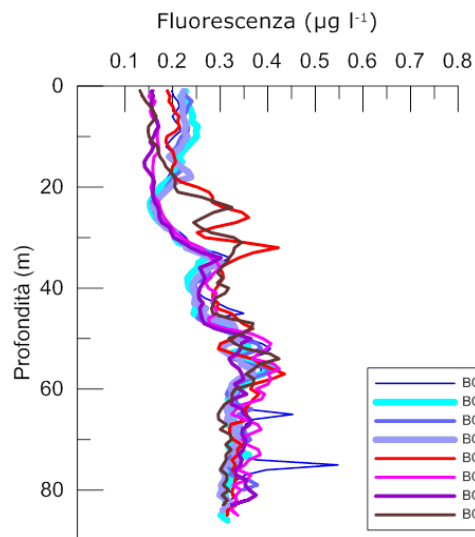


Fig. 2.17 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g/l}$) ottenuti nel **settembre 2016.**

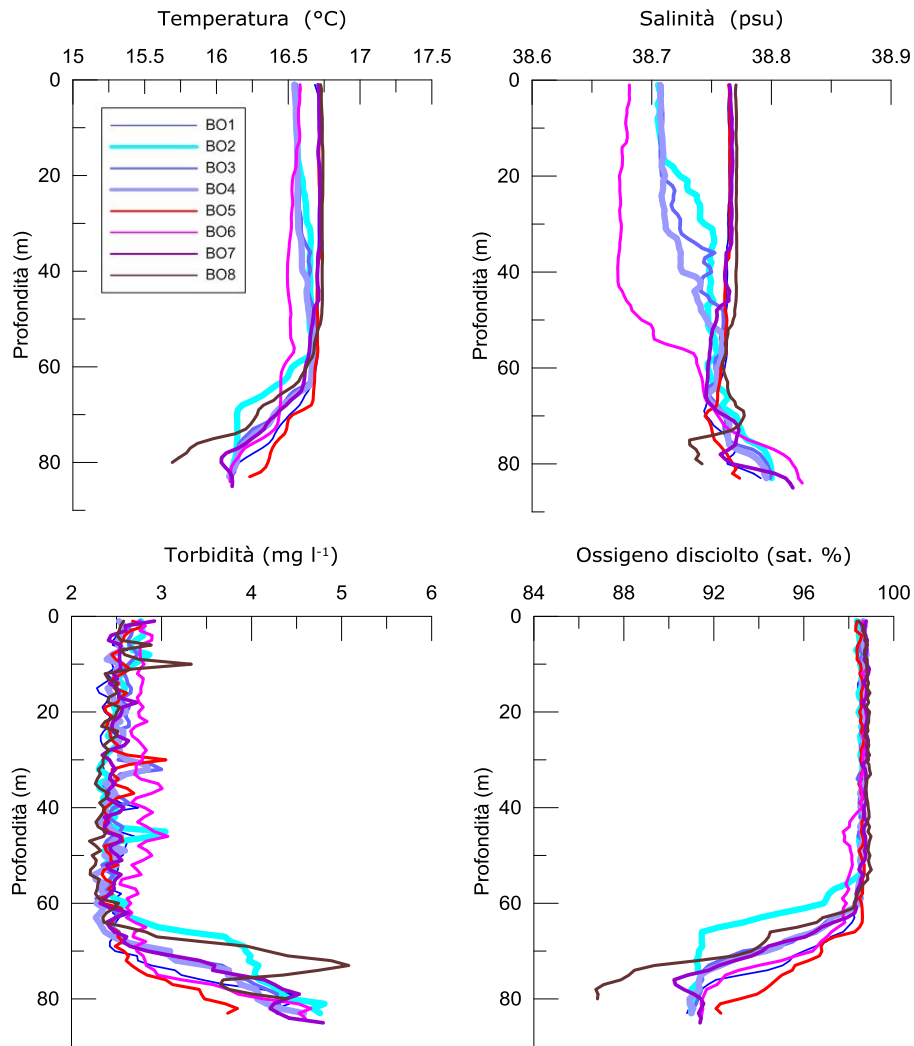


Fig. 2.18 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Dicembre 2016.**

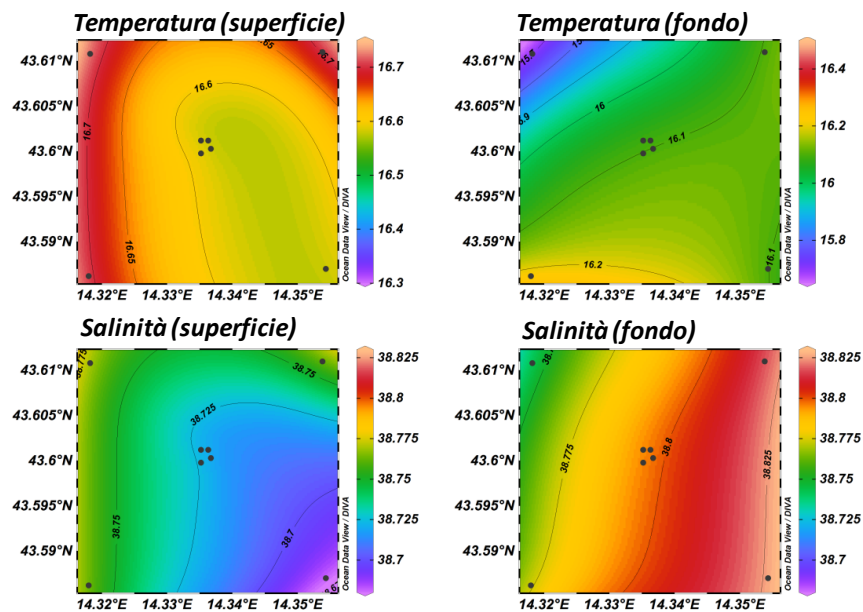


Fig. 2.19 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Dicembre 2016.**

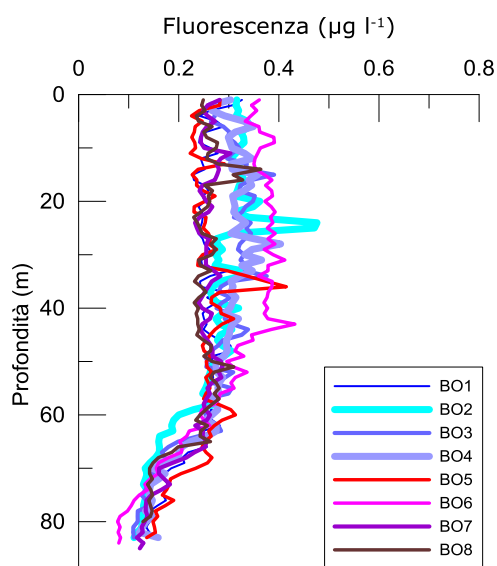


Fig. 2.20 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g/l}$) ottenuti nel **dicembre 2016**.

2.2.1.2 Sali nutritivi

A **giugno** (figg. 2.21a, 2.21b, 2.22) le concentrazioni dei nutrienti azotati sono risultate mediamente di $0,81 \pm 0,54 \mu\text{M}$ per NO_3 , di $0,13 \pm 0,07$ per NO_2 e di $0,61 \pm 0,44 \mu\text{M}$ per NH_3 . I valori più elevati di NO_3 e NO_2 sono stati misurati al fondo, con massimi rispettivamente di $2,05 \mu\text{M}$ e di $0,35 \mu\text{M}$ nella stazione BO5, posizionata a SW rispetto a Fauzia. La concentrazione dell'ammoniaca è risultata mediamente maggiore nelle stazioni a 2000 m di distanza dalla struttura, con il massimo di $1,47 \mu\text{M}$ in BO6 in superficie.

Il contenuto medio di PO_4 è stato pari a $0,16 \pm 0,07 \mu\text{M}$, anche in questo caso con valori più elevati nei siti a 2000 m dalla piattaforma (massimo di $0,38 \mu\text{M}$ a 20 m nella BO5). Analoga distribuzione areale hanno mostrato i Si(OH)_4 , la cui media è stata di $1,91 \pm 2,09 \mu\text{M}$; anch'essi sono risultati più abbondanti nelle stazioni periferiche raggiungendo un massimo di $11,99 \mu\text{M}$ alla quota superficiale della BO6.

A **settembre** (figg. 2.23a, 2.23b, 2.24) le concentrazioni di NO_3 ($1,13 \pm 0,73 \mu\text{M}$) e di NO_2 ($0,18 \pm 0,07 \mu\text{M}$) sono aumentate rispetto a giugno, continuando a presentare valori generalmente più elevati al fondo; i massimi sono stati rispettivamente raggiunti in BO2 sul fondo ($2,77 \mu\text{M}$) e in BO2 sul fondo ($0,34 \mu\text{M}$). Per NH_3 ($0,50 \pm 0,64 \mu\text{M}$), sono stati registrati aumenti nelle stazioni a 2000 m fino a un massimo di $2,98 \mu\text{M}$ in BO6 alla quota superficiale. I PO_4 ($0,13 \pm 0,06 \mu\text{M}$) sono risultati presenti prevalentemente in superficie, dove hanno raggiunto al massimo $0,38 \mu\text{M}$ presso BO7, mentre i Si(OH)_4 ($2,24 \pm 1,17 \mu\text{M}$) sono apparsi più elevati al fondo, dove è stato registrato un massimo di $4,58 \mu\text{M}$ nella stazione BO4.

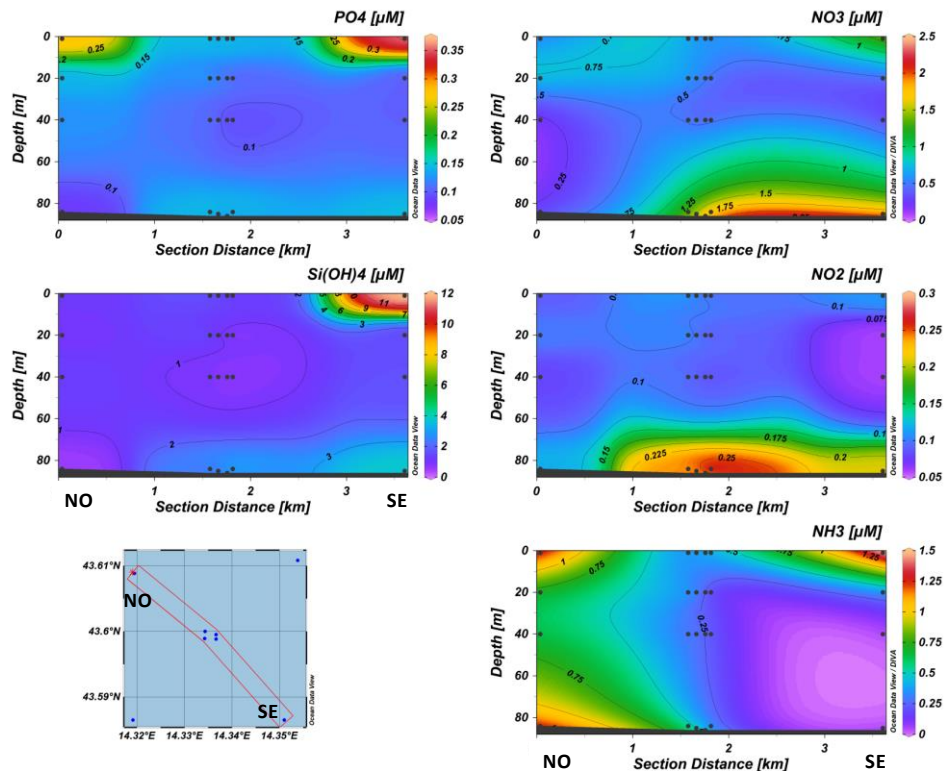


Fig. 2.21a - Sezioni verticali delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . Giugno 2016.

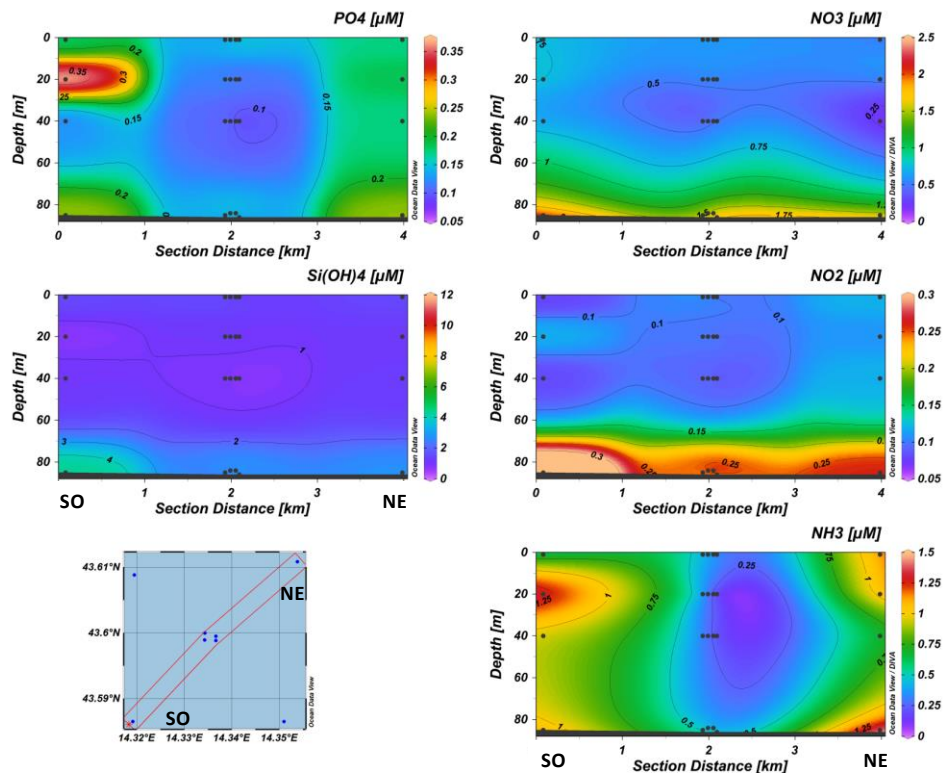


Fig. 2.21b - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . Giugno 2016.

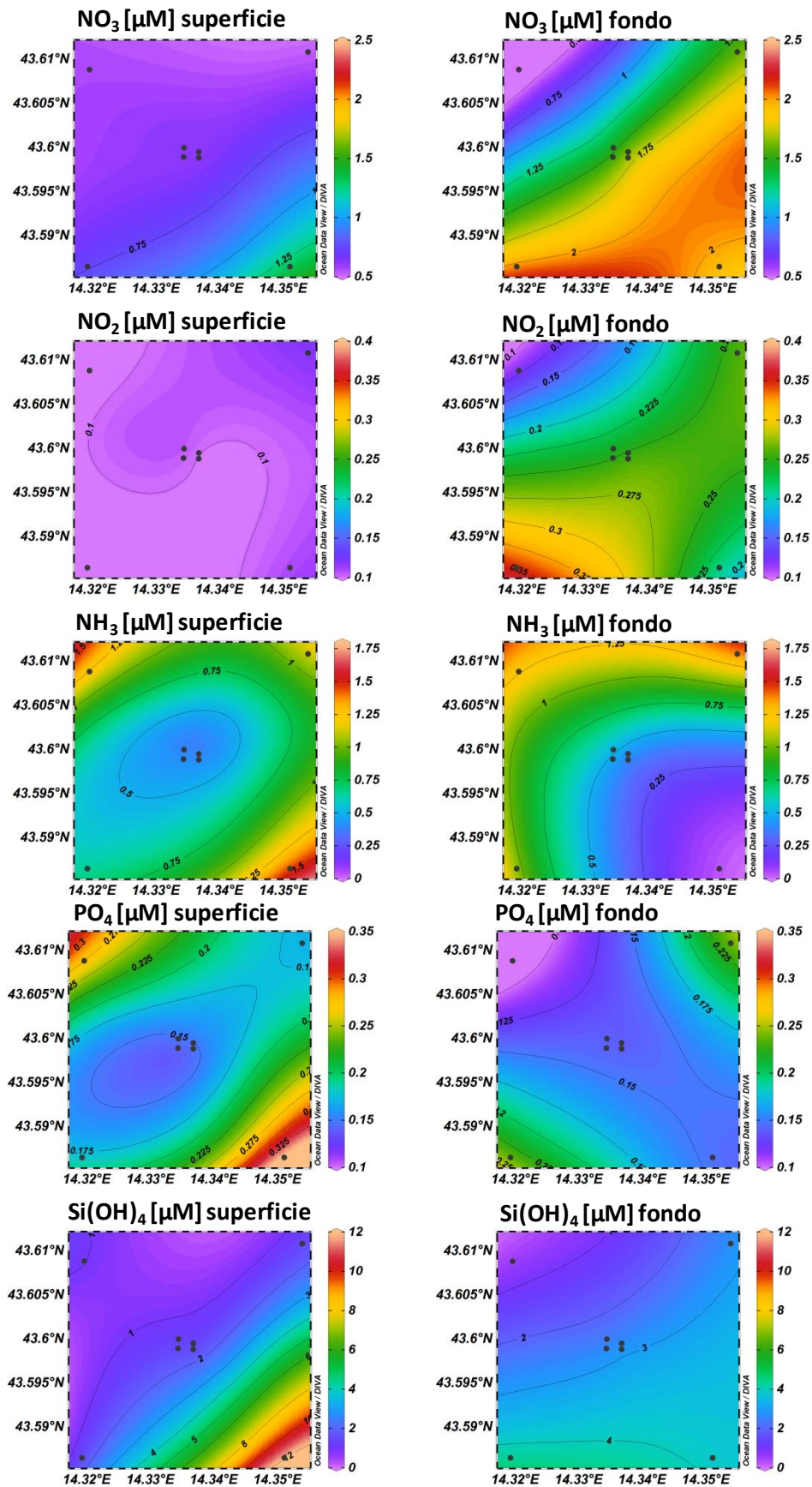


Fig. 2.22 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ammoniaca (NH_3), ortofosfati (PO_4) e ortosilicati (Si(OH)_4) espresse in μM , in superficie e al fondo. **Giugno 2016.**

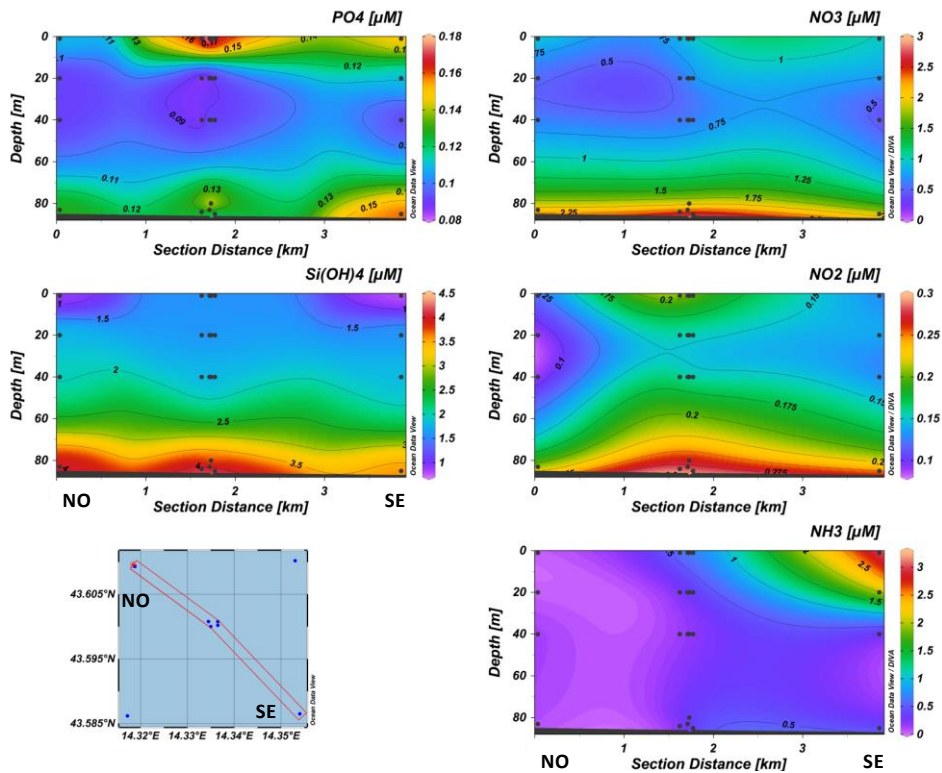


Fig. 2.23a - Sezioni verticali delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . **Settembre 2016**.

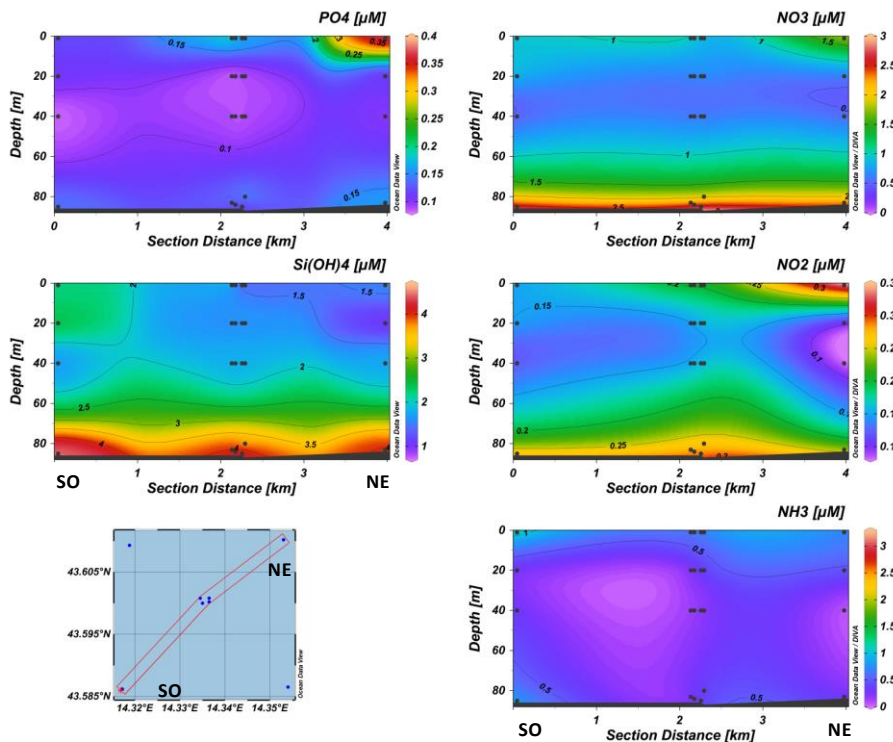


Fig. 2.23b - Sezioni verticali delle stazioni stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . **Settembre 2016**.

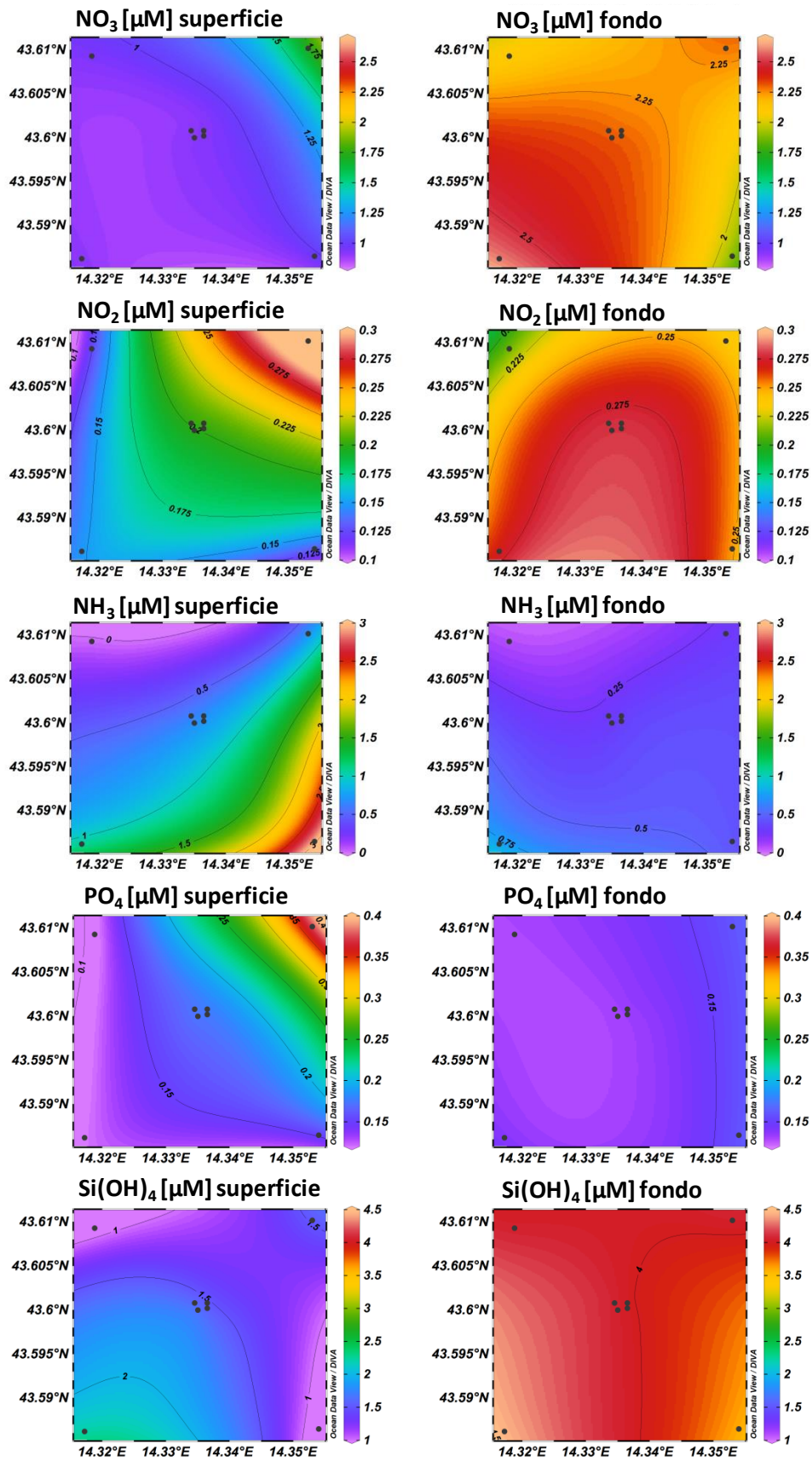


Fig. 2.24 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ammoniaca (NH_3), ortofosfati (PO_4) e ortosilicati (Si(OH)_4) espresse in μM , in superficie e al fondo. **Settembre 2016.**

A **dicembre** (figg. 2.25a, 2.25b, 2.26) NO_3 e NO_2 hanno mostrato valori analoghi a quelli di settembre ($1,12 \pm 0,42 \mu\text{M}$ e $0,22 \pm 0,05 \mu\text{M}$ rispettivamente), con concentrazioni più elevate in prossimità del fondo (massimi di $1,99 \mu\text{M}$ in BO8 per NO_3 e di $0,33 \mu\text{M}$ in BO5 per NO_2). NH_3 è risultata più abbondante rispetto a settembre anche se mediamente comparabile ($0,93 \pm 0,71$), con valori più elevati verso il fondo; il massimo è stato però raggiunto a quota 20 m della BO1 ($3,04 \mu\text{M}$). La maggiore concentrazione di PO_4 , presenti mediamente con $0,15 \pm 0,06 \mu\text{M}$, è stata registrata in superficie presso il sito BO7, mentre quella di Si(OH)_4 ($2,02 \pm 0,84 \mu\text{M}$) sul fondo della stazione BO8 ($3,87 \mu\text{M}$).

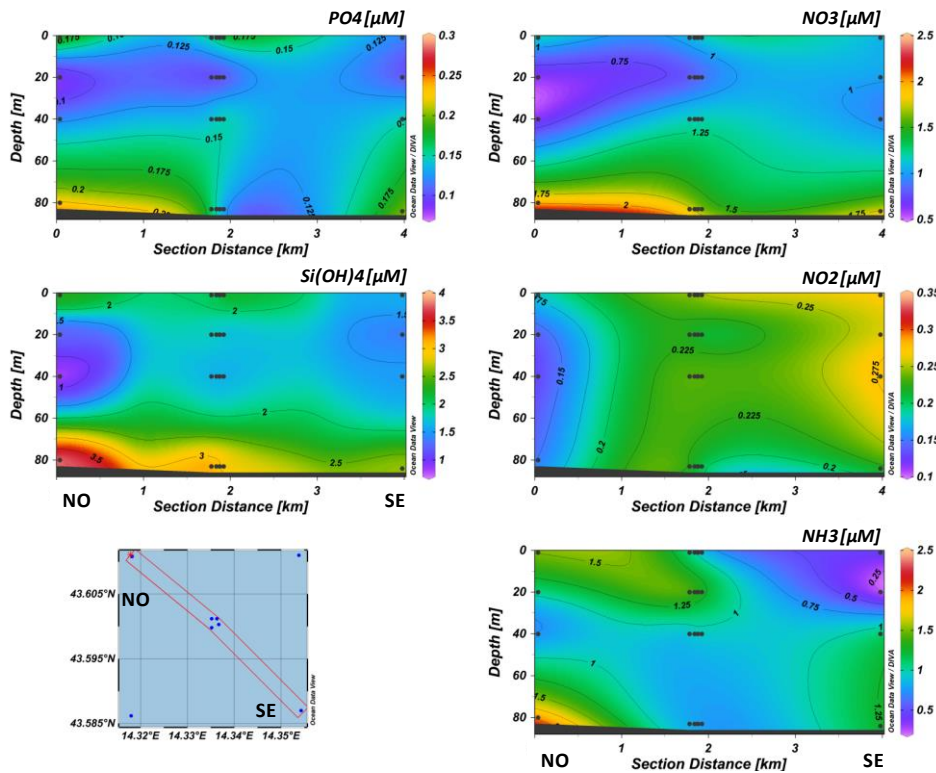


Fig. 2.25a - Sezioni verticali delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . **Dicembre 2016**.

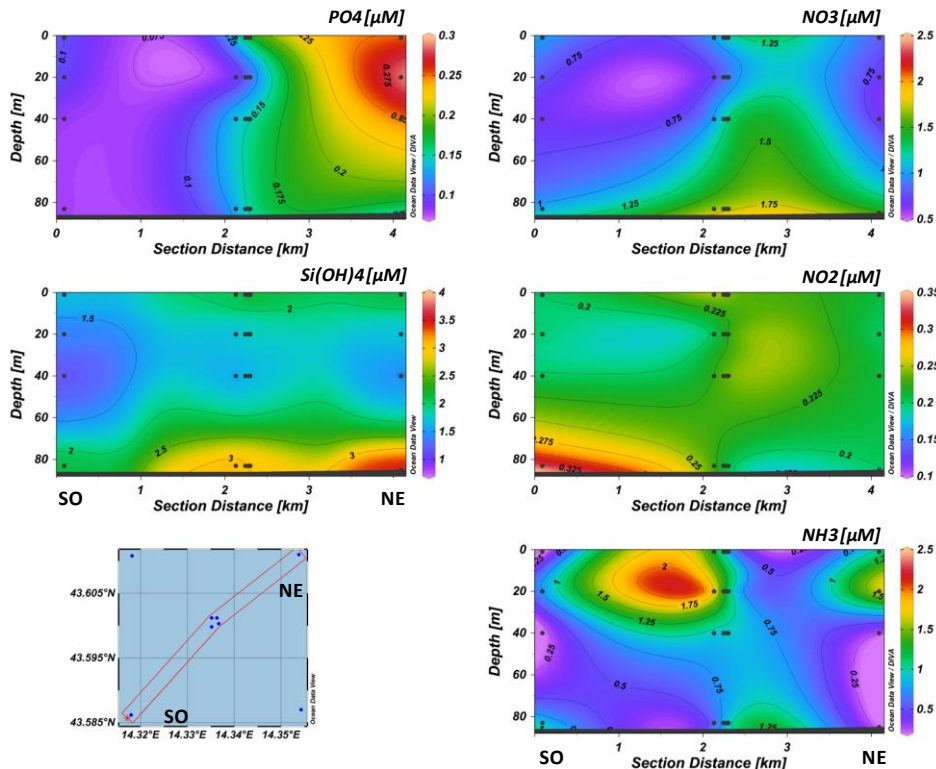


Fig. 2.25b - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . **Dicembre 2016**.

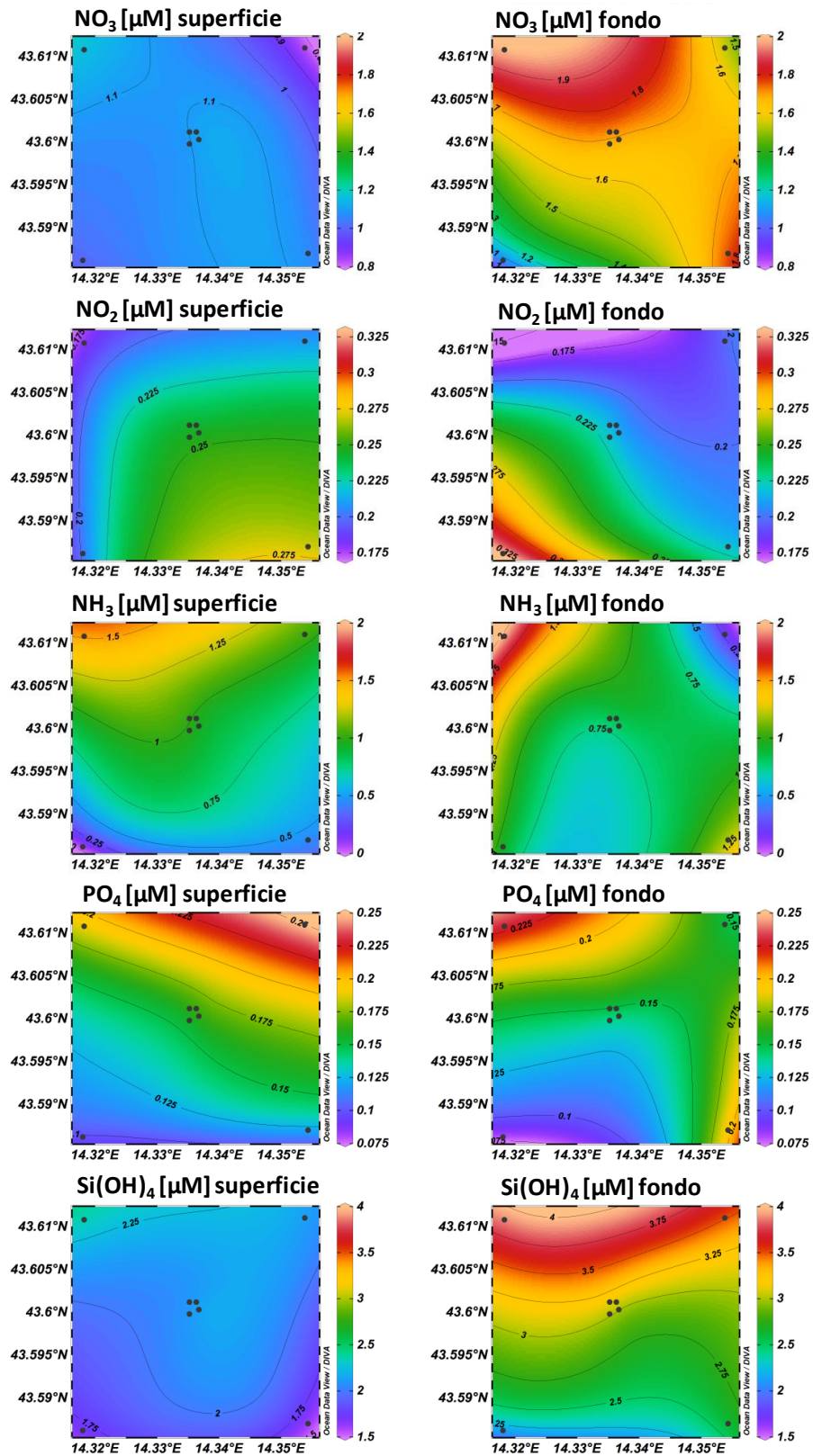


Fig. 2.26 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO₂), nitrati (NO₃), ammoniaca (NH₃), ortofosfati (PO₄) e ortosilicati (Si(OH)₄) espresse in μM, in superficie e al fondo. **Dicembre 2016.**

2.2.1.3 Clorofille *a*, *b* e *c* e particolato sospeso

A **giugno** (figg. 2.27a, 2.27b, 2.28) le concentrazioni più elevate di tutti i pigmenti clorofilliani sono state registrate al fondo rispetto agli strati superficiali. La clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a $122,24 \pm 80,08 \text{ ng l}^{-1}$, con un massimo di $317,34 \text{ ng l}^{-1}$ nella stazione BO7 al fondo.

La clorofilla *b* (Chl *b*) è apparsa circa doppia rispetto alla clorofilla *c* (Chl *c*) anche se mediamente comparabile data l'elevata variabilità ($26,78 \pm 17,79$ e $11,94 \pm 8,67 \text{ ng l}^{-1}$ rispettivamente). I massimi si sono misurati sul fondo della BO7 (Chl *b*: $73,83 \text{ ng l}^{-1}$) e della BO3 (Chl *c*: $38,70 \text{ ng l}^{-1}$).

Il materiale particolato (TSM) era mediamente presente con $3,36 \pm 0,95 \text{ mg l}^{-1}$. Anch'esso maggiormente presente sul fondo, ha presentato un massimo di $5,26 \text{ mg l}^{-1}$ in BO7.

A **settembre** (figg. 2.29a, 2.29b, 2.30) le concentrazioni di Chl *a* e Chl *c* sono state dello stesso ordine di grandezza di giugno (medie rispettivamente di $147,08 \pm 54,95$ e $10,35 \pm 4,08 \text{ ng l}^{-1}$), ancora con valori maggiori in prossimità del fondale, mentre Chl *b* è quasi raddoppiata risultando ancora più abbondante della Chl *c*. Chl *a* era compresa tra $72,88 \text{ ng l}^{-1}$ (BO6, superficie) e un massimo di $249,23 \text{ ng l}^{-1}$ nella stazione BO7 al fondo. I massimi di Chl *b* e Chl *c* sono stati registrati rispettivamente sul fondo della BO2 ($132,78 \text{ ng l}^{-1}$) e a -40 m della medesima stazione ($18,67 \text{ ng l}^{-1}$).

Il TSM è stato mediamente presente con $3,66 \pm 1,12 \text{ mg l}^{-1}$, con la massima concentrazione pari a $5,72 \text{ mg l}^{-1}$ registrata nella stazione BO7 a 20 m.

A **dicembre** (figg. 2.31a, 2.31b, 2.32) i picchi di concentrazione di tutti i pigmenti clorofilliani sono apparsi localizzati prevalentemente in superficie o nello strato sub-superficiale (figg. 2.29a, 2.29b, 2.30). Chl *a* è aumentata rispetto a settembre ($218,48 \pm 76,51 \text{ ng l}^{-1}$), con un massimo di $387,22 \text{ ng l}^{-1}$ nella stazione BO6 a 20 m. La Chl *b* è risultata presente con abbondanze molto inferiori rispetto a settembre ma sempre maggiori rispetto Chl *c* ($15,43 \pm 8,27$ e $7,16 \pm 5,12 \text{ ng l}^{-1}$ rispettivamente). I massimi di entrambe sono stati registrati a -20 m in corrispondenza della stazione BO6 (Chl *b*: $38,53 \text{ ng l}^{-1}$; Chl *c*: $19,05 \text{ ng l}^{-1}$).

Le concentrazioni di TSM sono state in media pari a $3,43 \pm 1,29 \text{ mg l}^{-1}$ con i valori più elevati in prossimità del fondo (massimo di $6,49 \text{ mg l}^{-1}$ in BO7).

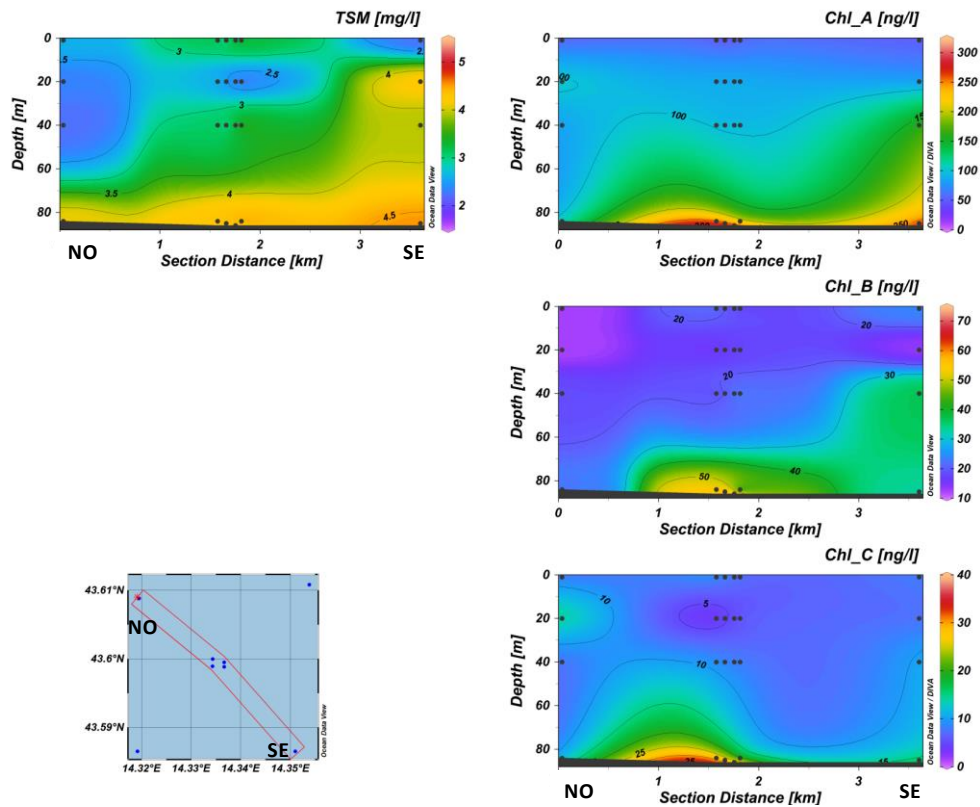


Fig. 2.27a - Sezione verticale delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Giugno 2016.**

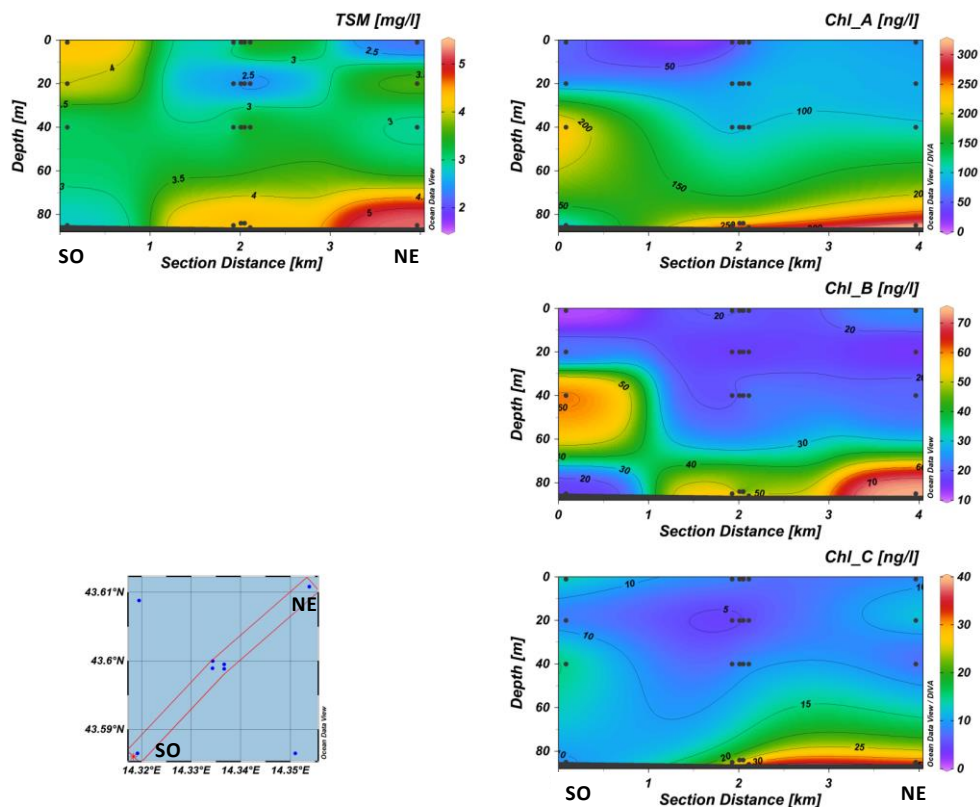


Fig. 2.27b - Sezione verticale delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Giugno 2016.**

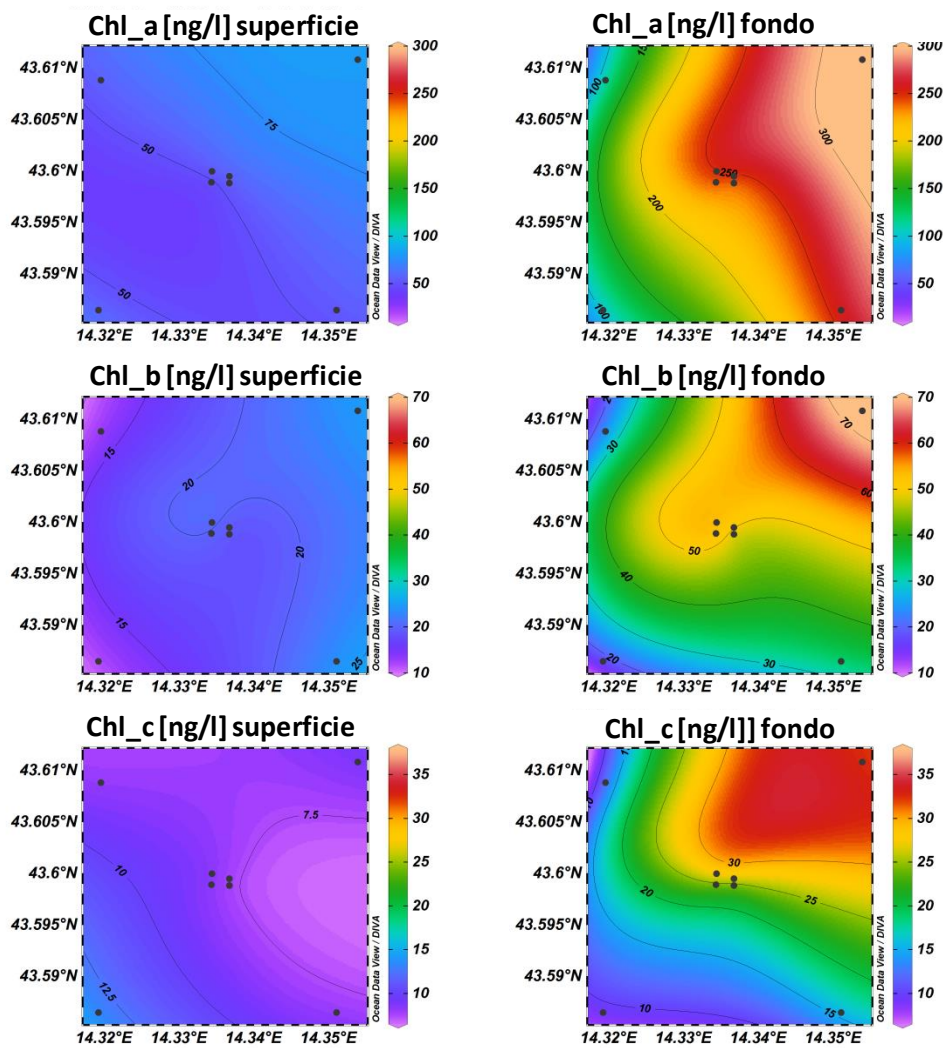


Fig. 2.28 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Giugno 2016.**

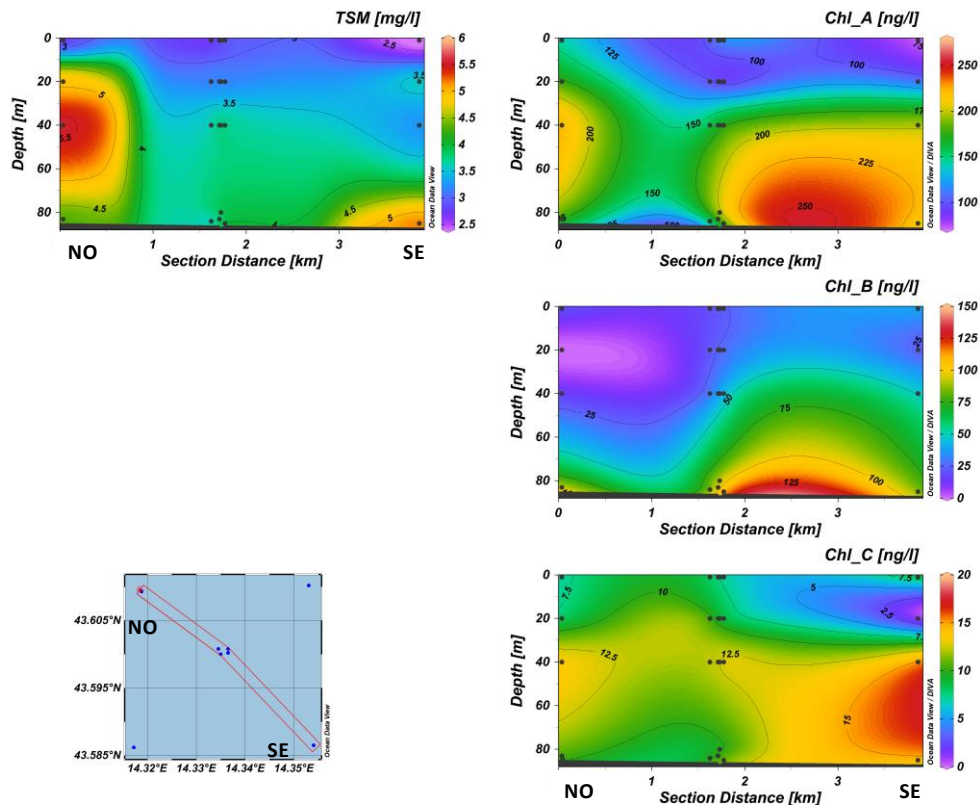


Fig. 2.29a - Sezione verticale delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Settembre 2016**.

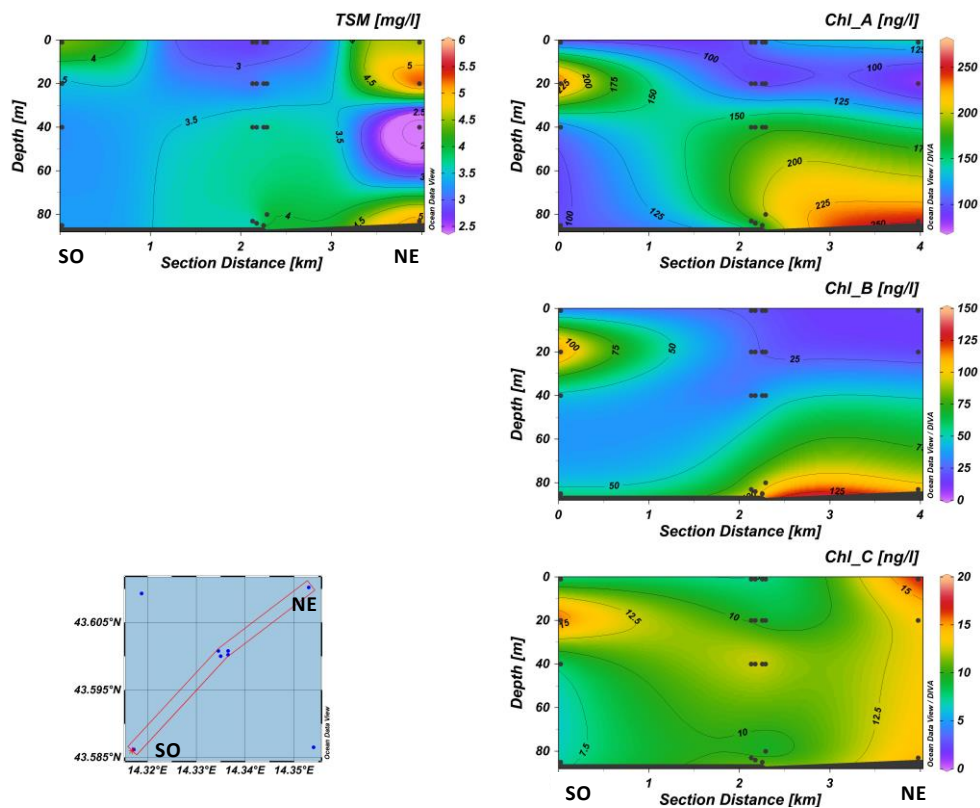


Fig. 2.29b - Sezione verticale delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Settembre 2016**.

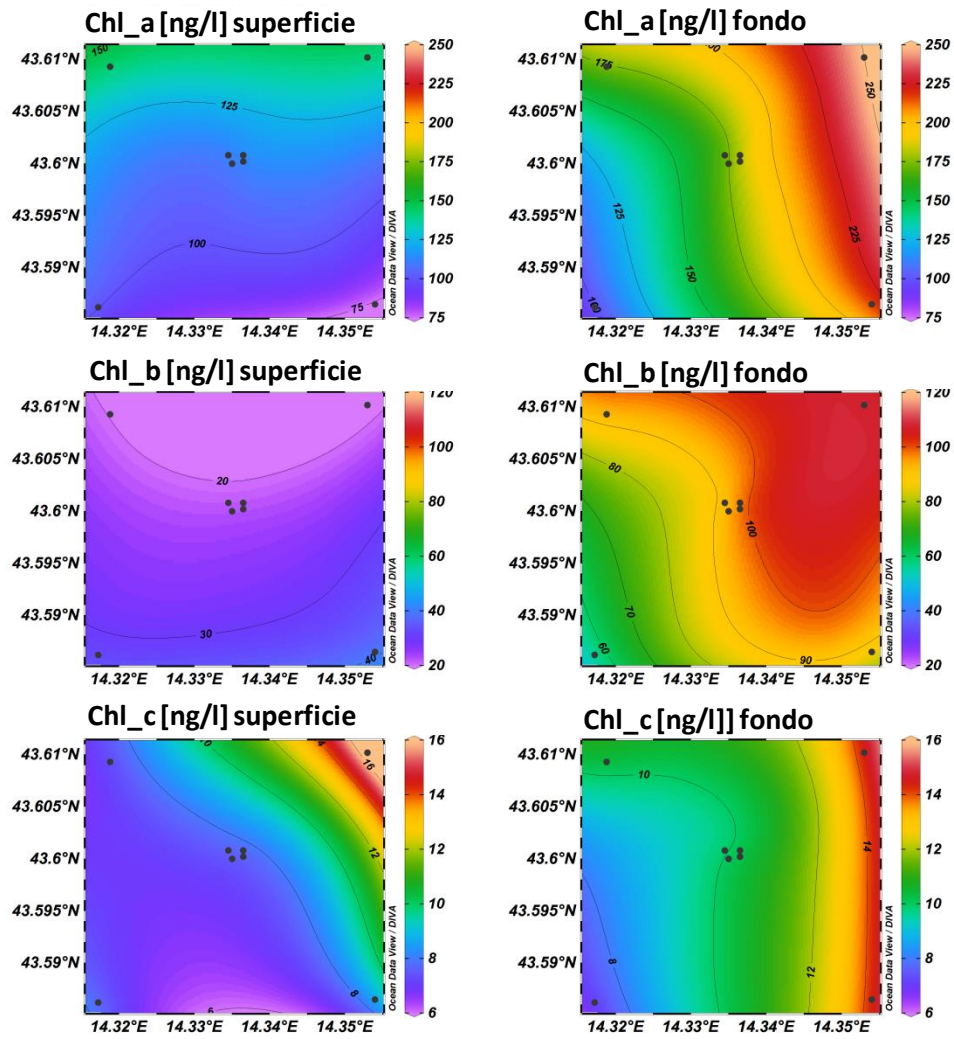


Fig. 2.30 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Settembre 2016.**

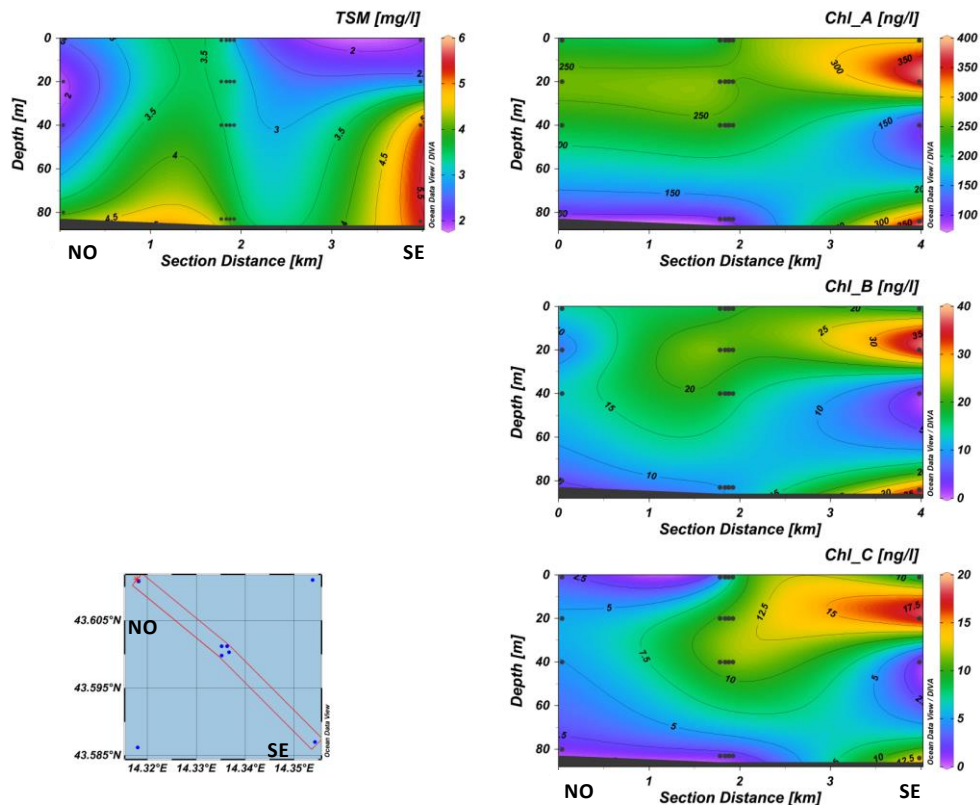


Fig. 2.31a - Sezione verticale delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Dicembre 2016.**

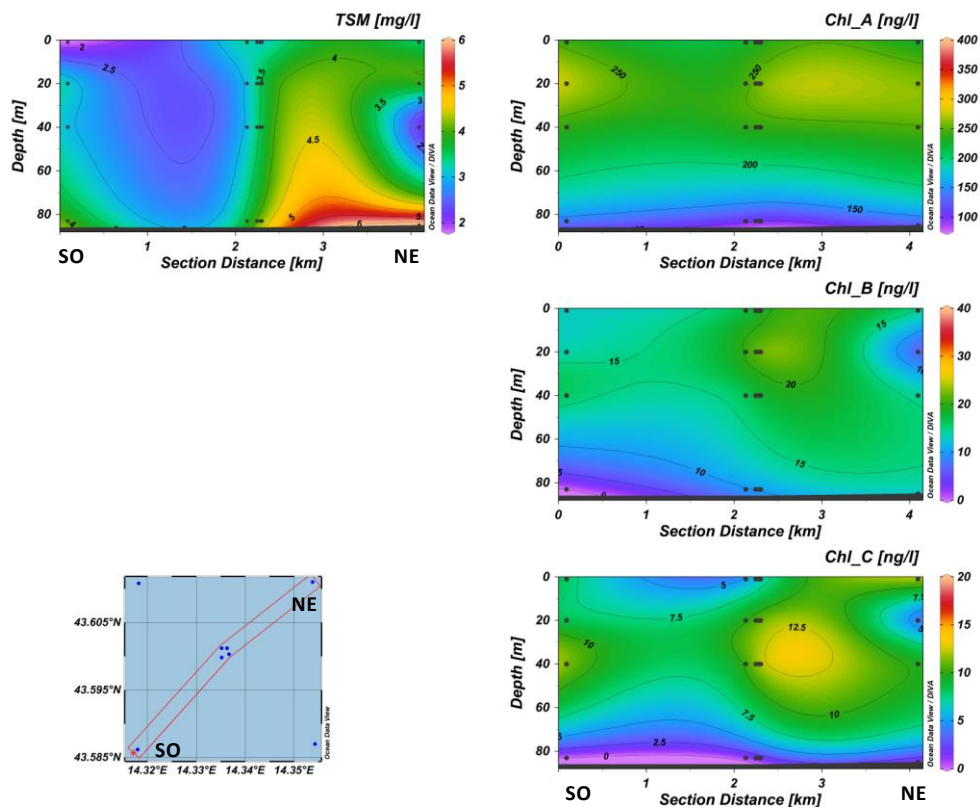


Fig. 2.31b - Sezione verticale delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Dicembre 2016.**

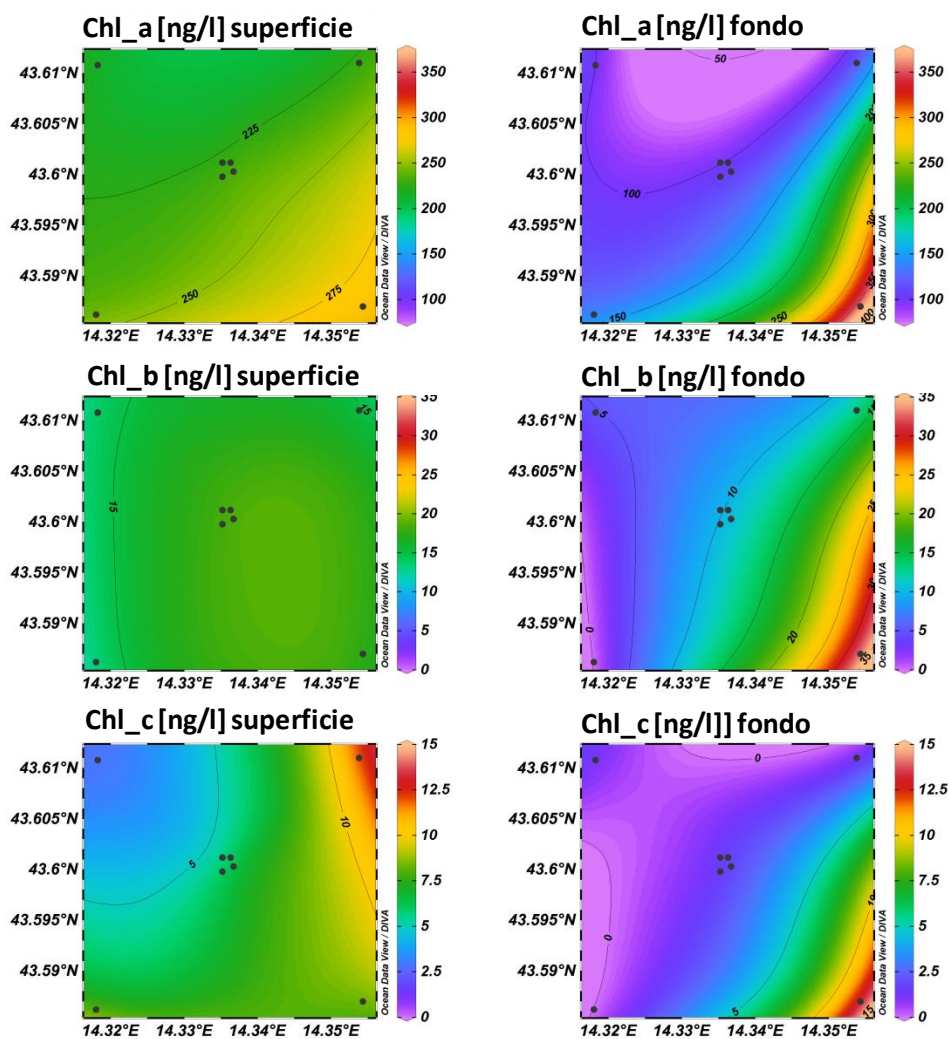


Fig. 2.32 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Dicembre 2016.**

2.2.1.4 Idrocarburi totali, Idrocarburi alifatici, Idrocarburi Policiclici Aromatici, BTEX

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono risultati ovunque e sempre al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale (Tab. 2-XVI).

Nel giugno 2016 anche gli Idrocarburi Alifatici (IA), fatta eccezione per soli due campioni (BO1, superficie e BO5, 20 m), sono apparsi al di sotto del proprio limite, mentre nelle altre due crociere, salvo qualche rara eccezione, sono stati sempre rilevabili con medie di $1,81 \pm 0,76$ e $2,48 \pm 1,71 \mu\text{g l}^{-1}$ rispettivamente a settembre e dicembre.

Gli Idrocarburi totali sono stati individuati esclusivamente a giungo in 4 campioni (BO2 a 20 e 40 m, BO3 a 20 m e BO6 a 20 m).

Per quanto riguarda il BTEX (Tab. 2-XVII), sempre in giugno nei medesimi campioni in cui sono stati rilevati gli idrocarburi totali sono stati quantificati anche Benzene (anche in

BO3, -40m), Etilbenzene, Toluene e Xilene. Nelle due campagne successive tutti i composti del BTEX sono risultati non rilevabili.

Tab. 2-XVI - Concentrazioni ($\mu\text{g/l}$) di Idrocarburi totali, IA e IPA registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nei survey condotti a giugno, settembre e dicembre 2016.

Stazione	Giugno 2016			Settembre 2016			Dicembre 2016		
	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)
BO1 sup	< 30	1,65	< 0,01	< 30	1,23	< 0,01	< 30	2,82	< 0,01
BO1 20 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,71	< 0,01	< 30	3,37	< 0,01
BO1 40 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,79	< 0,01	< 30	4,77	< 0,01
BO1 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,32	< 0,01	< 30	1,63	< 0,01
BO2 sup	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,17	< 0,01	< 30	1,87	< 0,01
BO2 20 m	60,00	< 1	< 0,01	< 30	1,42	< 0,01	< 30	4,27	< 0,01
BO2 40 m	39,00	< 1	< 0,01	< 30	1,24	< 0,01	< 30	2,98	< 0,01
BO2 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,48	< 0,01	< 30	2,30	< 0,01
BO3 sup	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,67	< 0,01	< 30	1,70	< 0,01
BO3 20 m	60,00	< 1	< 0,01	< 30	1,86	< 0,01	< 30	2,49	< 0,01
BO3 40 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,45	< 0,01	< 30	1,83	< 0,01
BO3 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,19	< 0,01	< 30	3,81	< 0,01
BO4 sup	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,78	< 0,01	< 30	1,47	< 0,01
BO4 20 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,23	< 0,01	< 30	2,14	< 0,01
BO4 40 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,78	< 0,01	< 30	< 1	< 0,01
BO4 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,01	< 0,01	< 30	2,36	< 0,01
BO5 sup	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,20	< 0,01	< 30	1,33	< 0,01
BO5 20 m	< 30	3,03	< 0,01	< 30	< 1	< 0,01	< 30	< 1	< 0,01
BO5 40 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	2,12	< 0,01	< 30	1,49	< 0,01
BO5 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,39	< 0,01	< 30	1,27	< 0,01
BO6 sup	< 30	< 1	< 0,01	< 30	2,62	< 0,01	< 30	1,39	< 0,01
BO6 20 m	61,00	< 1	< 0,01	< 30	3,01	< 0,01	< 30	2,67	< 0,01
BO6 40 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,29	< 0,01	< 30	10,22	< 0,01
BO6 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,93	< 0,01
BO7 sup	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,55	< 0,01	< 30	1,26	< 0,01
BO7 20 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	3,38	< 0,01	< 30	1,58	< 0,01
BO7 40 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,37	< 0,01	< 30	2,48	< 0,01
BO7 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,76	< 0,01
BO8 sup	< 30	< 1	< 0,01	< 30	3,40	< 0,01	< 30	2,21	< 0,01
BO8 20 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	2,07	< 0,01	< 30	1,71	< 0,01
BO8 40 m	< 30	< 1	< 0,01	< 30	3,83	< 0,01	< 30	1,46	< 0,01
BO8 fondo	< 30	< 1	< 0,01	< 30	< 1	< 0,01	< 30	1,98	< 0,01

Tab. 2-XVII - Microinquinanti organici (BTEX; µg/l) determinati nelle diverse stazioni e alle diverse quote nel corso dei survey condotti a giugno, settembre e dicembre 2016.

Stazione	Giugno 2016					Settembre 2016					Dicembre 2016				
	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene
BO1 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO1 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO1 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO1 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 20 m	0,70	2,00	<1	10,00	11,00	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 40 m	0,80	2,00	<1	8,00	5,00	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 20 m	0,70	3,00	<1	10,00	12,00	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 40 m	0,80	<1	<1	6,00	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 20 m	0,70	3,00	<1	11,00	12,00	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1

2.2.1.5 Glicole etilenico

Il Glicole etilenico è sempre risultato non rilevabile in tutti i tre survey (Tab. 2-XVIII).

Tab. 2-XVIII - Concentrazioni (mg/l) di Glicole etilenico registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nel corso dei survey condotti a giugno, settembre e dicembre 2016.

Stazione	Giugno 2016	Settembre 2016	Dicembre 2016
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

2.2.1.6 Metalli pesanti

Le concentrazioni dei metalli determinati nella colonna d'acqua nelle campagne oggetto di questa relazione sono riportate in Tab. 2-XIX.

A **giugno cadmio, mercurio** (eccetto due soli campioni) e **indio** sono risultati sempre al di sotto dei rispettivi limiti di rilevabilità. Anche **ferro, piombo e rame** sono risultati molto spesso non rilevabili, essendo stati registrati in 8 campioni al massimo (Pb). Lo **zinco**, seppur maggiormente presente, è stato quantificato in meno del 50% dei campioni. Il massimo ($10,5 \mu\text{g l}^{-1}$) è stato raggiunto alla quota 40 m della stazione BO2. **Alluminio**,

cromo e **nicel**, invece, sono risultati sempre misurabili e con una variabilità piuttosto elevata (coefficiente di variazione CV medio ~60%). I rispettivi massimi sono stati raggiunti alla quota 20 m della stazione BO2 (10,96 $\mu\text{g l}^{-1}$), alla quota 40 m della BO4 (0,82 $\mu\text{g l}^{-1}$) e a -40 m della BO1 (1,05 $\mu\text{g l}^{-1}$). **Arsenico, bario, vanadio e silicio** sono stati anch'essi sempre rilevati ma hanno mostrato una minore variabilità, in particolar modo As e Ba (CV medio <10%). Le massime concentrazioni di questi quattro metalli sono state registrate rispettivamente a -20 m della stazione BO6 (2,00 $\mu\text{g l}^{-1}$), al fondo della BO1 (10,6 $\mu\text{g l}^{-1}$), a -40 m della BO8 (0,54 $\mu\text{g l}^{-1}$) e al fondo della BO3 (0,24 mg l^{-1}). Solo per Si è stata evidenziata una distribuzione verticale con i valori maggiori in prossimità del fondo.

Anche a **settembre cadmio, mercurio e indio** sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità. A questi si aggiunge il **rame** rilevato solo in due campioni. La presenza di **piombo** è stata registrata solo in 5 campioni ma in concentrazioni molto vicine al limite di rilevabilità, mentre **ferro** e **zinco** sono stati quantificati in circa il 50% dei campioni senza evidenziare particolari andamenti nella distribuzione spaziale e verticale. I rispettivi massimi sono stati pari a 14,22 $\mu\text{g l}^{-1}$ (20 m, BO5), e 14,96 $\mu\text{g l}^{-1}$ (superficie, BO4). Tutti gli altri elementi analizzati (eccetto il vanadio in un campione) sono risultati sempre al di sopra dei propri limiti di rilevabilità. **Arsenico, bario, vanadio e silicio** sono risultati poco variabili anche in questo survey, come indicato dai rispettivi valori medi (1,69±0,17 $\mu\text{g l}^{-1}$; 8,33±0,47 $\mu\text{g l}^{-1}$; 0,22±0,08 $\mu\text{g l}^{-1}$; 0,18±0,04 mg l^{-1}) che sono risultati molto simili a quelli di giugno. Anche i valori massimi non si discostano molto da quelli misurati nel survey precedente e sono stati raggiunti al fondo della stazione BO8 (2,06 $\mu\text{g l}^{-1}$), in superficie della BO2 (9,53 $\mu\text{g l}^{-1}$), e rispettivamente in superficie (0,41 $\mu\text{g l}^{-1}$) e al fondo della BO6 (0,25 mg l^{-1}). Anche a settembre il **silicio** è risultato più abbondante alle quote di fondo, con il massimo di 0,25 mg l^{-1} in BO4. Le valutazioni fatte a giugno per **alluminio, cromo e nicel** sono valide anche per questo survey. Infatti, sono risultati simili sia la distribuzione statistica delle concentrazioni (CV medio ~56%) sia i valori medi (rispettivamente pari a 4,51±2,27 $\mu\text{g l}^{-1}$, 0,31±0,14 $\mu\text{g l}^{-1}$ e 0,45±0,23 $\mu\text{g l}^{-1}$). I rispettivi massimi sono risultati pari a 13,86 $\mu\text{g l}^{-1}$ (20 m, BO4), 0,72 $\mu\text{g l}^{-1}$ (fondo, BO3) e a 1,19 $\mu\text{g l}^{-1}$ (fondo, BO1).

A **dicembre cadmio, mercurio, nicel, rame e indio** sono risultati non rilevabili salvo rarissime eccezioni, mentre **ferro** e **piombo** erano presenti rispettivamente solo in 7 e 6 campioni casualmente distribuiti. Lo **zinco**, invece, è risultato quantificabile nel 70% dei campioni non evidenziando tuttavia alcun andamento particolare nella distribuzione spaziale, né concentrazioni particolarmente elevate. Il massimo, raggiunto in superficie

della BO8, è risultato infatti pari a 16,00 $\mu\text{g l}^{-1}$. Tutti gli altri elementi erano presenti ovunque eccetto il silicio in due campioni. **Alluminio, cromo e silicio** hanno confermato gli andamenti e le concentrazioni già evidenziati precedentemente. Anche i massimi sono rimasti simili, risultando rispettivamente pari a 15,59 $\mu\text{g l}^{-1}$ (40 m, BO2), 0,64 $\mu\text{g l}^{-1}$ (superficie, BO2) e 0,19 mg l^{-1} (fondo, BO1). Per il **silicio** è stato evidenziato il consueto andamento verticale con i massimi sempre al fondo. **Arsenico, bario e vanadio**, pur rimanendo poco variabili (CV medio $\sim 10\%$), rispetto ai survey precedenti hanno evidenziato delle differenze. Nel dettaglio, le concentrazioni medie di As e Ba sono risultate minori ($1,15 \pm 0,14$ e $7,09 \pm 0,48$ $\mu\text{g l}^{-1}$ rispettivamente), mentre quella di V è aumentata ($1,04 \pm 0,11$ $\mu\text{g l}^{-1}$). Comunque, non è stato evidenziato alcun trend spaziale.

Tab. 2-XIX – Metalli pesanti ($\mu\text{g/l}$; Si in mg/l) determinati a giugno, settembre e dicembre 2016.

Stazione	Giugno 2016													
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
BO1 sup	1,54	1,30	9,03	< 0,1	0,44	8,13	< 0,1	0,36	< 0,1	< 0,1	0,53	< 0,1	< 0,1	0,13
BO1 20 m	3,97	1,80	9,61	< 0,1	0,55	< 5	< 0,1	0,97	< 0,1	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	0,14
BO1 40 m	2,61	1,72	9,28	< 0,1	0,28	< 5	< 0,1	1,05	< 0,1	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	0,16
BO1 fondo	7,95	1,84	10,59	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	0,51	< 0,1	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	0,19
BO2 sup	7,35	1,58	8,42	< 0,1	0,34	< 5	< 0,1	0,55	0,15	0,12	0,11	3,06	< 0,1	0,13
BO2 20 m	10,96	1,66	8,84	< 0,1	0,49	7,70	< 0,1	0,68	0,23	0,17	0,15	2,72	< 0,1	0,14
BO2 40 m	8,77	1,78	7,74	< 0,1	0,28	5,63	< 0,1	0,31	0,10	< 0,1	< 0,1	10,46	< 0,1	0,16
BO2 fondo	6,24	1,74	8,20	< 0,1	0,36	< 5	< 0,1	0,52	0,16	< 0,1	0,22	2,86	< 0,1	0,19
BO3 sup	3,43	1,74	8,12	< 0,1	0,31	< 5	< 0,1	0,44	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,12
BO3 20 m	4,03	1,63	7,77	< 0,1	0,29	< 5	< 0,1	0,42	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,88	< 0,1	0,15
BO3 40 m	2,59	1,86	7,94	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	0,35	< 0,1	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	0,16
BO3 fondo	2,55	1,92	8,27	< 0,1	0,31	< 5	< 0,1	0,48	< 0,1	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	0,24
BO4 sup	1,42	1,69	7,92	< 0,1	0,24	< 5	0,17	0,32	< 0,1	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,15
BO4 20 m	8,12	1,70	8,15	< 0,1	0,34	7,85	< 0,1	0,47	0,27	0,29	0,20	2,92	< 0,1	0,15
BO4 40 m	8,55	1,56	7,88	< 0,1	0,82	5,18	< 0,1	0,98	0,26	0,72	0,49	4,05	< 0,1	0,15
BO4 fondo	2,38	1,79	7,95	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	0,48	< 0,1	< 0,1	0,34	3,13	< 0,1	0,24
BO5 sup	1,82	1,61	7,99	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,34	< 0,1	< 0,1	0,12
BO5 20 m	2,03	1,85	7,39	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	0,12
BO5 40 m	2,15	1,67	7,58	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	0,19	< 0,1	< 0,1	0,38	< 0,1	< 0,1	0,12
BO5 fondo	6,74	1,73	8,23	< 0,1	0,34	< 5	< 0,1	0,50	< 0,1	< 0,1	0,38	7,93	< 0,1	0,21
BO6 sup	1,46	1,78	7,82	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	0,13	< 0,1	0,12	0,30	< 0,1	< 0,1	0,14
BO6 20 m	3,05	2,00	7,82	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	0,19	< 0,1	< 0,1	0,28	< 0,1	< 0,1	0,14
BO6 40 m	2,26	1,84	8,49	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	0,24	< 0,1	< 0,1	0,37	< 0,1	< 0,1	0,14
BO6 fondo	2,25	1,75	7,96	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	0,31	3,48	< 0,1	0,22
BO7 sup	1,66	1,64	7,98	< 0,1	0,17	< 5	0,14	0,26	< 0,1	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	0,13
BO7 20 m	2,61	1,47	7,51	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	0,31	0,11	< 0,1	0,25	5,82	< 0,1	0,11
BO7 40 m	2,42	1,85	7,28	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,50	< 0,1	< 0,1	0,16
BO7 fondo	2,98	1,73	7,98	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	0,22
BO8 sup	1,58	1,56	7,82	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	0,43	< 0,1	< 0,1	0,15
BO8 20 m	1,86	1,59	7,54	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,47	< 0,1	< 0,1	0,14
BO8 40 m	2,86	1,75	7,52	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,54	< 0,1	< 0,1	0,16
BO8 fondo	2,36	1,56	7,70	< 0,1	0,20	6,70	< 0,1	0,18	0,34	< 0,1	0,44	8,64	< 0,1	0,21

Tab. 2-XIX – Continuo.

Settembre 2016														
Stazione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
BO1 sup	2,31	1,37	8,84	< 0,1	0,29	< 5	< 0,1	0,43	< 0,1	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	0,15
BO1 20 m	2,03	1,69	8,71	< 0,1	0,63	10,67	< 0,1	0,84	0,51	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	0,15
BO1 40 m	3,47	1,89	8,11	< 0,1	0,33	< 5	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	0,26	< 0,1	< 0,1	0,17
BO1 fondo	5,14	1,92	8,48	< 0,1	0,47	7,93	< 0,1	1,19	0,24	0,28	0,19	< 0,1	< 0,1	0,22
BO2 sup	1,22	1,56	9,53	< 0,1	0,32	6,39	< 0,1	0,90	0,23	< 0,1	0,24	4,99	< 0,1	0,13
BO2 20 m	4,91	1,55	8,34	< 0,1	0,37	5,04	< 0,1	0,46	< 0,1	< 0,1	0,33	2,82	< 0,1	0,15
BO2 40 m	3,70	1,72	8,28	< 0,1	0,27	< 5	< 0,1	0,30	< 0,1	< 0,1	0,29	2,71	< 0,1	0,15
BO2 fondo	5,23	1,77	8,00	< 0,1	0,32	< 5	< 0,1	0,40	< 0,1	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	0,24
BO3 sup	3,05	1,65	8,59	< 0,1	0,36	< 5	< 0,1	0,40	< 0,1	< 0,1	0,33	< 0,1	< 0,1	0,15
BO3 20 m	3,09	1,90	8,24	< 0,1	0,30	< 5	< 0,1	0,28	< 0,1	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	0,16
BO3 40 m	3,52	1,46	7,99	< 0,1	0,26	< 5	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	0,26	< 0,1	< 0,1	0,17
BO3 fondo	8,81	1,79	8,49	< 0,1	0,72	8,78	< 0,1	0,71	0,18	< 0,1	0,23	7,35	< 0,1	0,23
BO4 sup	3,17	1,45	8,91	< 0,1	0,30	6,94	0,18	0,55	< 0,1	< 0,1	0,10	14,96	< 0,1	0,13
BO4 20 m	13,86	1,67	8,68	< 0,1	0,61	11,30	< 0,1	0,70	0,16	< 0,1	0,12	2,51	< 0,1	0,16
BO4 40 m	4,14	1,85	7,93	< 0,1	0,26	5,23	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	0,16
BO4 fondo	5,01	1,77	7,94	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	< 0,1	8,37	< 0,1	0,25
BO5 sup	5,80	1,86	9,04	< 0,1	0,26	< 5	< 0,1	0,71	< 0,1	0,25	0,22	6,46	< 0,1	0,17
BO5 20 m	6,54	1,78	8,92	< 0,1	0,53	14,22	< 0,1	0,47	< 0,1	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	0,19
BO5 40 m	6,73	1,93	8,13	< 0,1	0,26	6,14	< 0,1	0,48	< 0,1	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	0,20
BO5 fondo	4,23	1,48	7,80	< 0,1	0,25	5,30	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,24
BO6 sup	4,00	1,70	8,83	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,46	< 0,1	< 0,1	0,41	3,51	< 0,1	0,13
BO6 20 m	4,93	1,71	7,96	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	0,21	< 0,1	< 0,1	0,13
BO6 40 m	5,81	1,77	8,07	< 0,1	0,23	6,44	< 0,1	0,42	< 0,1	< 0,1	0,18	9,30	< 0,1	0,17
BO6 fondo	4,03	1,60	7,79	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	0,25
BO7 sup	3,56	1,38	8,71	< 0,1	0,20	< 5	0,13	0,39	< 0,1	< 0,1	0,12	2,84	< 0,1	0,14
BO7 20 m	2,99	1,56	7,87	< 0,1	0,22	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	0,17
BO7 40 m	4,50	1,65	7,92	< 0,1	0,36	5,89	< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,1	0,18	7,16	< 0,1	0,16
BO7 fondo	3,54	1,46	7,67	< 0,1	0,13	5,14	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,1	0,28	< 0,1	< 0,1	0,23
BO8 sup	2,51	1,66	8,75	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	0,38	< 0,1	< 0,1	0,34	< 0,1	< 0,1	0,13
BO8 20 m	4,54	1,59	8,48	< 0,1	0,24	5,88	< 0,1	0,43	< 0,1	< 0,1	0,21	< 0,1	< 0,1	0,18
BO8 40 m	3,39	1,84	7,65	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,44	< 0,1	< 0,1	0,22	< 0,1	< 0,1	0,19
BO8 fondo	4,66	2,06	7,83	< 0,1	0,21	5,82	< 0,1	0,56	< 0,1	< 0,1	0,35	1,53	< 0,1	0,23

Tab. 2-XIX – Continuo.

Dicembre 2016														
Stazione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
BO1 sup	4,05	1,27	6,98	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	1,06	8,09	< 0,1	0,12
BO1 20 m	3,00	1,24	6,59	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,86	2,92	< 0,1	< 0,1
BO1 40 m	2,39	1,11	6,77	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,86	0,27	< 0,1	< 0,1
BO1 fondo	3,52	1,20	8,73	< 0,1	0,29	< 5	< 0,1	< 0,1	0,17	< 0,1	1,02	2,15	< 0,1	0,19
BO2 sup	5,99	1,20	7,29	< 0,1	0,64	8,79	< 0,1	< 0,1	0,31	< 0,1	0,90	1,02	< 0,1	0,13
BO2 20 m	7,29	0,85	7,21	< 0,1	0,41	5,35	< 0,1	< 0,1	0,12	< 0,1	0,94	3,63	< 0,1	0,16
BO2 40 m	15,59	1,25	7,29	< 0,1	0,29	< 5	< 0,1	< 0,1	0,30	< 0,1	1,04	9,50	< 0,1	0,12
BO2 fondo	6,06	1,25	7,04	< 0,1	0,34	6,51	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,00	4,43	< 0,1	0,15
BO3 sup	3,26	1,08	6,76	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,87	1,78	< 0,1	0,12
BO3 20 m	3,91	1,00	6,97	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,92	< 0,1	< 0,1	0,13
BO3 40 m	4,38	0,96	6,73	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,91	< 0,1	< 0,1	0,14
BO3 fondo	4,26	1,18	7,05	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,99	< 0,1	< 0,1	0,15
BO4 sup	4,13	1,26	7,06	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,04	1,22	< 0,1	0,12
BO4 20 m	3,79	1,07	6,69	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,03	< 0,1	< 0,1	0,16
BO4 40 m	3,87	1,13	6,84	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,97	< 0,1	< 0,1	0,13
BO4 fondo	4,73	1,13	6,96	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,00	3,33	< 0,1	0,18
BO5 sup	9,95	1,06	8,09	< 0,1	0,36	7,61	< 0,1	0,21	0,28	< 0,1	1,03	4,12	< 0,1	0,13
BO5 20 m	6,29	1,06	6,50	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,09	0,54	< 0,1	0,14
BO5 40 m	6,67	0,97	6,55	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,09	4,68	< 0,1	0,13
BO5 fondo	5,72	1,07	8,02	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,13	13,17	< 0,1	0,14
BO6 sup	5,43	1,19	6,82	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,25	11,47	< 0,1	0,11
BO6 20 m	4,18	1,12	7,00	< 0,1	0,51	6,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,21	< 0,1	< 0,1	0,12
BO6 40 m	3,51	0,98	6,72	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,22	2,51	< 0,1	0,14
BO6 fondo	7,66	1,35	7,56	< 0,1	0,44	12,26	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,23	2,99	< 0,1	0,17
BO7 sup	5,31	0,88	7,37	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,01	1,94	< 0,1	0,14
BO7 20 m	4,12	1,28	6,59	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,97	< 0,1	< 0,1	0,14
BO7 40 m	3,71	1,29	6,89	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,03	< 0,1	< 0,1	0,13
BO7 fondo	3,42	1,14	7,33	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,07	< 0,1	< 0,1	0,16
BO8 sup	6,87	1,31	7,14	< 0,1	0,25	5,32	< 0,1	< 0,1	0,13	< 0,1	1,10	16,00	< 0,1	0,14
BO8 20 m	4,39	1,21	6,89	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,15	3,61	< 0,1	0,13
BO8 40 m	3,35	1,15	6,94	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,19	< 0,1	< 0,1	0,14
BO8 fondo	3,71	1,54	7,51	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,03	0,78	< 0,1	0,18

2.2.1.7 Considerazioni e analisi dei dati sul ciclo annuale

Indagini fisiche-chimiche-biologiche della colonna d'acqua

In questo capitolo vengono analizzati i risultati dei monitoraggi effettuati durante il 2016 (1° anno post lavori di installazione), nelle campagne di febbraio (ENI1_2016), marzo (ENI2_2016), aprile (ENI3_2016), giugno (ENI4_2016), settembre (ENI5_2016) e dicembre (ENI6_2016).

I parametri conservativi (temperatura e salinità) hanno seguito nello strato superficiale il ciclo stagionale con minimi di temperatura di 12,7°C in febbraio-marzo e massimi di 24,9°C in settembre (fig. 2.33). La salinità è variata da 37,4 a 38,8 psu con minimi in giugno e settembre (fig. 2.33). La variabilità delle condizioni termo-aline al fondo è risultata più contenuta, con temperature tra 12,8 e 16,2°C e la salinità fra 38,6 e 38,7 psu.

La concentrazione di materiale sospeso ha mostrato in generale un tendenza ad aumentare verso il fondo (fig. 2.34). Le massime concentrazioni di ossigeno disciolto sono state rilevate nel periodo più caldo a quote intorno a 30-40 m, mentre nel periodo di stratificazione è avvenuta una diminuzione delle % di saturazione verso il fondo (fig. 2.34). Non si sono tuttavia verificati eventi di anossia o ipossia.

L'attività fotosintetica, come evidenziato dalla fluorescenza *in situ*, mostra un ciclo annuale con valori più elevati in superficie nei mesi di febbraio e marzo e con una tendenza dei picchi di concentrazione a spostarsi più in profondità in aprile e in estate (fig. 2.34).

La clorofilla *a* è risultata sempre relativamente bassa (inferiore a 800 ng l⁻¹ in tutte le situazioni), con concentrazioni più elevate in primavera e minimi in settembre, 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 in febbraio. I massimi di abbondanza di diatomee, come stimato 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).

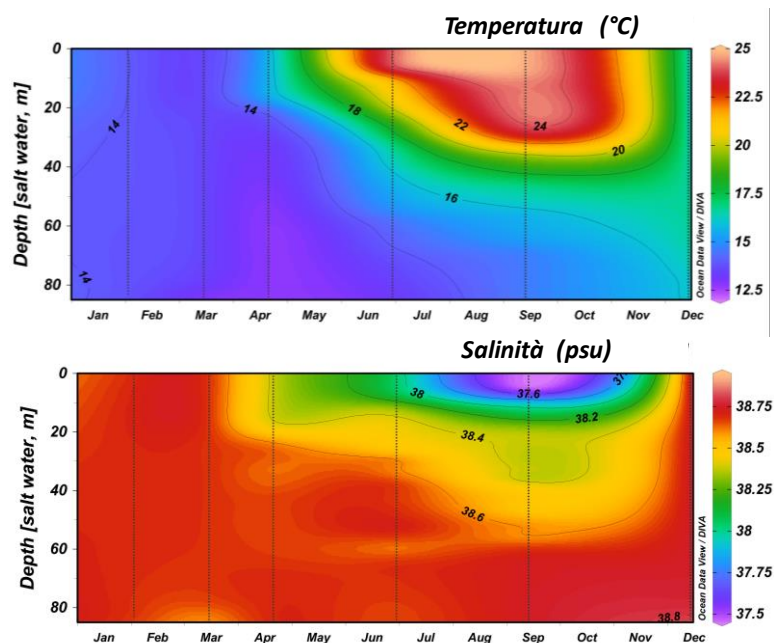


Fig. 2.33 - Andamento temporale della temperatura (in °C) e della salinità (in psu) nel periodo di campionamento (da febbraio a dicembre 2016).

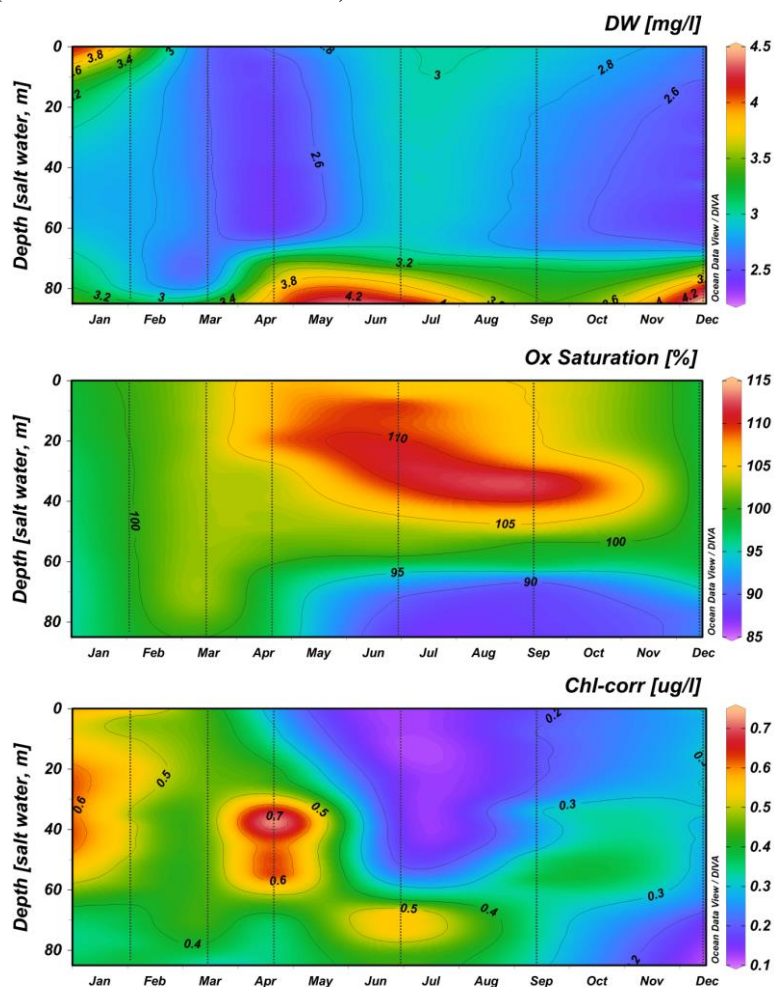


Fig. 2.34 - Andamento temporale della torbidità (in mg l^{-1}), dell'ossigeno disciolto (in % di saturazione) e della fluorescenza in situ (espressa come $\mu\text{g l}^{-1}$ di clorofilla) nel periodo di campionamento (da febbraio a dicembre 2016).

Allo scopo di mettere in evidenza eventuali alterazioni nei parametri ambientali causate dalle attività di estrazione, sono state analizzate per ogni campagna le differenze fra le stazioni a 100 m dalla piattaforma (stazioni BO1, BO2, BO3, BO4), che più direttamente possono essere modificate nelle loro caratteristiche ambientali dalle attività in corso estrattive, e le stazioni localizzate a 2000 m (stazioni BO5, BO6, BO7, BO8), considerate come controlli.

Da questa analisi non sono emerse differenze per quanto riguarda le condizioni oceanografiche generali (temperatura, salinità, ossigeno disciolto), mentre sono state evidenziate alcune differenze nelle concentrazioni medie dei vari parametri analizzati (Tabb. 2-XX e 2-XXI). Nelle stazioni in prossimità della piattaforma sono risultati più elevati i nitrati (fig. 2.35), gli ortofosfati (fig. 2.36) e ortosilicati in febbraio. Mentre in primavera-estate ammoniaca, ortofosfati e ortosilicati tendono ad aumentare nelle stazioni a 2000 m.

Tab. 2-XX - Medie della temperatura, salinità, % di saturazione dell'ossigeno disciolto, concentrazione di nitriti, nitrati, ammoniaca, ortofosfati ed ortosilicati nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016.

Survey	Distanza Piatt. [m]	Temp. [°C]	Salinità [psu]	Ossigeno [sat %]	NO ₂ [μM]	NO ₃ [μM]	NH ₃ [μM]	PO ₄ [μM]	Si(OH) ₄ [μM]
ENI1_2016	100	13.95	38.70	99.7	0.32	1.66	0.41	0.27	2.13
	2000	13.91	38.70	99.8	0.32	1.37	0.54	0.13	1.81
ENI2_2016	100	13.43	38.66	102.3	0.27	0.88	0.63	0.18	1.63
	2000	13.48	38.67	102.6	0.27	0.88	0.81	0.30	1.38
ENI3_2016	100	14.09	38.54	104.3	0.32	0.76	0.67	0.12	2.59
	2000	14.01	38.58	103.6	0.29	0.74	0.51	0.11	1.58
ENI4_2016	100	18.43	38.46	103.1	0.13	0.80	0.35	0.12	1.51
	2000	18.36	38.47	102.9	0.13	0.81	0.88	0.19	2.32
ENI5_2016	100	20.68	38.25	102.3	0.20	1.12	0.36	0.12	2.26
	2000	20.52	38.27	101.9	0.16	1.14	0.63	0.13	2.23
ENI6_2016	100	16.48	38.75	96.6	0.23	1.21	1.02	0.14	2.13
	2000	16.51	38.76	96.6	0.21	1.03	0.83	0.16	1.91

Il TSM è risultato più elevato nelle stazioni a 100 m a febbraio, mentre negli altri survey condotti in primavera ed estate è apparso tendenzialmente più elevato nelle stazioni a 2000 m (fig. 2.37). Infine, le clorofille non risultano avere una distribuzione spaziale correlata in modo significativo alla posizione delle stazioni rispetto alla piattaforma (fig. 2.38).

Da notare che la variabilità all'interno dello stesso gruppo di stazioni o lungo la colonna d'acqua per i diversi parametri considerati, come evidenziato dai valori della deviazione

standard, è risultata spesso maggiore di quella presente fra le stazioni. Pertanto, i trend osservati possono essere attribuiti in larga parte alla variabilità delle condizioni idrologiche nell'area e lungo la colonna, piuttosto che alla presenza della piattaforma.

Tab. 2-XXI - Medie del sospeso totale (*TSM*), clorofilla *c* (*Chl_c*), clorofilla *b* (*Chl_b*) e clorofilla *a* (*Chl_a*) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016.

Survey	Distanza Piatt. [m]	TSM [mg l ⁻¹]	Chl_c [ng l ⁻¹]	Chl_b [ng l ⁻¹]	Chl_a [ng l ⁻¹]
ENI1_2016	100	3.43	31.66	133.39	314.08
	2000	2.73	26.41	148.70	317.15
ENI2_2016	100	2.66	19.86	61.50	310.48
	2000	3.22	20.28	59.08	349.53
ENI3_2016	100	3.15	32.70	63.19	363.04
	2000	3.28	24.78	49.54	348.15
ENI4_2016	100	3.31	11.91	27.22	121.32
	2000	3.41	11.97	26.33	123.17
ENI5_2016	100	3.67	9.93	45.09	138.50
	2000	3.94	10.79	48.16	156.24
ENI6_2016	100	3.50	7.43	16.99	206.50
	2000	3.36	6.89	13.88	230.47

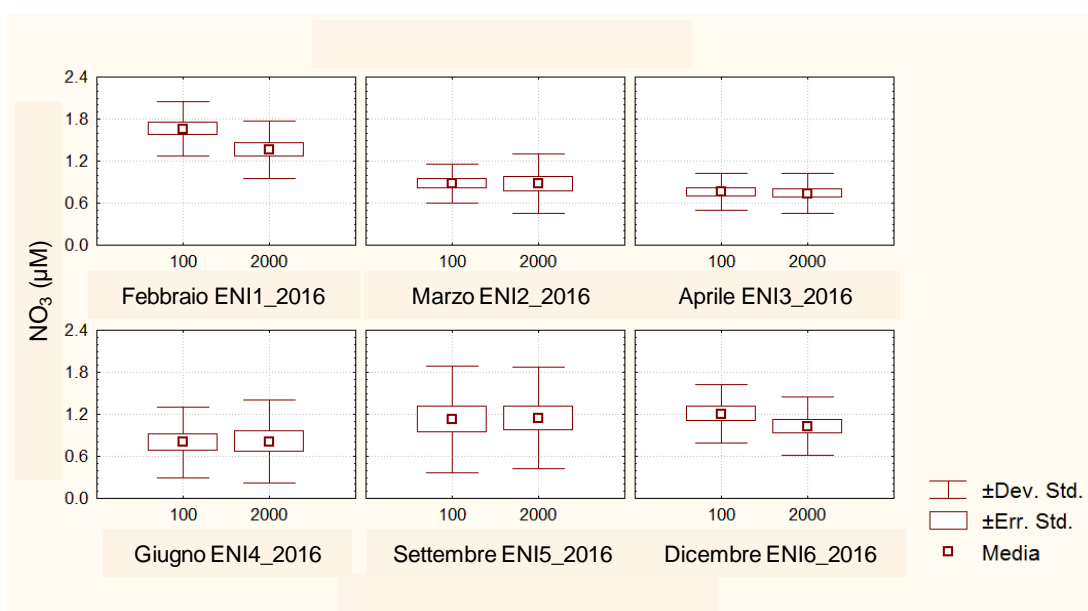


Fig. 2.35 - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di **nitrati** (NO_3) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzati con il software STATISTICA.

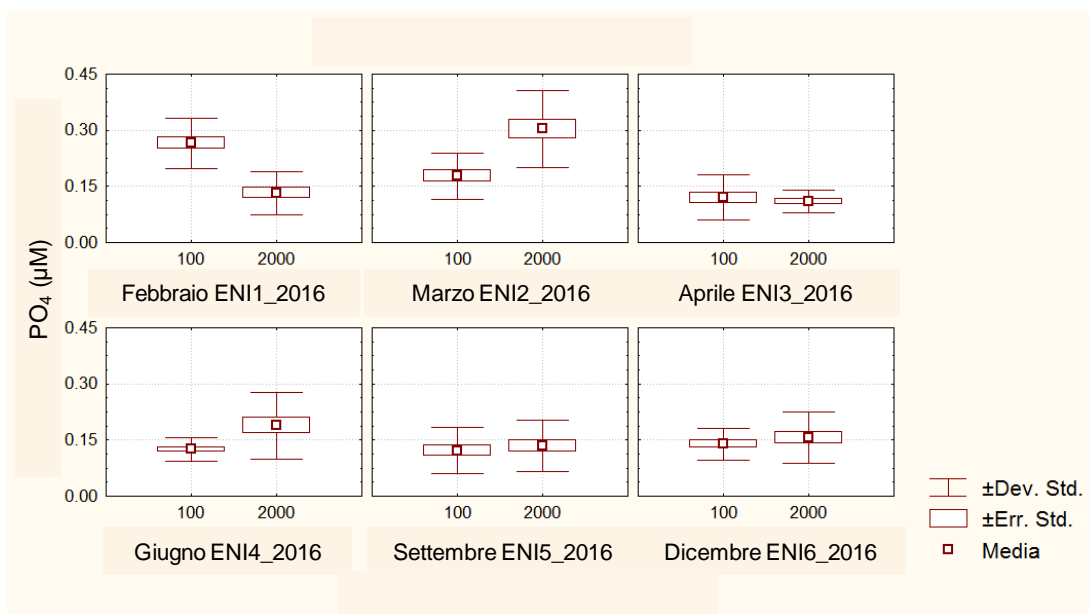


Fig. 2.36 - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di **ortofosfati** (PO_4) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzati con il software STATISTICA.

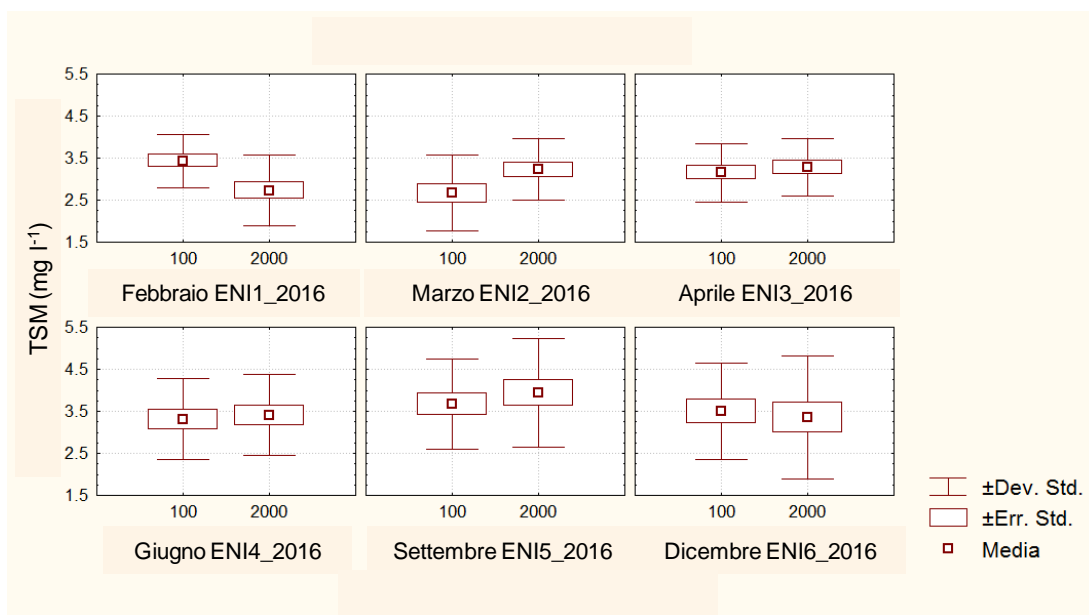


Fig. 2.37 - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di **materiale sospeso – TSM** nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzati con il software STATISTICA.

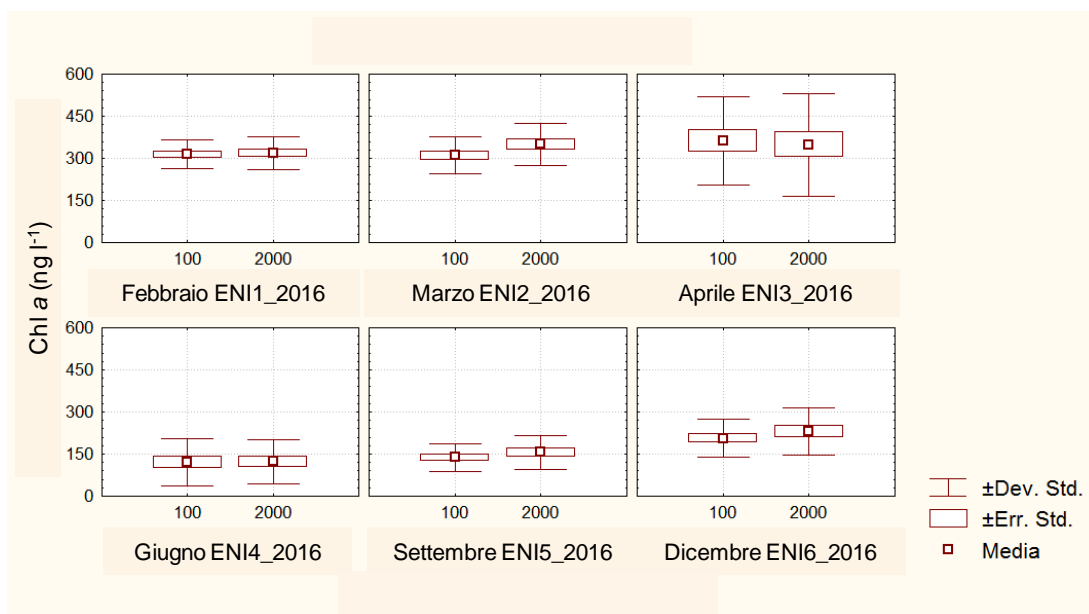


Fig. 2.38 - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di **clorofilla a** (Chl *a*) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzati con il software STATISTICA.

Metalli e inquinanti organici su colonna d'acqua

Anche per quanto riguarda gli inquinanti inorganici e organici, le osservazioni effettuate nel secondo semestre 2016 (crociere ENI4, ENI5 ed ENI6) sono state confrontate con i risultati ottenuti nei monitoraggi del primo semestre (ENI1, ENI2 ed ENI3).

Nel dettaglio, nella fig. 2.39 sono mostrati i confronti tra le concentrazioni medie (\pm dev. st.) delle specie chimiche analizzate. Data la scarsità di dati al di sopra del limite di rilevabilità, nessun composto organico, ad eccezione degli idrocarburi alifatici, è stato incluso in questa analisi. Da tale confronto si sono rilevate alcune differenze significative tra i due periodi analizzati (indicate dal doppio asterisco rosso nella figura). Più nello specifico, alluminio e vanadio nelle crociere evidenziate del primo semestre sono risultati presenti in concentrazioni medie significativamente più alte rispetto a tutti gli altri survey.

Il confronto effettuato distinguendo le medie tra le stazioni di campionamento vicino alla piattaforma e quelle di controllo (Tab. 2-XXII e 2-XXIII), non evidenzia tuttavia per questi due elementi alcuna differenza significativa tra le stazioni vicine e lontane dalla piattaforma in alcun survey analizzato (fatta eccezione per l'alluminio a giugno). Le maggiori concentrazioni di questi due metalli nel primo semestre è quindi imputabile a un loro generale aumento nell'intera area. Tutti gli altri elementi hanno invece evidenziato valori medi relativamente costanti con nessuna differenza significativa tra le diverse crociere e tra i due semestri.

Anche l'analisi dei dati ottenuta scorporando ed evidenziando dai dati generali quelli per le quote di superficie e di fondo (fig. 2.40) ha consolidato questa ipotesi. Infatti nessuna differenza o trend significativo si sono evidenziati da questo confronto, mettendo in luce una generale omogeneità anche nella colonna d'acqua. Considerati infine gli analoghi trend generali evidenziati da alcuni parametri idrologici, le differenze riscontrate potrebbero essere imputate a una naturale e complessiva variabilità, anche stagionale, della zona. Inoltre, non sono apparsi distinguibili particolari trend delle concentrazioni per alcuna specie chimica considerata in relazione alla profondità, fatta eccezione, come già evidenziato, per il silicio. L'aumento della concentrazione nei campioni di fondo di questo elemento rispetto alle altre quote intermedie, è probabilmente da mettere in relazione a fenomeni di risospensione evidenziati altresì anche dal netto aumento a questa quota del carico solido sospeso.

Per quanto concerne eventuali peculiarità dei siti posizionati nei pressi della piattaforma rispetto ai controlli, l'unico survey a presentare delle differenze statisticamente significative è stato quello di giugno. In questo periodo infatti, le stazioni più interne, oltre ai già analizzati BTEX, hanno mostrato una concentrazione significativamente superiore rispetto alle stazioni a 2000 m anche di alluminio, bario, nichel e cromo (Tab 2-XXII). Tali aumenti, tuttavia, appaiono, seppur statisticamente significativi, entro i range misurati durante il corso di tutto l'anno di campionamento.

Alla luce di tutte le considerazioni effettuate non sono stati evidenziati effetti sui parametri analizzati in relazione all'attività della piattaforma Bonaccia NW, e, come già sottolineato per i parametri idrologici, talune differenze osservate in alcuni survey sono probabilmente da imputare alla variabilità delle condizioni idrologiche e meteorologiche della zona.

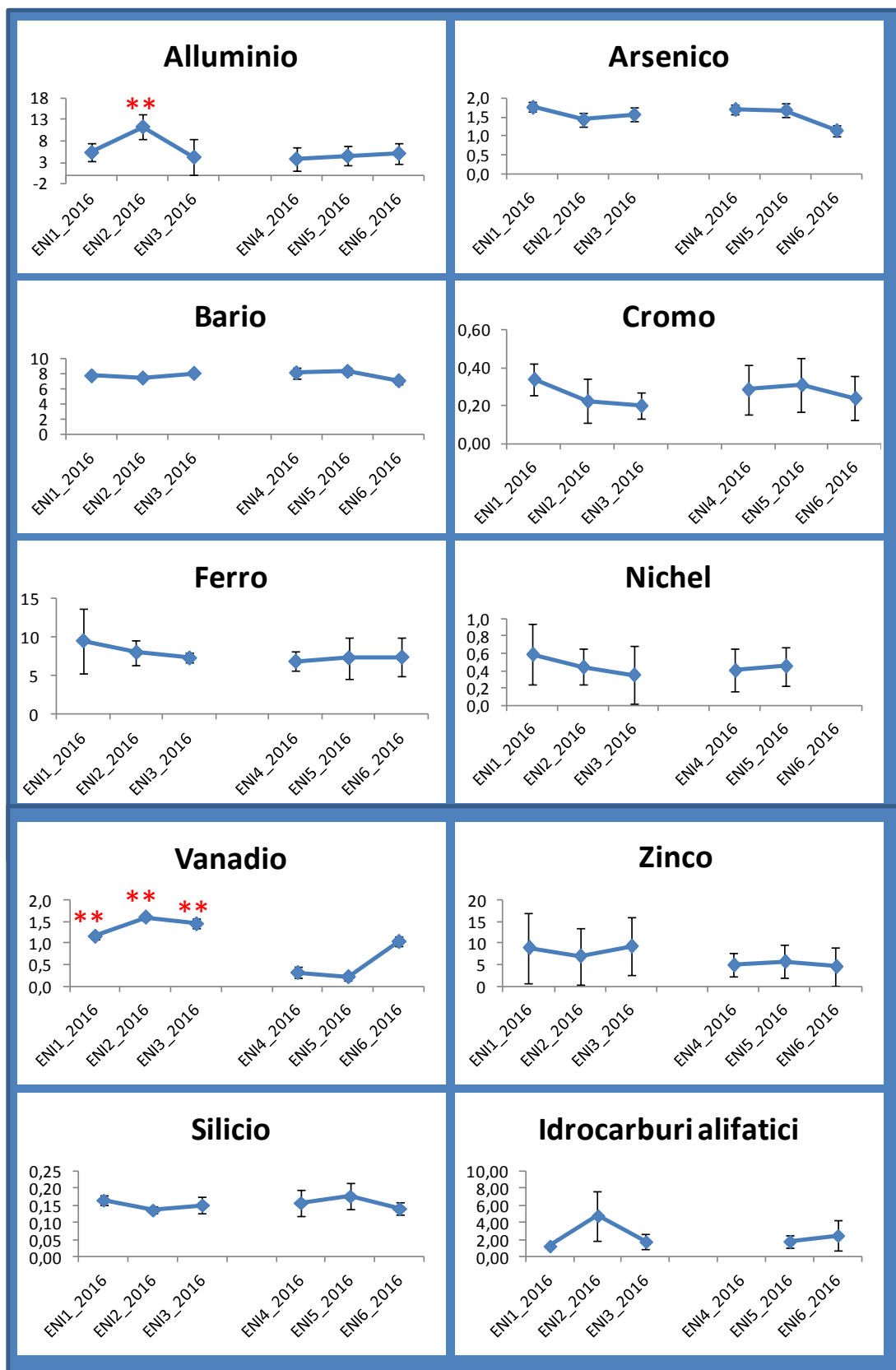


Fig. 2.39 - Andamenti della concentrazione media e delle rispettive deviazioni standard di alluminio, arsenico, bario, cromo ferro, nichel, vanadio, zinco e silice nei survey effettuati durante l'anno 2016 (spiegazione nel testo); statistica realizzata con il software STATISTICA.

Tab. 2-XXII - Medie della concentrazione di alluminio, arsenico, bario, cromo, ferro e nichel nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016 (sono evidenziate le differenze discusse nel testo).

SURVEY	DIST PIATT	Alluminio	Arsenico	Bario	Cromo	Ferro	Nichel
ENI 1 - 2016	100 m	5,60	1,75	7,74	0,37	8,19	0,65
	2000 m	5,16	1,79	7,72	0,31	17,58	0,54
ENI 2 - 2016	100 m	12,07	1,43	7,50	0,25	9,07	0,50
	2000 m	10,55	1,44	7,39	0,20	6,99	0,38
ENI 3 - 2016	100 m	5,01	1,50	8,08	0,20	7,42	0,24
	2000 m	3,50	1,66	8,05	0,21	6,96	0,61
ENI 4 - 2016	100 m	5,15	1,71	8,48	0,35	6,90	0,56
	2000 m	2,55	1,72	7,77	0,22	6,70	0,23
ENI 5 - 2016	100 m	4,54	1,69	8,44	0,38	7,78	0,51
	2000 m	4,40	1,68	8,16	0,24	6,85	0,37
ENI 6 - 2016	100 m	5,01	1,14	7,06	0,25	6,88	0,11
	2000 m	4,96	1,17	7,06	0,22	7,87	-

Tab. 2-XXIII - Medie della concentrazione di vanadio, zinco, silicio e idrocarburi alifatici nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. BO1, BO2, BO3, BO4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. BO5, BO6, BO7, BO8), nelle campagne effettuate nel 2016.

SURVEY	DIST PIATT	Vanadio	Zinco	Silicio	Id. alif
ENI 1 - 2016	100 m	1,12	10,38	0,17	1,18
	2000 m	1,20	5,13	0,16	1,37
ENI 2 - 2016	100 m	1,57	7,82	0,14	5,90
	2000 m	1,63	4,07	0,14	2,60
ENI 3 - 2016	100 m	1,42	10,18	0,15	1,41
	2000 m	1,48	8,41	0,15	2,21
ENI 4 - 2016	100 m	0,24	4,13	0,16	-
	2000 m	0,38	6,47	0,16	-
ENI 5 - 2016	100 m	0,21	6,24	0,17	1,46
	2000 m	0,22	4,87	0,18	2,37
ENI 6 - 2016	100 m	0,96	3,49	0,14	2,65
	2000 m	1,12	5,77	0,14	2,39

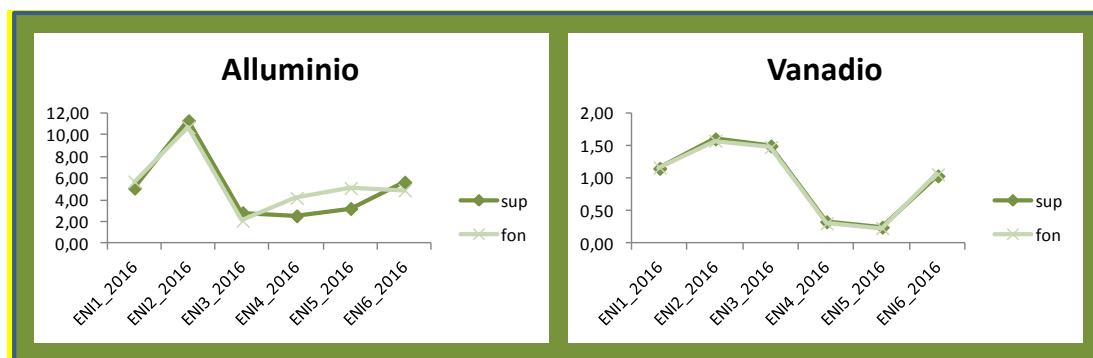


Fig. 2.40 - ndamenti della concentrazione media di alluminio e vanadio in superficie e al fondo nei survey effettuati durante l'anno 2016.

2.2.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Durante i primi 15 gg del periodo preso in considerazione (01/07 - 31/12/2016; per i dati precedenti fare riferimento a Fabi *et al.*, 2016b) le correnti sono risultate tendenzialmente dirette verso S/SE, con rotazione verso N/NW a partire dalla seconda metà di luglio fino ad ottobre. Tra novembre e dicembre le correnti sono nuovamente ruotate prima verso NW e poi, dal 15/12, verso SE. L'intensità della corrente è apparsa relativamente costante senza particolari differenze tra superficie e fondo e con valori generalmente contenuti entro 0,3 m/s (figg. 2.41 e 2.42).

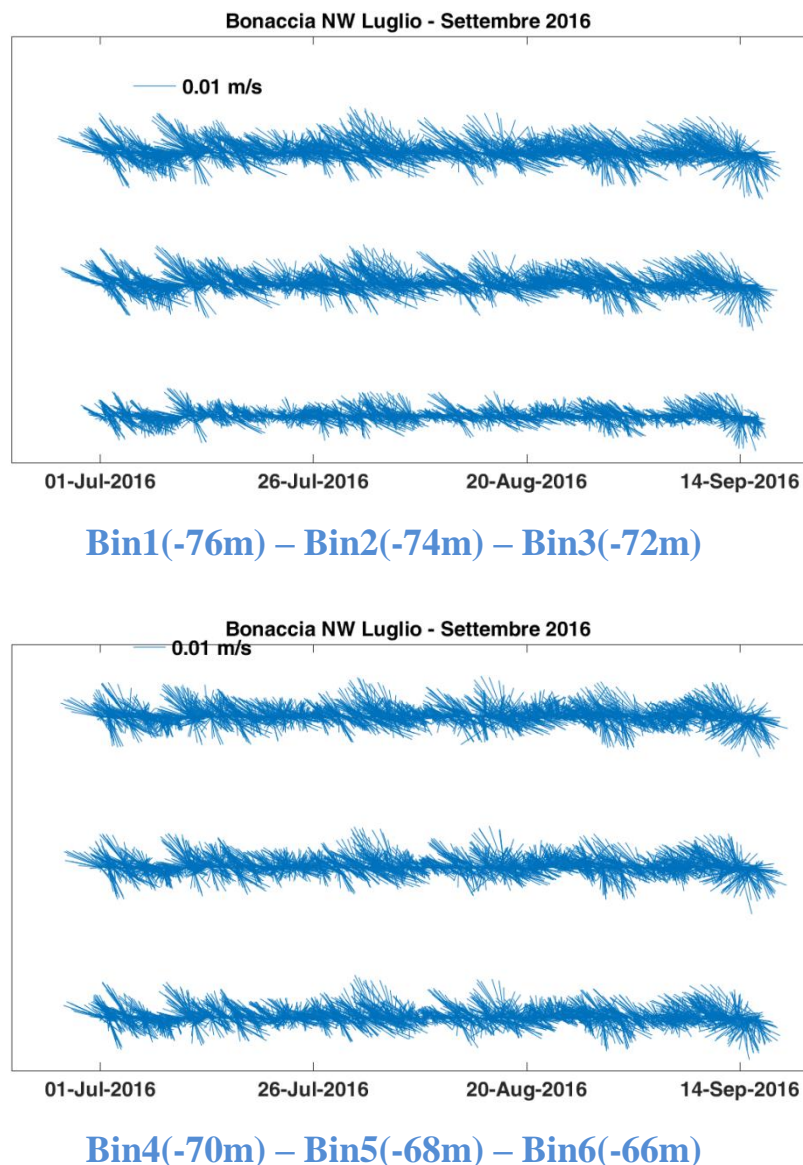
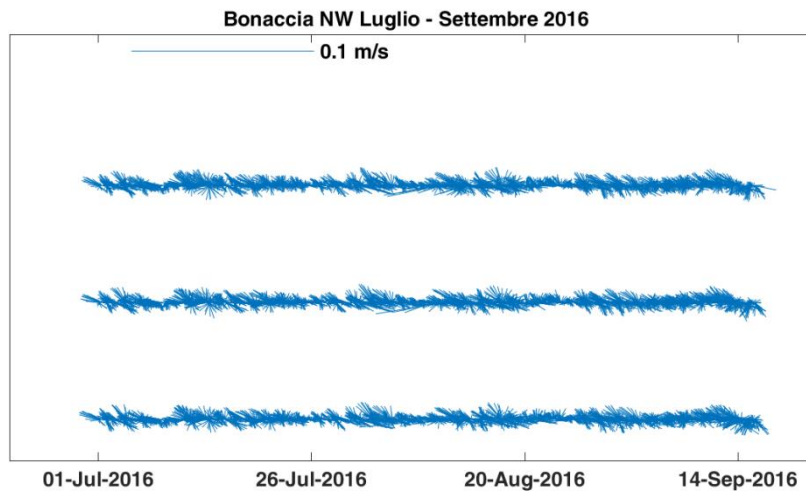
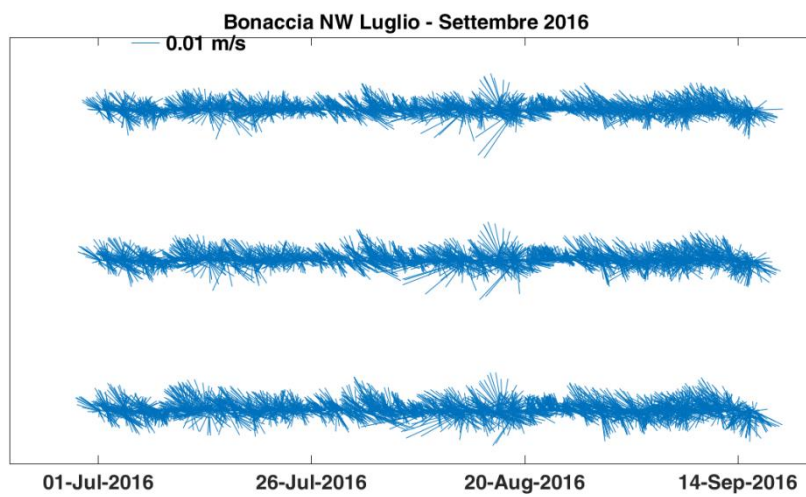


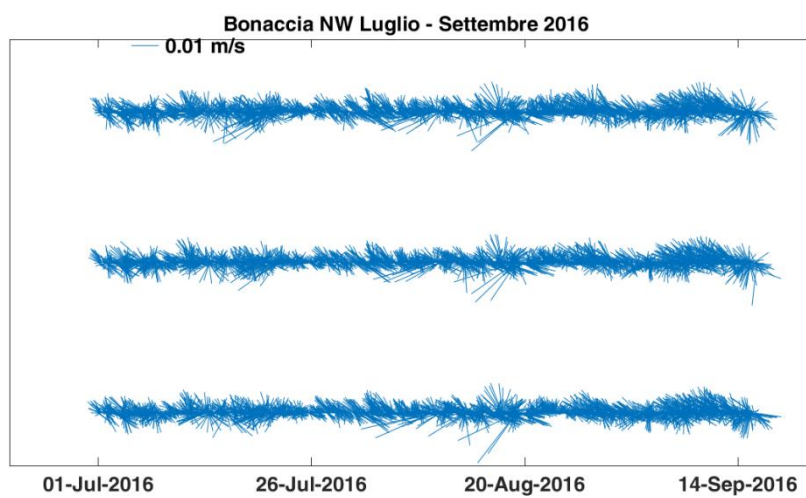
Fig. 2.41 - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con l'ADCP nel periodo luglio - settembre 2016.



Bin7(-64m) – Bin8(-62m) – Bin9(-60m)



Bin10(-58m) – Bin11(-56m) – Bin12(-54m)



Bin13(-52m) – Bin14(-50m) – Bin15(-48m)

Fig. 2.41 - Continuo.

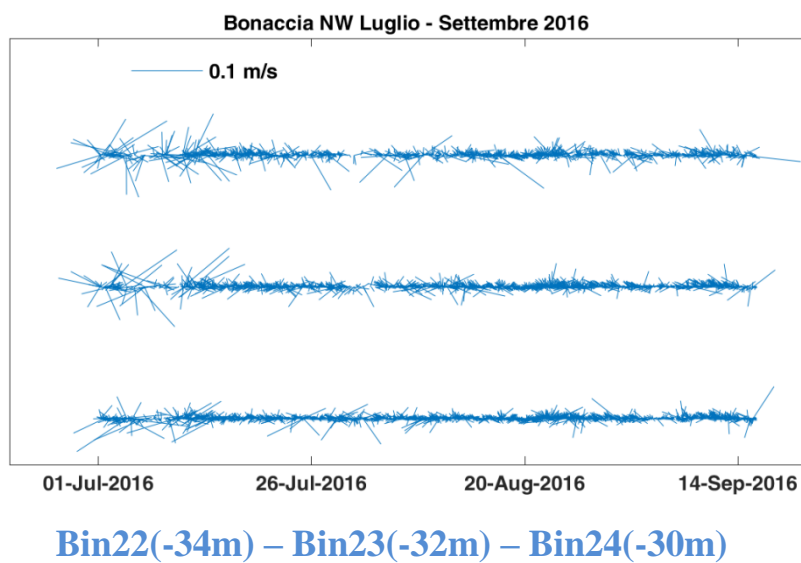
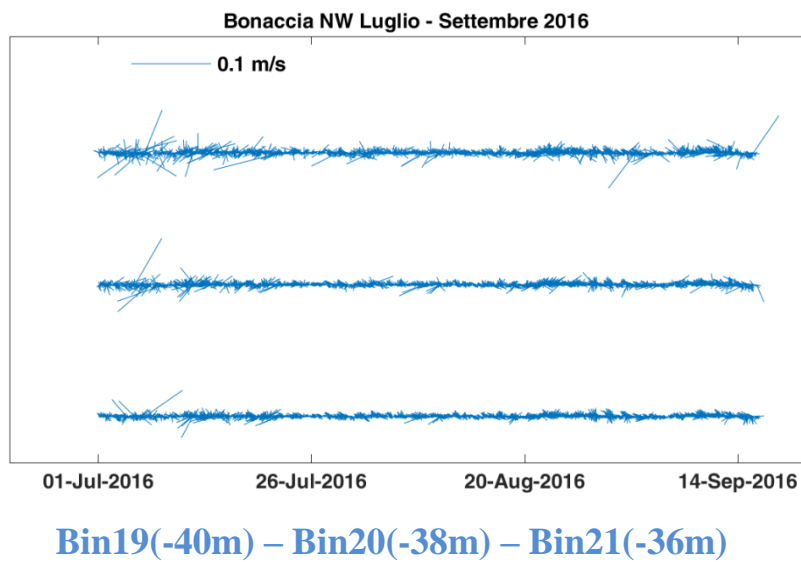
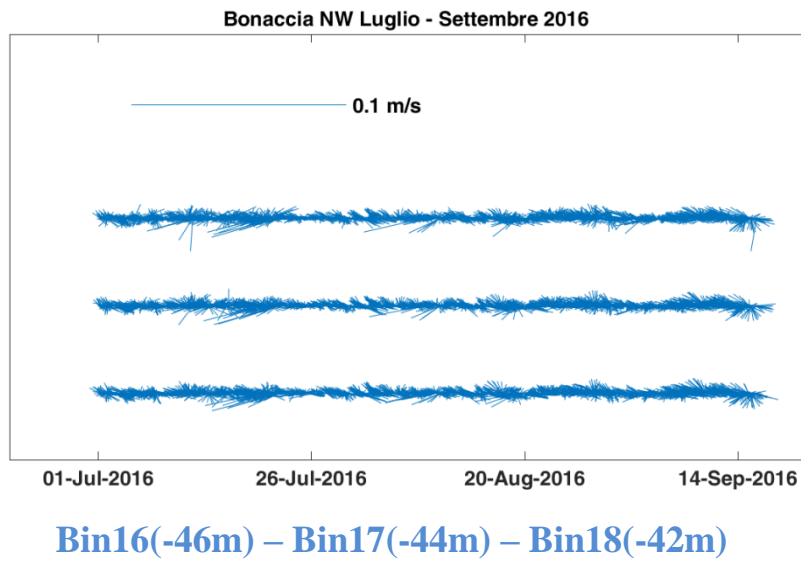


Fig. 2.41 - Continuo.

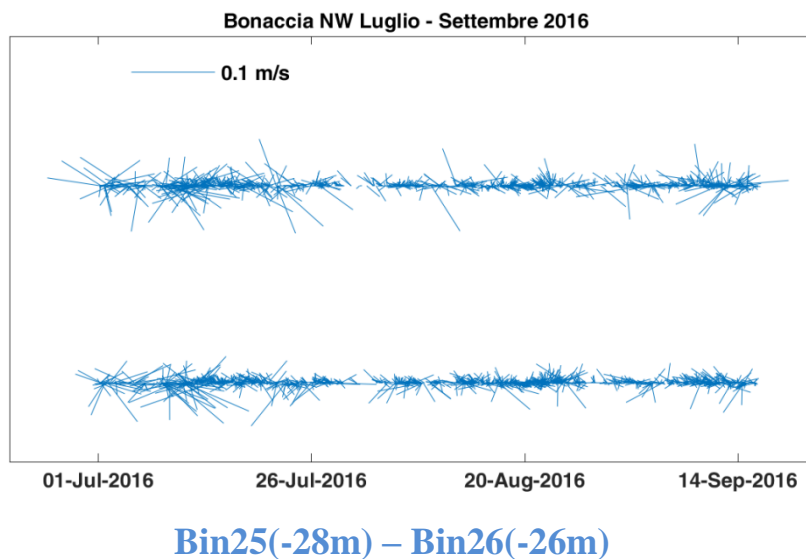


Fig. 2.41 - Continuo.

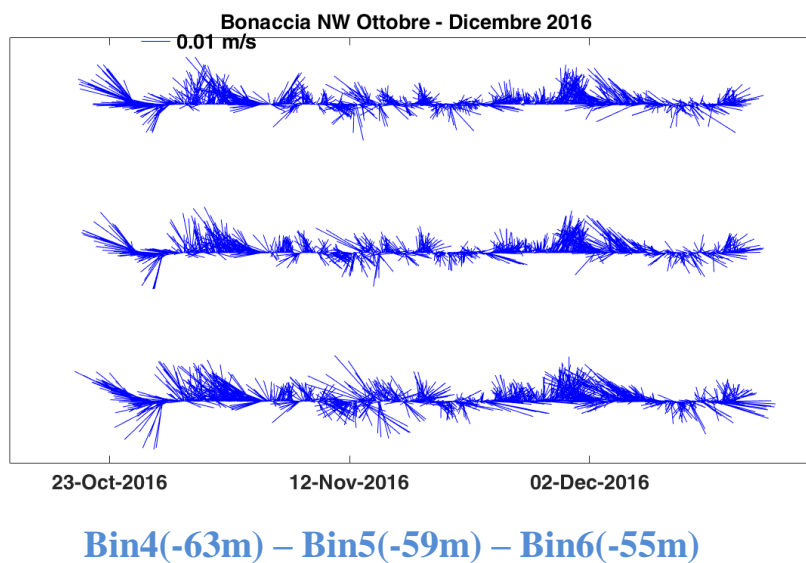
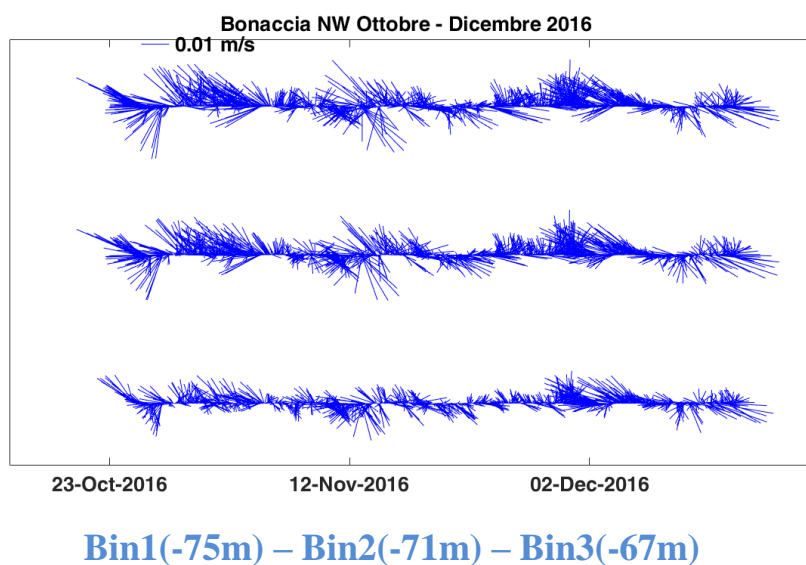
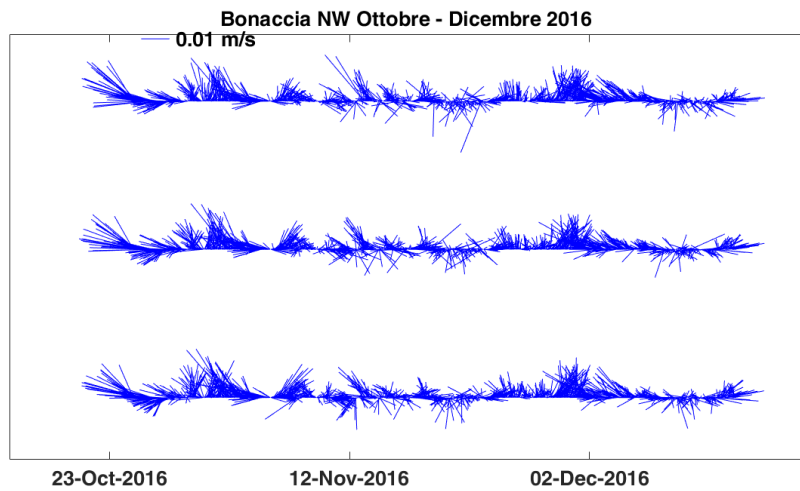
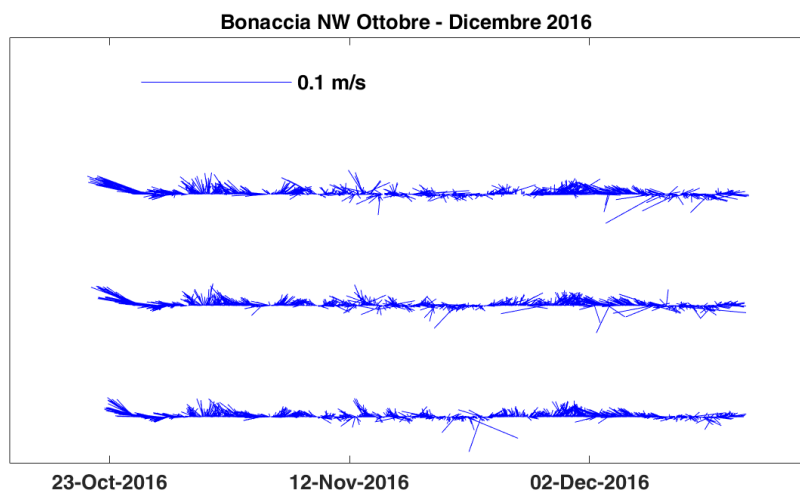


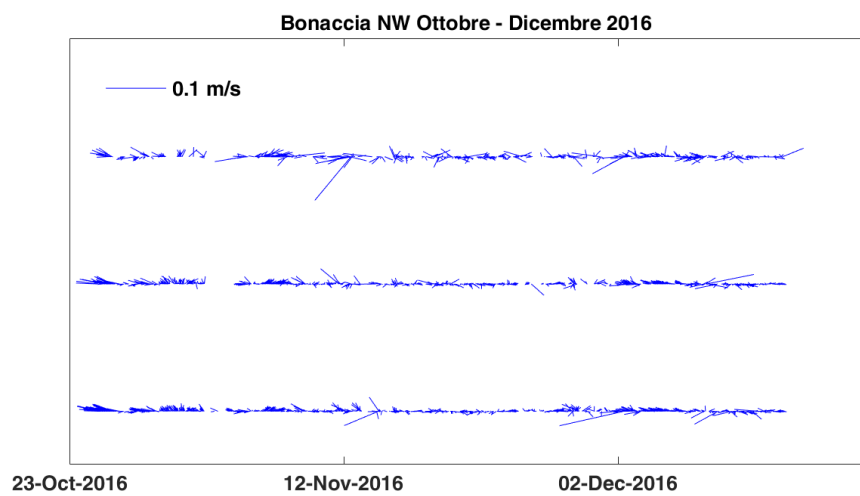
Fig. 2.42a - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con gli ADCP Tedelyle RDI (a) e Nortek (b) nel periodo ottobre - dicembre 2016.



Bin7(-51m) – Bin8(-47m) – Bin9(-43m)

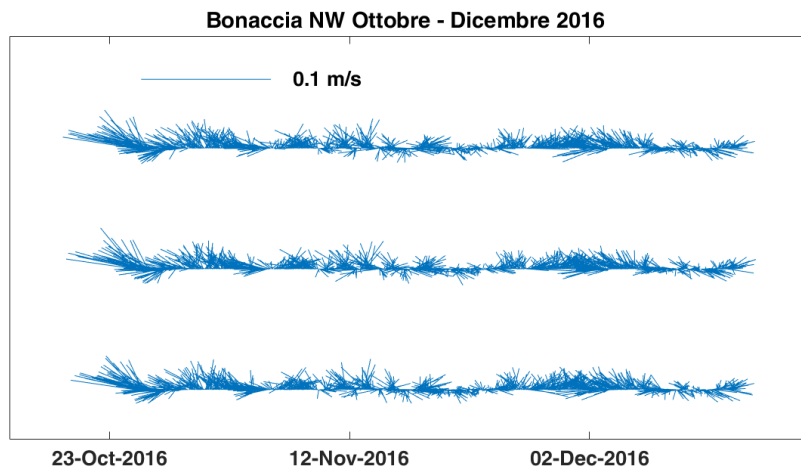


Bin10(-39m) – Bin11(-35m) – Bin12(-31m)

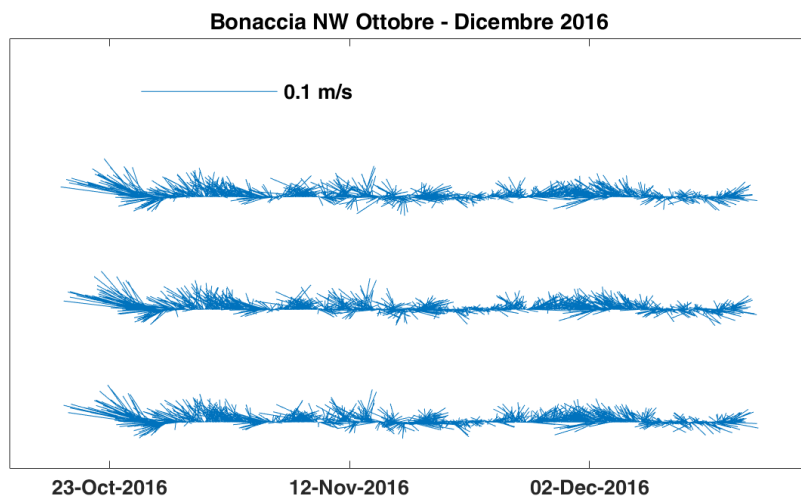


Bin13(-27m) – Bin14(-23m) – Bin15(-19m)

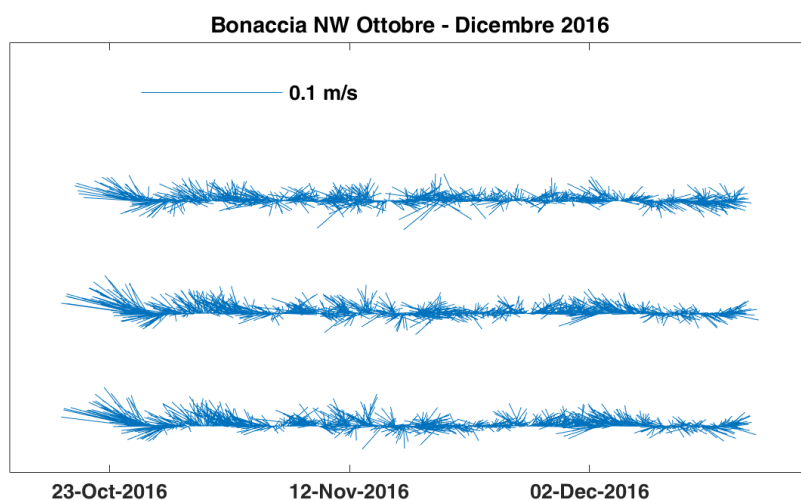
Fig. 2.42a - Continuo.



Bin1(-22m) – Bin2(-20m) – Bin3(-18m)

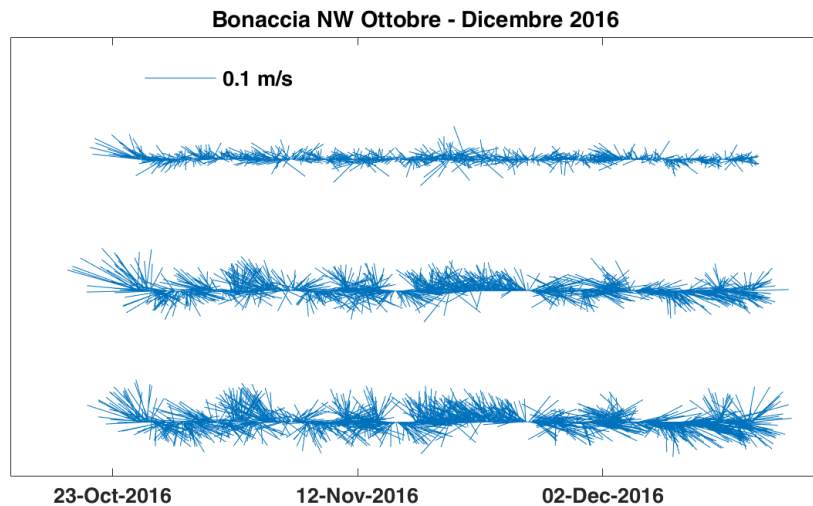


Bin4(-16m) – Bin5(-14m) – Bin6(-12m)



Bin7(-10m) – Bin8(-8m) – Bin9(-6m)

Fig. 2.42b - Continuo.



Bin10(-4m) – Bin11(-2m) – Bin12(0m)

Fig. 2.42b - Continuo.

La temperatura sul fondo misurata durante il periodo luglio-settembre ha presentato un andamento crescente, da circa 12,6°C a 13,8°C, che è continuato sino a fine periodo quando sono stati raggiunti i 16°C, seppure con alcune oscillazioni nel tempo (fig. 2.43). Tra ottobre e dicembre il correntometro Nortek posto alla profondità di 24 m ha registrato un trend di temperatura opposto rispetto a quello più profondo, passando da 20°C a 16°C a fine periodo, evidenziando una omogeneizzazione della colonna d'acqua già evidenziata con la sonda CTD (vedi Cap. 2.2.1.1)

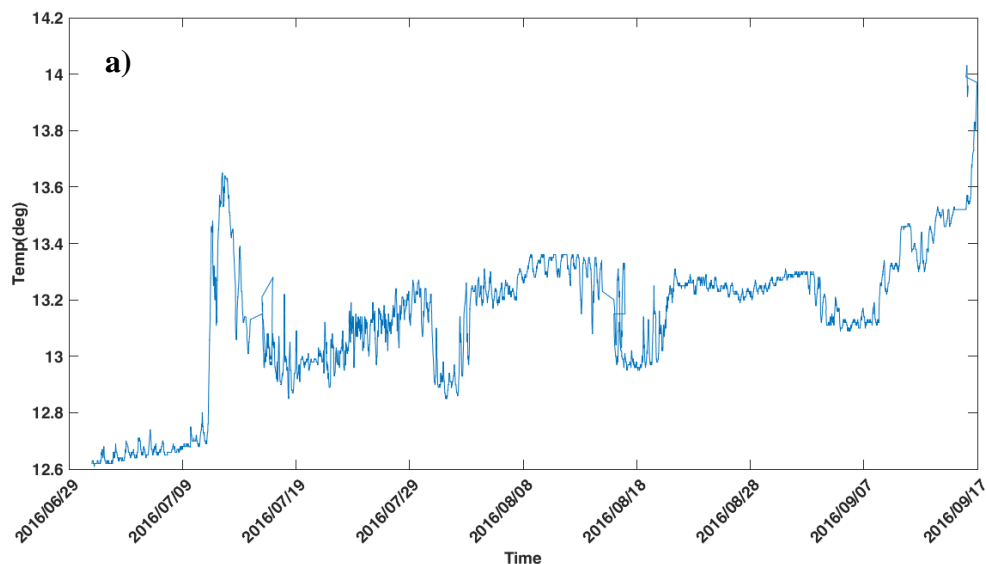


Fig. 2.43 - Andamento della temperatura registrata dal sensore dell'ADCP Tedelnye RDI sul fondo da luglio a dicembre 2016 (a) e Nortek a -24 m da ottobre a dicembre 2016 (b).

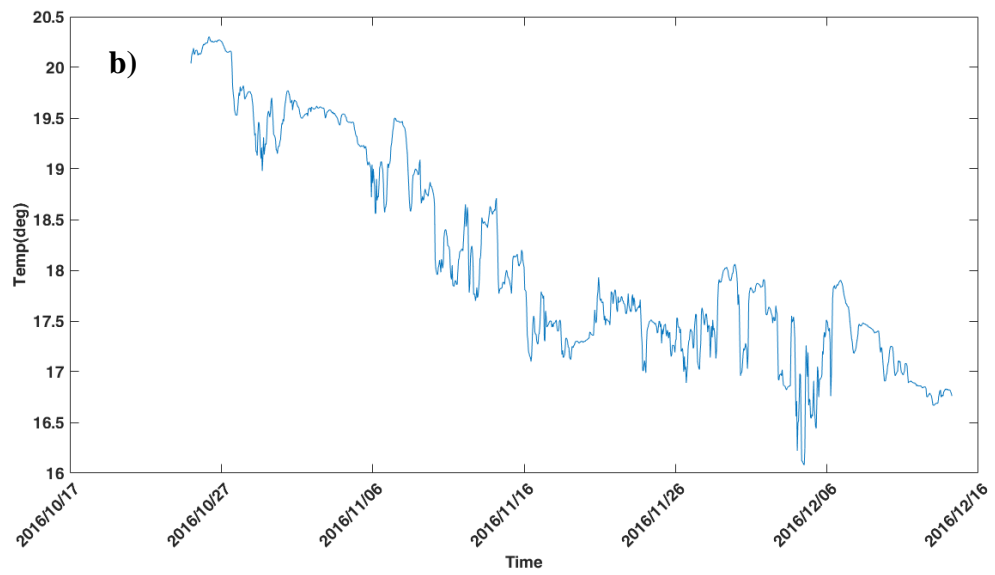
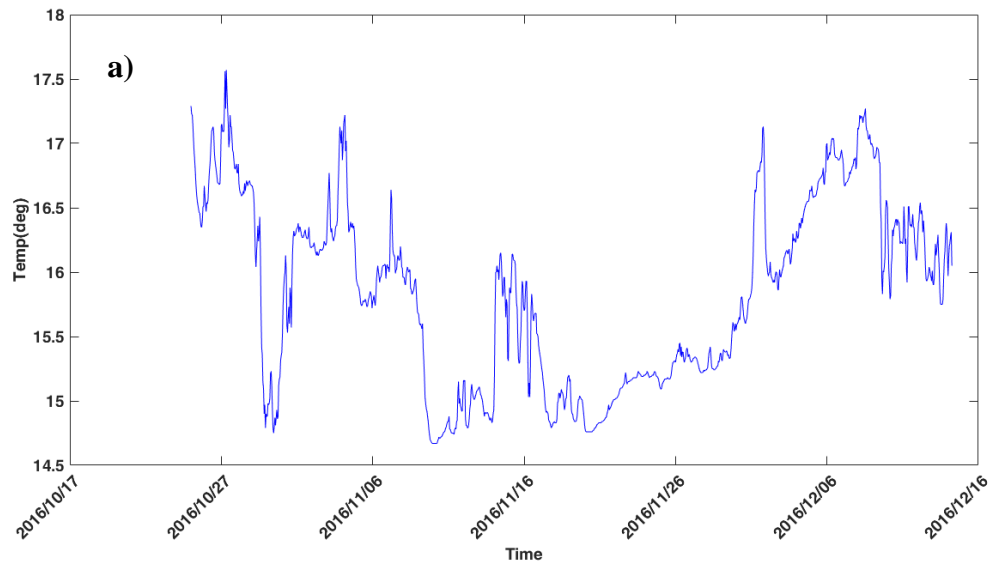


Fig. 2.43 - Continuo.

2.2.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

2.2.3.1 Granulometria

All'analisi visiva tutti i sedimenti monitorati nel 2° survey post lavori di installazione di Bonaccia NW (estate 2016) sono apparsi di colore grigio-nocciola, molto simili tra loro e inodori, con uno strato ossidato sottile di circa 0,3-05 cm come nel monitoraggio precedente. Residui conchigliari sono stati osservati in tutti i campioni.

Nel pre-survey tutti i sedimenti prelevati entro un raggio di 60 m dal sito della futura piattaforma erano costituiti in prevalenza dalla frazione sabbiosa con il massimo in A6 (61,05%) e il minimo in BO NW (58,31%; fig. 2.44, Tab. 2-XXIV). La restante parte dei campioni era costituita in prevalenza da silt.

I lavori di installazione non hanno 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) ha subito sensibili cambiamenti rispetto all'inverno precedente. In quasi tutti i siti A è aumentata, di oltre 15 punti percentuali in A2 e A3 e di oltre 33 in A8. Lungo il transetto B è stato osservato un incremento degno di nota in B1 (+17%); negli altri siti la sabbia si è ridotta leggermente eccetto in B2 in cui il decremento è stato di oltre 14 punti percentuali. Anche nei controlli sono state osservate variazioni discordi tra loro. In K1 la sabbia è aumentata quasi del 20% esibendo comportamento opposto a K4.

Il silt si è ridotto praticamente ovunque, fino a 36 punti percentuali in A8, mentre l'argilla è aumentata, in particolare in corrispondenza di BO NW, BO NE, B2 e K4.

Tutti i sedimenti sono stati classificati come sabbia siltosa secondo Shepard, eccetto A3 (sabbia) e K4 (loam; All. B).

L'elevata variabilità riscontrata anche ai controlli non consente di identificare Bonaccia NW come responsabile di quanto osservato.

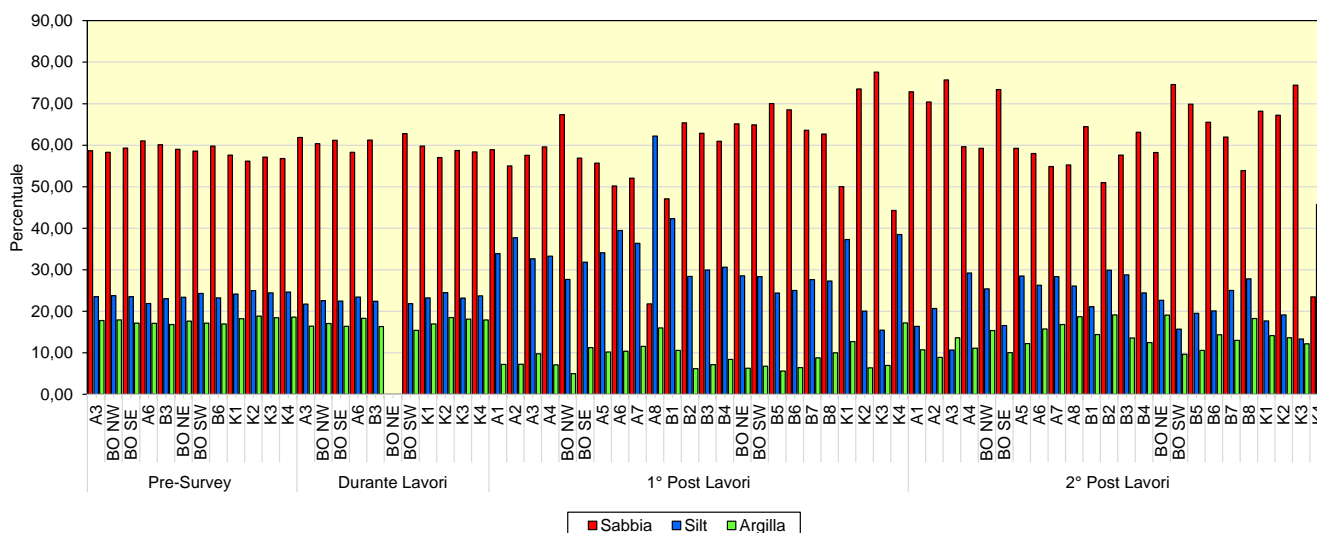


Fig. 2.44 - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati dal pre-survey al 2° monitoraggio post lavori.

Tab. 2-XXIV - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati nei quattro survey sinora effettuati. Le stazioni di campionamento poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso. Nel durante lavori non era stato possibile campionare il sito BO NE.

	Pre-Survey			Durante Lavori			1° Post Lavori			2° Post Lavori		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla
A1							58,90	33,91	7,18	72,88	16,38	10,73
A2							55,01	37,72	7,27	70,40	20,69	8,92
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
A4							59,61	33,27	7,12	59,65	29,22	11,13
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
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
A5							55,70	34,12	10,19	59,26	28,51	12,22
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
A7							52,06	36,38	11,56	54,86	28,35	16,79
A8							21,80	62,21	15,99	55,24	26,06	18,70
B1							47,07	42,32	10,60	64,49	21,12	14,39
B2							65,41	28,40	6,19	50,98	29,90	19,12
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
B4							60,96	30,61	8,43	63,11	24,42	12,47
BO NE	59,00	23,36	17,64				65,14	28,56	6,30	58,26	22,64	19,09
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
B5							70,04	24,38	5,59	69,87	19,53	10,60
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
B7							63,58	27,64	8,78	61,98	25,04	12,98
B8							62,68	27,30	10,02	53,91	27,83	18,26
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
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
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
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

2.2.3.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nel 2° survey post lavori i vari composti hanno presentato comportamenti diversi tra loro poiché Acenftene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,g)antracene, Naftalene e Pirene non sono stati rilevati in una o più stazioni (Tab. 2-XXV). Le concentrazioni di tutti gli elementi sono apparse estremamente modeste, ben al di sotto degli LCB riportati nel Manuale ICRAM-APAT (2007) e, di conseguenza, anche i tenori degli IPA totali sono apparsi molto bassi (fig. 2.45).

Nell'inverno 2016, ovvero subito dopo l'entrata in produzione della piattaforma, 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 è avvenuta 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 ha riportato questi composti su livelli inferiori o in linea con quanto era stato registrato nel pre-survey.

Tab. 2-XXV - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (µg/kg s.s.) nei sedimenti prelevati dal pre-survey al 2° 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.

	LCB/PP	Pre-survey (inverno 2015)											
		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
Acenafte	7	<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
Fenantrene	87	1,0	<LQ	<LQ	1,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,8	1,0	<LQ	2,2
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
Fluorantene	113	1,3	1,5	1,1	1,4	1,3	1,8	1,6	1,2	3,0	<LQ	<LQ	3,2
Pirene	153	1,4	1,7	1,3	1,5	1,3	1,8	1,7	1,3	3,1	<LQ	<LQ	3,0
Benzo (a) antracene	75	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,4	<LQ	<LQ	1,4
Crisene	108	1,1	1,2		1,3	1,0	1,3	1,3		2,4	<LQ	<LQ	3,0
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
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
Benzo (a) pirene	80 (30)*	<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
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
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
Acenaftilene		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Totale	900	17,7	21,5	14,3	18,7	16,3	21,1	20,8	16,4	31,5	12,1	5,9	42,0

Tab. 2-XXV - Continuo.

	LCB/PP	Durante lavori (estate 2015)												
		A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4	
Naftalene	35	<LQ	1,3	1,4	<LQ	<LQ	non campionata	1,6	1,3	1,2	1,5	<LQ	1,6	
Acenaftene	7	<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
Fenantrene	87	1,1	1,1	<LQ	<LQ	<LQ		1,5	1,3	1,6	<LQ	<LQ	<LQ	1,7
Antracene	47 (24)*	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fluorantene	113	0,9	0,8	<LQ	1,1	<LQ		3,4	1,3	1,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Pirene	153	0,7	0,8	<LQ	0,8	<LQ		2,4	1,0	1,2	<LQ	<LQ	<LQ	1,2
Benzo (a) antracene	75	0,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		1,2	0,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,8
Crisene	108	0,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		1,4	0,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,9
Benzo (b) fluorantene		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		1,8	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)*	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
Benzo (g, h,i) perilene		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		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
Totale	900	12,9	10,9	13,4	13,3	8,9		23,9	19,0	20,8	11,2	4,3	21,9	

Tab. 2-XXV - 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	
Totale	900	24,0	18,1	26,8	28,8	27,3	32,5	33,0	29,6	38,3	70,9	33,6	26,8	30,9	27,9	19,6		49,2	25,2	28,5	39,3	7,8	5,1		31,0

	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	
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
Totale	900	13,1	10,0	7,6	7,8	7,4	8,0	9,3	10,2	7,4	7,0	6,1	8,5	19,6	15,0	8,1	8,2	9,4	23,0	17,4	17,3	6,5	23,3	11,8	12,2

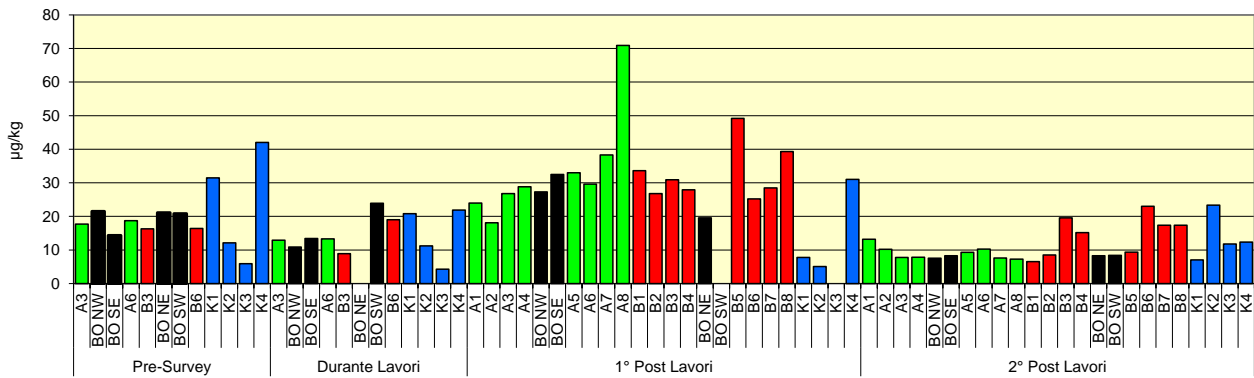


Fig. 2.45 - Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.) nei sedimenti prelevati dal pre-survey al 2° monitoraggio post lavori. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

2.2.3.3 Idrocarburi totali

Gli Idrocarburi leggeri ($C < 12$) non sono mai stati rilevati. Gli Idrocarburi pesanti ($C > 12$) sono invece stati quantificati nel pre-survey e durante i lavori di installazione; assenti nel 1° post lavori, sono ricomparsi nell'ultimo monitoraggio solo in qualche sito lungo i transetti, in BO NW, BO SW e in tre controlli (Tab. 2-XXVI e fig. 2.46) ma in concentrazioni inferiori rispetto a quelle del pre-survey, ad indicare che, al momento, la piattaforma non ha alcun effetto su questi contaminanti.

Tab. 2-XXVI – Idrocarburi (mg/kg) $C > 12$ rilevati nei sedimenti campionati dal pre-survey al 2° monitoraggio post lavori di installazione di Bonaccia NW. In rosso i siti in corrispondenza della piattaforma. PS = pre-survey; DL = durante lavori; PL = post lavori.

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

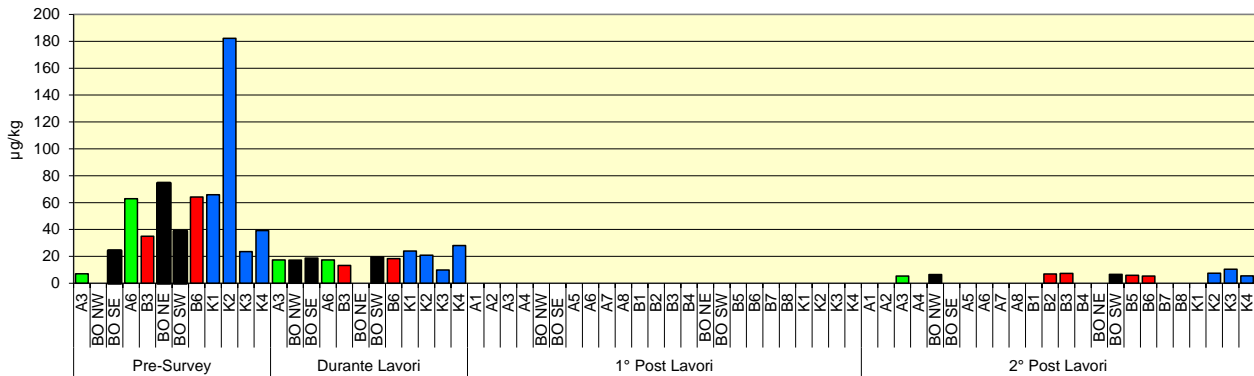


Fig. 2.46 - Idrocarburi pesanti (C>12) rilevati nell'intero periodo di indagine.

2.2.3.4 Metalli pesanti

I contenuti dei metalli pesanti rilevati nell'intero periodo di indagine sono riportati in fig. 2.47 e in Tab. 2-XXVII. Nella discussione che segue vengono riportati riferimenti ai Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (di seguito LCNR) 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 – Nel 2° survey post lavori di installazione l'alluminio è risultato mediamente in linea lungo i transetti, nei siti BO e ai controlli (A: $1,44 \pm 0,20$; B: $1,28 \pm 0,22$; BO: $1,46 \pm 0,25$; K: $1,51 \pm 0,45$ %). Le concentrazioni sono apparse modeste come in tutto il periodo, e quella maggiore (2,19%) è stata rilevata in un controllo (K4), analogamente al pre-survey e al durante lavori. Solo nell'inverno 2016 (1° post) il massimo era stato rilevato lungo il transetto A, precisamente in A8 (2,42%), valore comunque confrontabile con quello del riferimento K4 (2,22%). Rispetto al 1° post nell'ultimo survey le variazioni non sono state univoche ma in tutti i casi modeste. 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'LCNR.

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'LCNR, anche se trascurabilmente.

Con l'entrata in produzione di Bonaccia NW si è assistito a un diffuso incremento lungo i transetti e nelle stazioni BO che ha portato a valori maggiori rispetto ai controlli e superiori all'LCNR. Tale superamento era stato registrato, ma in maniera più modesta, anche nei riferimenti K2 e K3. Nell'estate 2016 è avvenuta un'inversione di tendenza con un decremento generalizzato nell'area circostante la piattaforma; conseguentemente, le concentrazioni medie sono 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 sono ancora risultati superiori all'LCNR, anche se nella maggior parte dei casi di tratta di superamenti modesti.

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 ad 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 risulta 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 però il picco significativo in B6 ($407,76$ mg/kg), pari a oltre 11 volte la media dei riferimenti, che merita di essere seguito con attenzione.

Cadmio – Nell'estate 2016 è stata confermata la notevole omogeneità delle concentrazioni (A: $0,058 \pm 0,002$; B: $0,053 \pm 0,004$; BO: $0,051 \pm 0,006$; K: $0,055 \pm 0,005$ mg/kg) registrata sin dal pre-survey e anche la modestissima presenza di questo metallo nell'area di indagine, essendo i tenori registrati in tutto il periodo notevolmente inferiori all'LCNR.

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: $47,87 \pm 6,50$; K: $50,36 \pm 19,58$ 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 nell'ultimo survey. I tenori medi, infatti, sono risultati tutti confrontabili (A: $44,24 \pm 4,39$; B: $40,08 \pm 4,81$; BO: $43,97 \pm 5,01$; K: $45,14 \pm 9,78$ mg/kg) e il massimo è stato rilevato, come già nel pre-survey e nel durante lavori, in un controllo. Da notare che per tutto il periodo di indagine le concentrazioni sono rimaste (tranne pochissime eccezioni spesso riguardanti i controlli) inferiori all'LCNR.

Rame – Le concentrazioni di rame rilevate lungo i transetti e in prossimità di Bonaccia NW nel 2° survey post lavori sono apparse del tutto in linea con quelle registrate nei controlli (A: $8,80 \pm 1,58$; B: $8,28 \pm 1,30$; BO: $8,71 \pm 1,89$; K: $9,06 \pm 3,83$ mg/kg) e ampiamente inferiori all'LCNR 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) e A8 (14,31 mg/kg) erano confrontabili con K4 (13,87 mg/kg) e non sono stati confermati nell'ultimo survey.

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. Nell'ultimo campionamento le concentrazioni medie sono risultate pari a $1,86 \pm 0,16\%$ per quanto riguarda il transetto A, a $1,81 \pm 0,12\%$ per quanto riguarda B, a $1,92 \pm 0,06\%$ nei siti BO e a $1,81 \pm 0,26\%$ ai controlli.

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'LCNR. 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 è verificato un lieve incremento anche nei riferimenti ed è stata confermata l'omogeneità delle concentrazioni dei vari gruppi di stazioni, anche nell'ultimo campionamento come si evince dai tenori medi (A: $0,021 \pm 0,003$; B: $0,023 \pm 0,003$; BO: $0,017 \pm 0,004$; K: $0,023 \pm 0,008$ mg/kg).

Tab. 2-XXVII - 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 due monitoraggi post lavori (PL. In rosso le stazioni corrispondenti a Bonaccia NW. Nel DL non era stato possibile campionare il sito BO NE. Iq = limite di quantificazione.

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

Tab. 2-XXVII - Continuo.

	Rame				Ferro				Indio				Mercurio				Nichel			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
A1			8,44	6,79		0,00	1,93	1,66			< lq	< lq		0,000	0,016	0,017			35,89	29,67
A2			8,99	8,04		0,00	1,82	1,75			< lq	< lq		0,000	0,017	0,020			33,83	32,56
A3	7,62	9,60	8,74	8,19	1,70	1,84	1,70	1,78	< lq	< lq	0,03	< lq	0,020	0,014	0,019	0,022	30,56	33,78	32,07	32,07
A4			9,43	7,71		0,00	1,66	1,80			0,03	< lq		0,000	0,019	0,019			29,80	33,33
BO NW	9,43	11,57	9,10	6,29	1,78	1,70	2,01	1,85	< lq	0,03	0,06	< lq	0,020	0,012	0,016	0,012	34,86	31,61	32,67	29,35
BO SE	9,45	11,62	13,54	10,24	1,97	1,84	2,18	1,96	< lq	0,02	0,02	< lq	0,021	0,013	0,020	0,019	38,32	33,25	40,06	37,69
A5			8,98	11,71		0,00	1,87	2,15			< lq	< lq		0,000	0,019	0,017			35,41	42,74
A6	10,46	9,53	10,23	10,40	1,97	1,85	1,89	1,95	< lq		< lq	< lq	0,023	0,014	0,022	0,023	38,47	33,63	36,60	38,43
A7			11,17	8,45		0,00	2,04	1,79			< lq	< lq			0,021	0,025			39,30	33,90
A8			14,31	9,15		0,00	2,23	2,00			0,02	< lq			0,028	0,024			50,87	37,83
B1			9,18	10,04		0,00	1,75	1,91			< lq	< lq			0,019	0,022			33,79	37,08
B2			6,88	9,21		0,00	1,55	1,95			< lq	< lq			0,018	0,026			27,60	35,61
B3	9,76	9,21	9,85	7,43	2,08	1,81	1,71	1,79	< lq	< lq	< lq	< lq	0,019	0,014	0,016	0,027	39,56	32,80	31,58	31,18
B4			9,35	8,18		0,00	1,67	1,82			< lq	< lq			0,018	0,024			30,68	32,47
BO NE	12,07		10,61	8,12	2,14		1,94	1,91	< lq		0,03	< lq	0,027		0,019	0,022	45,09		34,66	35,38
BO SW	10,39	13,71	8,75	10,17	2,09		1,94	1,84	< lq	0,02	< lq	< lq	0,022	0,019	0,016	0,016	40,17	36,49	27,48	38,72
B5			8,77	7,99		0,00	1,71	1,62			< lq	< lq			0,017	0,019			28,60	36,91
B6	11,20	9,63	6,69	7,61	2,34	1,80	1,72	1,80	< lq	< lq	< lq	< lq	0,022	0,014	0,017	0,020	44,92	33,33	29,54	30,43
B7			7,87	9,64		0,00	1,72	1,93			< lq	< lq			0,018	0,023			30,67	34,72
B8			8,58	6,12		0,00	1,72	1,65			< lq	< lq			0,018	0,023			31,90	26,65
K1	13,97	12,23	11,52	8,78	2,29	2,00	1,88	1,65	< lq	< lq	< lq	< lq	0,027	0,020	0,025	0,020	52,12	42,66	38,47	31,81
K2	6,49	7,63	6,30	5,88	1,45	1,48	1,44	1,63	< lq	< lq	< lq	< lq	0,016	0,011	0,017	0,019	26,35	26,75	25,46	29,51
K3	4,60	6,52	5,95	7,06	1,19	1,44	1,35	1,77	< lq	< lq	< lq	< lq	0,011	0,008	0,011	0,017	20,84	24,77	24,10	29,48
K4	16,31	12,81	13,87	14,51	2,45	1,99	2,23	2,18	< lq	0,02	< lq	< lq	0,034	0,023	0,025	0,035	57,67	42,92	46,91	51,38

Tab. 2-XXVII - Continuo.

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

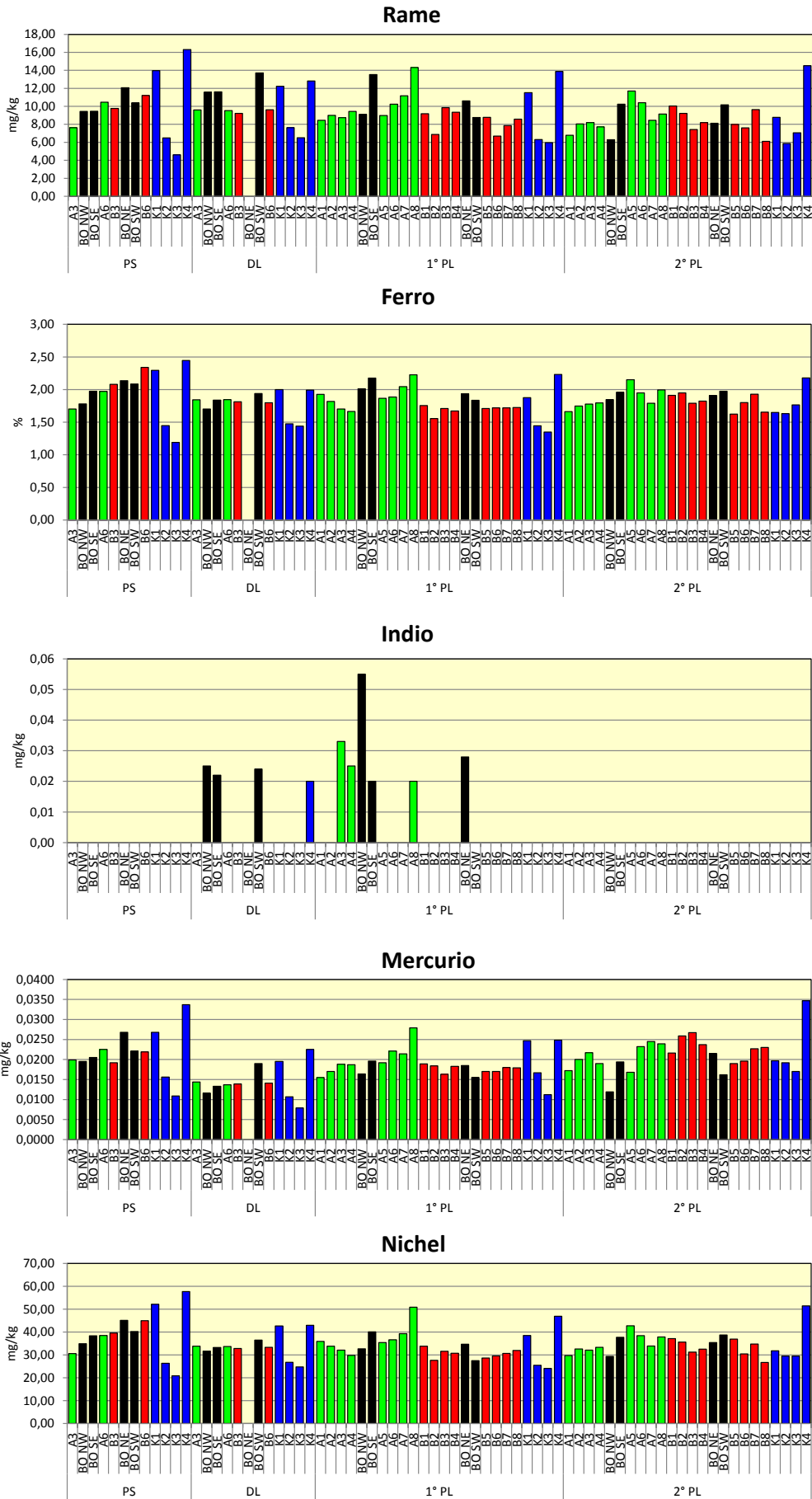


Fig. 2.47 - Continuo.

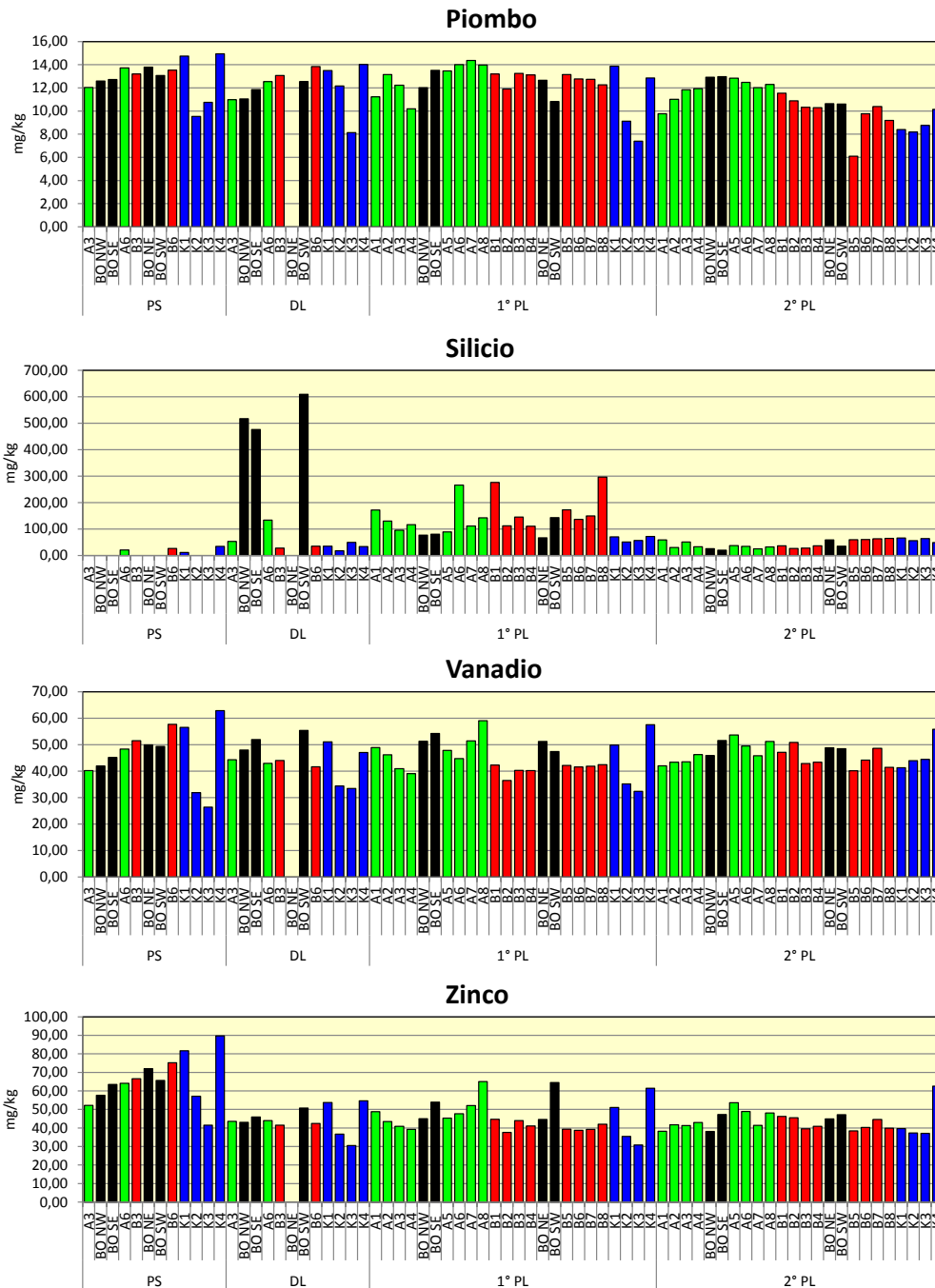


Fig. 2.47 - Continuo.

Nichel – Durante il pre-survey le concentrazioni medie di nichel rilevate nell'area destinata ad accogliere Bonaccia NW e ai controlli erano risultate omogenee ($38,99 \pm 4,83$ e $39,25 \pm 18,35$ mg/kg rispettivamente) e superiori al'LCNR. 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 2016 (A: $35,07 \pm 4,25$; B: $33,13 \pm 3,63$; BO: $35,29 \pm 4,20$; K: $35,55 \pm 10,61$ mg/kg).

Si fa presente che il superamento dell'LCNR avvenuto in molti casi non può essere

relazionabile alla piattaforma essendo stato osservato, come già detto, anche prima della sua realizzazione e svariate volte in corrispondenza dei controlli nei monitoraggi successivi.

Piombo – Il piombo è risultato presente sempre in concentrazioni molto basse, ampiamente inferiori all'LCNR, 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. Nell'ultimo campionamento i tenori si sono ridotti quasi ovunque, risultando in alcuni casi anche inferiori rispetto a quelli del pre-survey, ma lungo i transetti sono risultati quasi tutti maggiori rispetto ai controlli. Infatti, le medie relative al transetto A e ai siti BO sono risultate leggermente superiori a quella dei riferimenti (A: $11,27 \pm 0,97$; B: $9,81 \pm 1,65$; BO: $11,78 \pm 1,34$; K: $8,87 \pm 0,88$ mg/kg). Si tratta comunque di differenze da ritenere trascurabili.

Silicio – Durante il pre-survey 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'ultimo monitoraggio si è notevolmente ridotta la variabilità e per la prima volta le concentrazioni sono 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).

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 2016 come indicato dai tenori medi (A: $46,90 \pm 4,15$; B: $44,82 \pm 3,70$; BO: $48,70 \pm 2,32$; K: $46,36 \pm 6,47$ mg/kg).

Zinco – In tutto il periodo di osservazione lo zinco è apparso presente in concentrazioni ampiamente inferiori all'LCNR. 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 sono stati rilevati dei 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 il massimo è stato rilevato in K4 (62,57 mg/kg) e le concentrazioni medie (A: 44,53±5,13; B: 41,92±3,05; BO: 44,34±4,30; K: 44,15±12,33 mg/kg) hanno confermato l'omogeneità areale di questo metallo.

2.2.3.5 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. 2-XXVIII e fig. 2.48).

Tab. 2-XXVIII – Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In rosso le stazioni corrispondenti alla piattaforma. Nel durante 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
A1			15690	12934
A2			13813	16371
A3	13000	17300	14724	15387
A4			13004	16732
BO NW	7400	25200	17530	15101
BO SE	10200	25500	20626	17662
A5			13321	14132
A6	17400	17300	16444	18031
A7			15549	21485
A8			22659	21226
B1			17349	17632
B2			12991	22626
B3	13500	16600	16638	21847
B4			15897	20213
BO NE	11500		16382	20295
BO SW	10600	34500	18018	15831
B5			17229	18129
B6	15900	19700	17858	18528
B7			17162	19084
B8			15933	21743
K1			20063	17484
K2	9300	16400	13022	15067
K3	6300	12900	12434	16304
K4	30400	30300	20034	31043

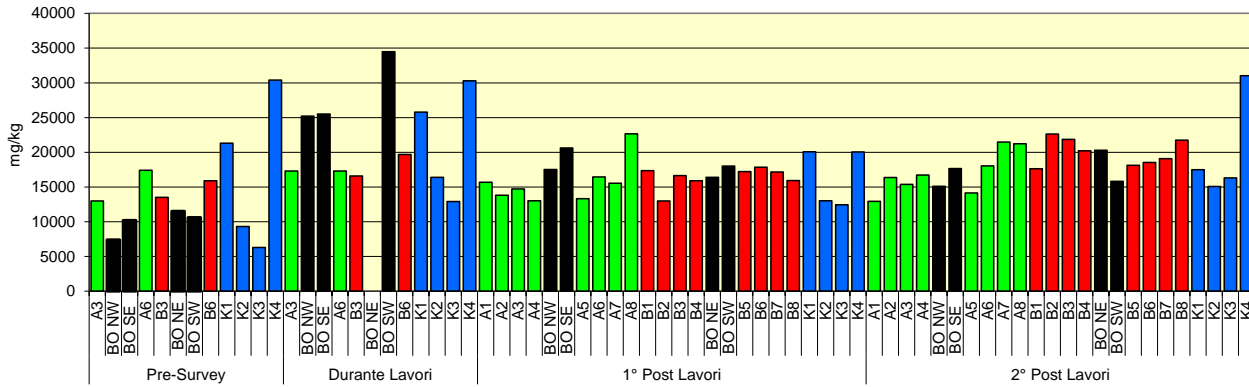


Fig. 2.48 - Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In nero le stazioni campionate nel sito in cui è installata Bonaccia NW.

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 ± 3080 mg/kg; B: 16382 ± 1533 mg/kg; BO: 18139 ± 1794 mg/kg; K: 16388 ± 4233 mg/kg). Nell'ultimo monitoraggio sono avvenute alcune variazioni rispetto al precedente ma tutte modeste. Quella di maggiore entità è stata rilevata nel controllo K4 dove la concentrazione, a seguito di un incremento, è tornata sui livelli del pre-survey del durante lavori. Non vi sono anomalie da segnalare lungo i transetti o in prossimità della piattaforma.

2.2.3.5 Total Organic Carbon (TOC)

Nel pre-survey il TOC era stato rilevato unicamente in K4 (Tab. 2-XXIX, fig. 2.49). Durante i lavori di installazione, invece, era apparso variabile nei vari siti ma nell'area circostante la struttura apparsa simile ai controlli.

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 ± 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.

Nell'estate 2016 è stato registrato un generale incremento (ad eccezione di A2 e BO NE) ma in media i tenori sono risultati confrontabili (A: 4484±2209; B: 4073±1936; BO: 4303±2652; K: 5238±1069 mg/kg). Solo A8 e B5 sono state rilevate modeste anomalie positive rispetto alla media dei controlli che meritano ulteriori indagini.

Tab. 2-XXIX – 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
A1			3000	3050
A2			3200	2120
A3	<loq	4200	540	3050
A4			1900	4850
BO NW	<loq	3920	3000	7710
BO SE	<loq	3110	1400	5080
A5			2300	6330
A6	<loq	4080	1400	3430
A7			1100	4120
A8			1700	8920
B1			2400	3130
B2			3000	3450
B3	<loq	3900	3100	3480
B4			3000	3390
BO NE	<loq		2800	1960
BO SW	<loq	4910	790	2460
B5			1100	8810
B6	<loq	3970	1600	4010
B7			2600	3080
B8			2700	3230
K1	<loq	4560	960	5400
K2	<loq	3530	470	5540
K3	<loq	2350	1500	6270
K4	1900	5330	2200	3740

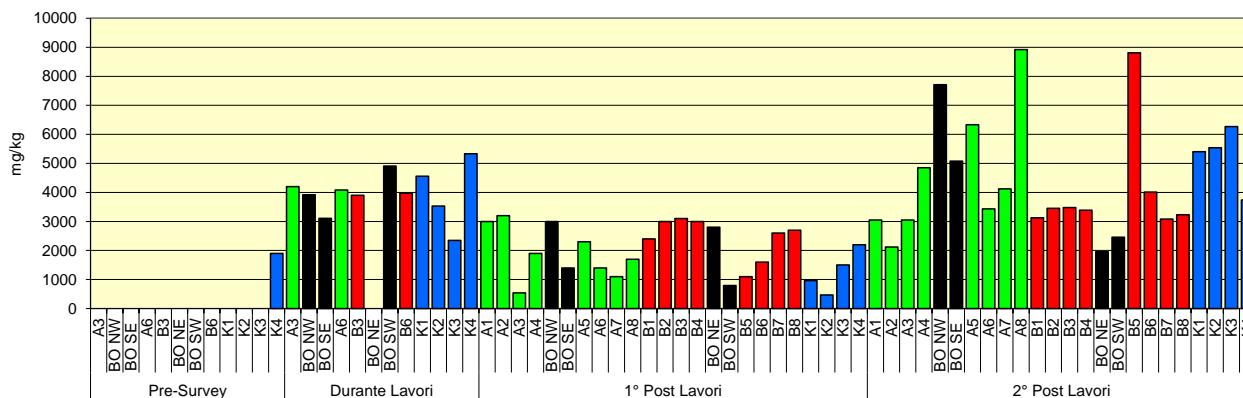


Fig. 2.49 - Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

2.2.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

2.2.4.1 *Dunaliella tertiolecta*

QA-QC - I due test eseguiti nell'estate 2016 come controllo positivo con $K_2Cr_2O_7$ (10,38 mg/l come cromo) sono rientrati nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (LC=9,58 e UC=10,69 mg/l); 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 ≥ 16).

Risultati del saggio - I risultati del saggio relativo all'estate 2016 indicano l'assenza di un effetto tossico ovunque (Tab. 2-XXX).

Tab. 2-XXX - Parametri di contorno e risultati del saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nel 2° survey post lavori. In rosso il sito della piattaforma.

campione	pH	Salinità (%)	ΔG (%) 72 h	EC50 % (L.C. 95%)	EC20 % (L.C. 95%)	Tossicità
BO SE	7,94	34	3,69%	≥ 90	>100%	Assente
A3	8,08	34	1,38%	≥ 90	>100%	Assente
A6	8,02	34	0,69%	≥ 90	>100%	Assente
B3	7,96	34	-1,15%	≥ 90	>100%	Assente
B6	7,96	34	3,23%	≥ 90	>100%	Assente
K1	8,03	34	5,18%	≥ 90	>100%	Assente
K2	7,95	35	5,99%	≥ 90	>100%	Assente
K3	7,98	34	-0,23%	≥ 90	>100%	Assente
K4	7,98	34	-3,69%	≥ 90	>100%	Assente

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni (Tab. 2-XXXI).

Tab. 2-XXXI – 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
BO SE	Assente	Assente	Assente	Assente
A3	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Assente	Assente

2.2.4.2 *Vibrio fischeri* (sistema Microtox®)

QA-QC – Nell'estate 2016 il valore della EC_{50} a 15' = 10,39 mg/l (LC=8,70 e UC=12,40) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio.

Risultati del test – Tutti gli elutriati estratti dai sedimenti campionati nel 2° survey post lavori sono risultati privi di tossicità acuta (Tab. 2-XXXII).

Tab. 2-XXXII - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* relativo al 2° 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
BO SE	8,26	35	-1,23	6,67	>90	>90	Assente
A3	8,32	35	-8,68	0,46	>90	>90	Assente
A6	8,26	34	5,82	7,22	>90	>90	Assente
B3	8,27	34	9,53	11,72	>90	>90	Assente
B6	8,19	34	-1,69	0,57	>90	>90	Assente
K1	8,22	36	0,89	9,82	>90	>90	Assente
K2	8,11	35	-5,67	2,30	>90	>90	Assente
K3	8,19	35	-1,53	0,95	>90	>90	Assente
K4	8,35	35	-0,40	-0,41	>90	>90	Assente

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni (Tab. 2-XXXIII).

Tab. 2-XXXIII – 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
BO SE	Assente	Assente	Assente	Assente
A3	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Assente	Assente

2.2.4.3 *Corophium orientale*

La sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl_2) $\text{LC}_{50} = 2,75$ ($\text{LC} = 2,45 \text{ mg/l}$ e $\text{UC} = 3,08 \text{ mg/l}$) 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. 2-XXXIV sono indicati i principali parametri chimici e fisici misurati all'inizio e alla fine del test eseguito nel 2° survey post lavori.

Risultati del test - Le percentuali di mortalità degli organismi osservate dopo 10 gg hanno documentato la presenza di una tossicità bassa in A6 e in tre controlli (Tab. 2-XXXV). Altrove non è stata rilevata alcuna tossicità.

Tab. 2-XXXIV – Parametri chimici e fisici dell’acqua sovrastante il sedimento testato osservati all’inizio e alla fine del test relativo al 2° survey post lavori. In rosso il sito sulla piattaforma.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	15 ± 1	38	8,10	0,5	> 85	15 ± 1	36	8,09	0,5-1	> 85
BO SE		37	8,05	0			37	8,04	0	
A3		36	8,05	0			36	8,06	0,5	
A6		36	8,06	0			37	8,07	0	
B3		36	8,05	0,5			37	8,04	0-0,5	
B6		37	8,06	0			37	8,03	0	
K1		37	8,06	0			37	8,07	0	
K2		37	8,06	0			37	8,06	0,5	
K3		37	8,06	0			37	8,05	0	
K4		37	8,05	0			37	8,07	0,5	

Tab. 2-XXXV - Percentuali di mortalità degli organismi *C. orientale* osservati nel test di tossicità acuta relativo al 2° 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	1 ± 3,18	0	-
BO SE	100	7 ± 3,18	6	Assente
A3	100	7 ± 6,09	7	Assente
A6	100	24 ± 5,19	23	Bassa
B3	100	5 ± 3,18	4	Assente
B6	100	7 ± 3,18	6	Assente
K1	100	20 ± 5,19	19	Bassa
K2	100	16 ± 5,19	15	Bassa
K3	100	7 ± 3,18	6	Assente
K4	100	21 ± 3,18	20	Bassa

Confronto con i survey precedenti - L’esito del test eseguito nell’estate 2016 evidenzia un cambiamento leggermente negativo delle proprietà ecotossicologiche per la sopravvivenza di *C. orientale* nei sedimenti delle stazioni A6, K1 e K2 mentre altrove conferma i risultati precedenti (Tab. 2-XXXVI).

Tab. 2-XXXVI – 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
BO SE	Assente	Assente	Assente	Assente
A3	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Bassa
B3	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Bassa
K2	Assente	Assente	Assente	Bassa
K3	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Bassa	Bassa

2.2.4.4 *Crassostrea gigas*

QA-QC - Il test eseguito nell'estate 2016 con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC_{50} di 11,07 $\mu\text{g/l}$ di Cu ($LC=10,36$ e $UC=11,83$) 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 2016 la riduzione molto significativa delle larve D-shape nell'elutriato A6 indica la presenza di una tossicità media (Tab. 2-XXXVII). Le riduzioni delle larve D-shape negli elutriati B3, B6, K3 e K4 indicano invece la presenza di tossicità cronica bassa; nei restanti campioni non è stata rilevata tossicità.

Tab. 2-XXXVII - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nel 2° 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_{20} (%)	EC_{50} (%)	Tossicità
Controllo		86 ± 1,53	17	0			
BO SE	100	70 ± 0,58	30	15	≥90	>100	Assente
	50	77 ± 1,15	23	7			
	25	81 ± 0,58	19	2			
A3	100	72 ± 2,00	28	13	≥90	>100	Assente
	50	77 ± 1,15	23	7			
	25	82 ± 2,00	18	1			
A6	100	0 ± 0,00	100	100	47,7	51,3	Media
	50	50 ± 2,00	50	40			
	25	79 ± 1,00	21	5			
B3	100	74 ± 2,00	26	11	≥90	>100	Bassa
	50	79 ± 1,53	22	6			
	25	82 ± 1,53	18	1			
B6	100	66 ± 2,08	34	21	85,4	>100	Bassa
	50	73 ± 1,15	27	12			
	25	81 ± 0,58	19	3			
K1	100	65 ± 1,15	35	21	≥90	>100	Assente
	50	71 ± 1,53	29	14			
	25	82 ± 2,08	18	1			
K2	100	69 ± 1,00	31	17	≥90	>100	Assente
	50	74 ± 1,53	26	10			
	25	82 ± 1,53	18	2			
K3	100	62 ± 2,00	38	25	75,5	>100	Bassa
	50	71 ± 1,53	29	14			
	25	82 ± 2,08	18	2			
K4	100	65 ± 1,15	35	21	89,4	>100	Bassa
	50	74 ± 1,53	26	11			
	25	82 ± 2,08	18	1			

Confronto con i survey precedenti - Rispetto all'inverno 2016, nell'estate successiva si è ridotto il numero delle stazioni caratterizzate dalla presenza di tossicità cronica nei confronti *C. gigas* (Tab. 2-XXXVIII). Il miglioramento più evidente è avvenuto in A3, in cui dopo un progressivo peggioramento dal durante lavori al 1° post la tossicità è

scomparsa. In K1, K2 e K3 il miglioramento è apparso più attenuato, anche se ha comportato la scomparsa di tossicità nelle prime due stazioni. Viene invece confermata la tossicità media in A6 presente sin dalla messa in opera di Bonaccia NW, così come i risultati per le rimanenti stazioni.

Tab. 2-XXXVIII – 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
BO SE	Assente	Assente	Assente	Assente
A3	Assente	Bassa	Media	Assente
A6	Assente	Media	Media	Media
B3	Assente	Assente	Bassa	Bassa
B6	Assente	Assente	Bassa	Bassa
K1	Assente	Bassa	Bassa	Assente
K2	Assente	Assente	Bassa	Assente
K3	Assente	Assente	Media	Bassa
K4	Assente	Media	Bassa	Bassa

2.2.4.5 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 2° survey post lavori, sono riportati in Tab. 2-XXXIX, mentre in Tab. 2-XL sono indicate le mortalità degli organismi osservate.

Le mortalità maggiori dei policheti Sono state osservate nei sedimenti B3 e BO SE. Mortalità inferiori, ma comunque superiori rispetto al controllo, sono state registrate nei sedimenti A3, A6, B6, K2 e K4; quelle in K1 e K3 sono risultate conformi al controllo.

Risultati del saggio - In Tab. 2-XLI 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. 2-XLII 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').

Al, As, Ba, Cr, Fe, In, V, Zn e Hg sono tutti risultati non rilevabili o presenti in concentrazioni simili o inferiori a quella del bianco. **Cd** è stato bioaccumulato solo in A3 e **Cu** solo in BO SE. **Pb** ha presentato un contenuto significativamente superiore a quello del bianco in piattaforma, in A3 e in due controlli, mentre **Ni** e **Si** sono stati accumulati ovunque.

Tab. 2-XXXIX - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio ed al termine del test di bioaccumulo condotto nel 2° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	15 ± 1	38	8,00	0,5	> 85	15 ± 1	34	8,10	1	> 85
BOSE		37	8,08	0,5			38	8,12	0	
A3		36	8,06	0,5			35	8,11	1	
A6		36	8,07	0			36	8,14	0	
B3		37	8,07	0,5			35	8,10	0	
B6		37	8,07	0			38	8,11	0	
K1		37	8,07	0			37	8,14	1	
K2		37	8,07	0			37	8,16	0,5	
K3		37	8,07	0			37	8,17	0	
K4		37	8,07	0			36	8,11	0	

Tab. 2-XL - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nel 2° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)
Controllo	21	14 ± 0,00
BO SE	21	43 ± 0,00
A3	21	29 ± 0,00
A6	21	38 ± 8,25
B3	21	52 ± 8,25
B6	21	33 ± 8,25
K1	21	14 ± 0,00
K2	21	38 ± 8,25
K3	21	10 ± 8,25
K4	21	24 ± 8,25

Tab. 2-XLI - Concentrazioni (mg/kg; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel 2° 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	n.r.	2,20	n.r.	0,121	n.r.	18,79	392,24	2,24	n.r.	0,30	70,82	n.r.	127,62	0,134
Controllo	n.r.	1,70	n.r.	0,125	n.r.	19,20	374,80	3,77	n.r.	0,43	104,15	n.r.	103,40	0,077
BO SE	n.r.	1,22	n.r.	0,111	n.r.	24,65	374,97	3,35	n.r.	0,40	130,29	n.r.	131,17	0,116
A3	n.r.	1,99	n.r.	0,167	n.r.	16,21	331,31	4,80	n.r.	0,40	94,02	n.r.	102,44	0,135
A6	n.r.	1,33	n.r.	0,144	n.r.	16,00	368,37	4,01	n.r.	0,35	96,35	n.r.	98,89	0,115
B3	n.r.	1,48	n.r.	0,120	n.r.	16,50	353,62	4,41	n.r.	0,35	99,71	n.r.	117,88	0,124
B6	n.r.	1,15	n.r.	0,126	n.r.	13,58	356,22	4,32	n.r.	0,34	155,24	n.r.	99,85	0,137
K1	n.r.	1,62	n.r.	0,124	n.r.	14,76	294,57	4,10	n.r.	0,35	106,43	n.r.	102,63	0,117
K2	n.r.	1,61	n.r.	0,117	n.r.	13,65	329,21	4,34	n.r.	0,34	97,68	n.r.	103,13	0,156
K3	n.r.	1,26	n.r.	0,134	n.r.	17,86	364,66	4,34	n.r.	0,36	117,17	n.r.	111,96	0,149
K4	n.r.	1,05	1,24	0,125	n.r.	17,26	334,18	3,78	n.r.	0,37	138,37	n.r.	108,24	0,131

Tab. 2-XLII - 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.	-0,50	n.c.	0,004	n.c.	0,41	-17,44	1,53	n.c.	0,13	33,33	n.c.	-24,22	-0,057
BO SE	n.c.	-0,98	n.c.	-0,010	n.c.	5,86	-17,27	1,11	n.c.	0,10	59,47	n.c.	3,55	-0,018
A3	n.c.	-0,21	n.c.	0,046	n.c.	-2,58	-60,93	2,56	n.c.	0,10	23,20	n.c.	-25,18	0,001
A6	n.c.	-0,87	n.c.	0,023	n.c.	-2,79	-23,87	1,77	n.c.	0,05	25,53	n.c.	-28,73	-0,019
B3	n.c.	-0,72	n.c.	-0,001	n.c.	-2,29	-38,62	2,17	n.c.	0,05	28,89	n.c.	-9,74	-0,010
B6	n.c.	-1,05	n.c.	0,005	n.c.	-5,21	-36,02	2,08	n.c.	0,04	84,42	n.c.	-27,77	0,003
K1	n.c.	-0,58	n.c.	0,003	n.c.	-4,03	-97,67	1,86	n.c.	0,05	35,61	n.c.	-24,99	-0,017
K2	n.c.	-0,59	n.c.	-0,004	n.c.	-5,14	-63,03	2,10	n.c.	0,04	26,86	n.c.	-24,49	0,022
K3	n.c.	-0,94	n.c.	0,013	n.c.	-0,93	-27,58	2,10	n.c.	0,06	46,35	n.c.	-15,66	0,015
K4	n.c.	-1,15	0,04	0,004	n.c.	-1,53	-58,06	1,54	n.c.	0,07	67,55	n.c.	-19,38	-0,003

Confronto con i survey precedenti - Nell'ultimo monitoraggio sono stati sostanzialmente confermati i risultati precedenti (Tab. 2-XLIII). Le variazioni hanno riguardato **As**, per il quale è stato osservato un netto miglioramento rispetto al 1° post lavori con il ripristino della situazione del pre-survey e del durante lavori e **Si**, per il quale è avvenuto un netto peggioramento che, tuttavia, riguarda anche i controlli. Si segnalano anche la presenza per la prima di bioaccumulo da **Pb** sia nei pressi della piattaforma, sia in due riferimenti, e il miglioramento in A3 per quanto concerne **Zn**. Le concentrazioni rilevate nei 4 survey sono riassunte in fig. 2.50.

Tab. 2-XLIII - Confronto tra le differenze delle concentrazioni dei metalli pesanti con il bianco rilevate nel pre-survey (PS), nel durante lavori (DL) e nei primi due 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.

Campione	Al				As				Ba				Cd			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,1	0,23	0,70	-0,50	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,040	-0,030	0,030	0,004
EL SE	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	0,09	0,30	-0,98	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,060	-0,030	-0,040	-0,010
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,00	0,03	0,04	-0,21	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,060	-0,010	0,040	0,046
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,14	0,04	0,45	-0,87	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,060	-0,020	-0,010	0,023
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,02	0,09	0,29	-0,72	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,070	-0,040	0,000	-0,001
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	0,03	0,45	-1,05	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,010	-0,020	-0,010	0,005
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,10	-0,01	0,34	-0,58	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,040	-0,030	-0,010	0,003
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,04	-0,14	0,30	-0,59	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,080	-0,030	0,000	-0,004
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,09	0,14	0,10	-0,94	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,050	-0,010	-0,010	0,013
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,16	-0,01	0,17	-1,15	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	-0,050	0,000	-0,020	0,004

Campione	Cr				Cu				Fe				Ni			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,98	-6,25	-1,67	0,41	-407,4	-121,44	-155,35	-17,44	-1,21	0,67	-0,04	1,53
EL SE	n.c.	2,09	n.c.	n.c.	-7,21	-6,39	-7,57	5,86	-504,93	-80,96	-332,51	-17,27	0,93	2,22	1,29	1,11
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,55	-5,38	-2,47	-2,58	-560,73	-100,98	-205,81	-60,93	1,59	2,04	0,77	2,56
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-7,34	-4,79	-5,47	-2,79	-526,20	-120,28	-260,65	-23,87	1,16	1,76	0,77	1,77
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-7,58	-10,42	-4,03	-2,29	-604,61	-160,04	-247,08	-38,62	1,16	1,86	1,54	2,17
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,38	-5,75	-5,75	-5,21	-500,03	-113,16	-221,73	-36,02	0,40	3,82	0,54	2,08
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-4,44	-8,25	-5,61	-4,03	-579,70	-126,42	-311,94	-97,67	1,33	1,49	1,02	1,86
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-9,88	-9,86	-3,25	-5,14	-585,98	-154,09	-236,17	-63,03	0,15	3,00	1,33	2,10
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-4,78	-4,75	-2,62	-0,93	-548,05	-117,77	-219,65	-27,58	0,29	2,42	0,56	2,10
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-6,22	-8,02	-6,12	-1,53	-542,73	-137,33	-327,71	-58,06	1,58	1,94	0,42	1,54

Campione	In				Pb				Si				V			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,13	0,13	-436,22	-34,6	-414,45	33,33	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
EL SE	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,25	0,10	-447,23	1,99	-373,08	59,47	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,15	n.c.	-0,17	0,10	-388,10	-22,07	-353,54	23,20	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,17	n.c.	-0,07	0,05	-449,01	0,22	-381,83	25,53	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,14	0,05	-437,64	-6,89	-399,53	28,89	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,18	n.c.	-0,17	0,04	-364,38	-0,76	-395,72	84,42	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,31	0,05	-449,11	31,54	-418,04	35,61	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,12	n.c.	-0,10	0,04	-390,59	0,50	-380,22	26,86	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,18	0,06	-447,70	-4,70	-381,58	46,35	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,20	0,07	-434,56	-6,49	-376,15	67,55	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

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

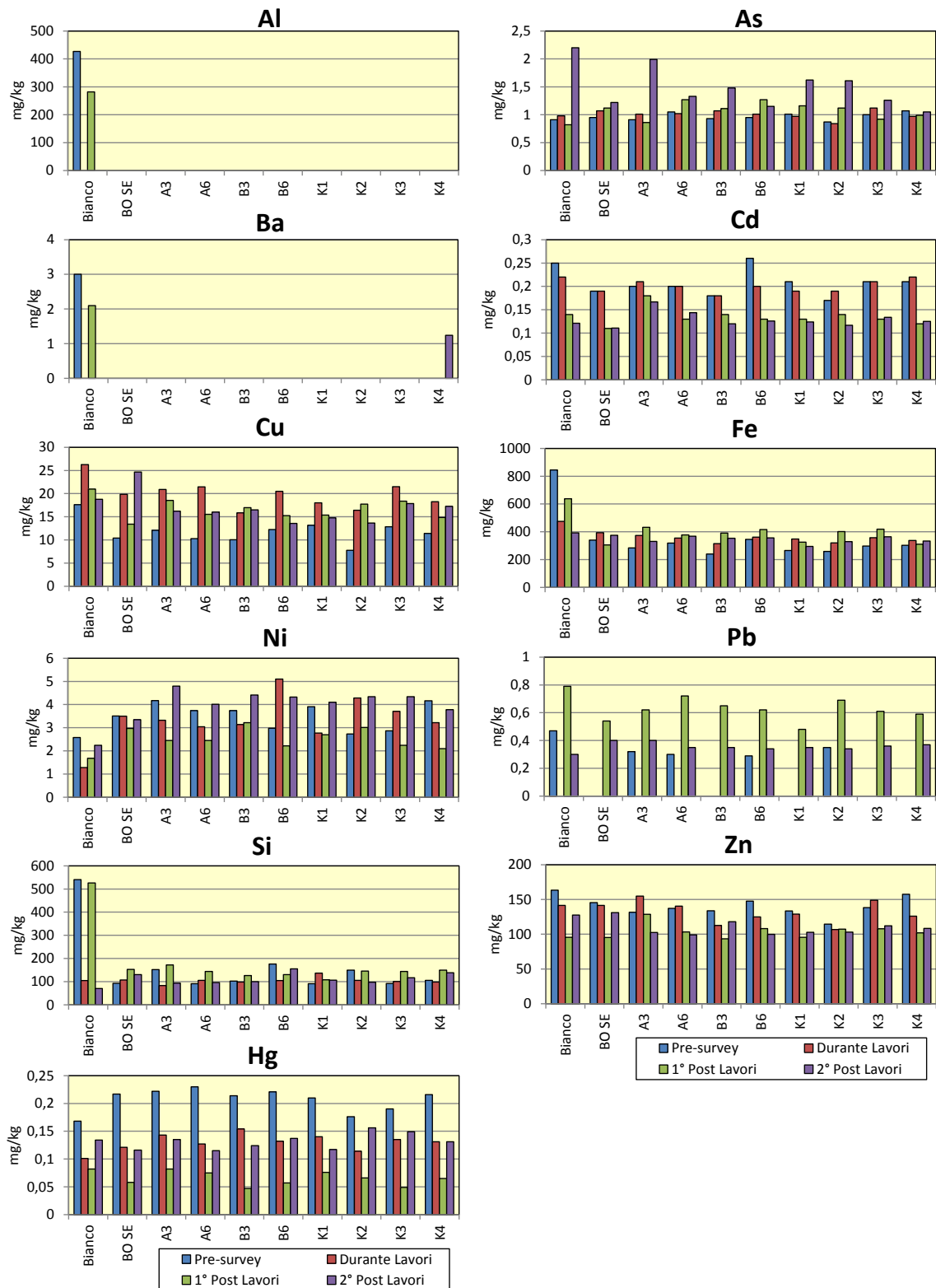


Fig. 2.50 - Concentrazioni dei metalli pesanti rilevate negli organismi di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti da testare e al bianco nei quattro survey finora condotti. Non sono riportati Cr, In e V in quanto inferiori al limite di rilevabilità strumentale ovunque in tutti i monitoraggi.

2.2.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

2.2.5.1 Densità (N) e Biomassa (P)

Nel 2° survey dopo i lavori di installazione della piattaforma Bonaccia NW la densità lungo il transetto A è risultata molto variabile, con valori notevolmente maggiori nelle stazioni poste a Sud in cui, in corrispondenza di A6, è stato registrato il massimo dell'intera area indagata ($106,33 \pm 39,35$ ind/0,095 m²) anche se confrontabile con altri siti data l'elevata variabilità tra le repliche (fig. 2.51). Anche lungo B i valori non sono stati omogenei, essendo compresi tra $30,00 \pm 6,11$ (B3) e $71,67 \pm 7,42$ ind/0,095 m² (B8). Tutte le stazioni dei transetti sono comunque rientrate nel range relativo ai controlli, dove N è oscillata tra $75,33 \pm 10,99$ ind/0,095 m² (K2) e $25,67 \pm 3,33$ ind/0,095 m² (K4), valore minimo registrato in tutta l'area indagata.

Dal confronto con il survey precedente è emerso un generale incremento della densità che non ha però riguardato i siti A1, A2, B3, BO NE, B5 e B6, rimasti pressoché invariati, e A3 e BO NW dove N si è ridotta.

Dal punto di vista della composizione dei popolamenti (Tabb. 2-XLIV - 2-XLVII) nell'ultimo survey i policheti della famiglia Paraonidae hanno rappresentato il taxon nettamente più numeroso quasi ovunque; solo in BO NW e BO SE hanno prevalso rispettivamente i policheti spionidi e *Owenia fusiformis*. Altre specie abbondanti in una o più stazioni sono risultate i policheti *Ophelina cylindricaudata*, *Aphelochaeta filiformis* e *Paradiopatra calliopae*. La distribuzione delle densità è variata rispetto al survey precedente principalmente per l'aumento di abbondanza di *O. cylindricaudata* in numerosi siti dove ha raggiunto valori di densità simili a quelli già riscontrati nel pre-survey. Rimane confermata la drastica riduzione/scomparsa del decapode *Upogebia deltaura* rispetto al survey condotto durante i lavori di installazione della struttura.

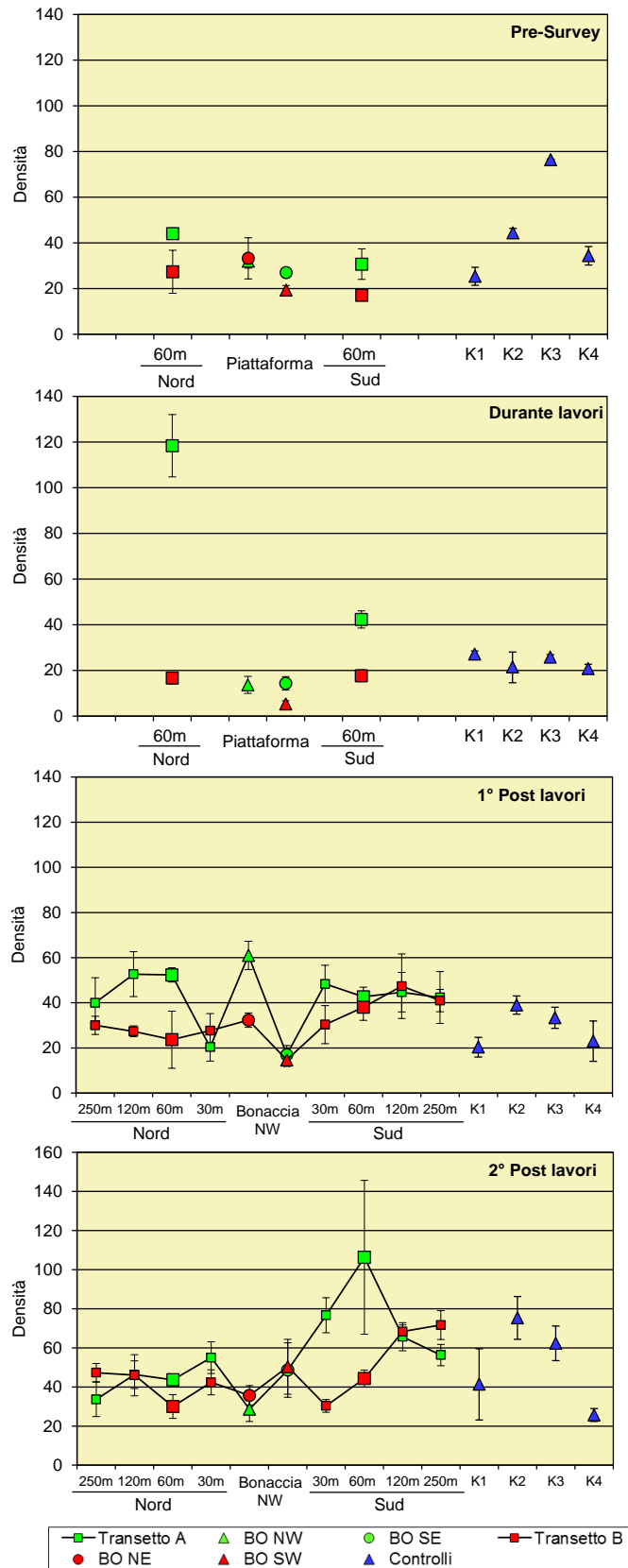


Fig. 2.51 – Densità (\pm e.s.) registrate presso i siti monitorati nel nell'intero periodo di indagine.

Tab. 2-XLIV – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) 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’influsso 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	
Distanza dalla futura piattaforma (m)		60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000	
Cnidari														
Antozoi	Actiniaria nd	-							0,33		0,67			
	Idrozoi	-	0,33	0,33								1,00		
Crostacei														
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										
		<i>Stenothoe</i> sp	-	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	2,00	1,00	0,33	1,00	1,33	2,33	0,67	
	<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	
Echinodermi														
Echinoidi	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		0,33										
Oloturoidei		-							0,33					
Molluschi														
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	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	
Nemertini														
Nemertea		-	0,33									1,67		
Policheti														
	<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	0,33	3,00	5,00	9,33	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	2,33		1,00		0,33	1,44	0,33			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									
	<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		0,67	0,44						

Tab. 2-XLIV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	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	
Policheti														
	<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		
Sipunculidi														
	<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
Densità totale			44,00	32,00	27,00	30,67	27,33	33,22	19,33	17,00	25,33	44,33	76,33	34,33
Ricchezza specifica totale			37	31	32	35	22	26	24	20	23	30	39	29

Tab. 2-XLV – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) 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. 2-XL 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		
Distanza dalla futura piattaforma (m)		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												
	<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														
	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>Rissoides 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		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	0,67		0,67	0,33		
	<i>Harmothoe</i> sp	-			0,33	0,33									
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC									0,67		0,33		
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	1,00								0,33	1,00	0,67		
	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				
	<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		
	Paronidae 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									
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab								0,67			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>Onchnesoma 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		
Densità totale		118,33	13,67	14,33	42,33	16,67				5,33	17,67	27,00	21,33	25,67	20,67
Ricchezza specifica totale		35	12	15	33	20				11	16	25	16	29	24

Tab. 2-XLVI – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) 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. 2-XL.

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	
Briozoi																										
	<i>Aetea truncata</i>					0,33																				
	Briozoa nd															0,33			0,33	0,33				0,33		
	<i>Schizoporella errata</i>																									
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>					0,67	1,00	0,33			0,33		0,67	0,33		0,33	0,67	0,67	0,33				0,67			
	<i>Triticella flava</i>										0,33		0,33													
Cnidari																										
	Actiniaria nd																							0,33		
	<i>Funiculina quadrangularis</i>																					0,33				
	Idrozoi		0,33	0,33		0,33						0,33	0,33				0,33						0,33			
Crostacei																										
	Anfipodi																									
	<i>Acidostoma nodiferum</i>			0,33			0,33																			
	<i>Ampelisca diadema</i>				0,33					0,67																
	<i>Corophium</i> sp								0,33	0,67		0,33														
	<i>Eriopisa elongata</i>			0,33																						
	<i>Eusirus longipes</i>														0,33											
	<i>Gammaropsis</i> sp																0,33									
	<i>Orchomene grimaldii</i>			0,33			1,33										0,33			0,33						
	<i>Othomaera schmidtii</i>		0,33								0,67															
	<i>Paraphoxus oculatus</i>					0,33															0,33					
	<i>Phtisica marina</i>			0,33																						
	<i>Stenothoe</i> sp					0,33																				
	Copepodi																								0,33	
	Cumacei																					0,33				
	<i>Eudorella truncatula</i>																				0,33					
	Decapodi	0,33		0,33		0,33					0,67	0,33	0,33							0,33	0,33	0,33		0,33	0,33	
	<i>Anapagurus bicorniger</i>					0,33																				
	<i>Anapagurus</i> sp			0,33	0,67			0,33																		
	<i>Athanas</i> sp																									
	<i>Callianassa subterranea</i>	Lim	2,67	3,33	0,67	3,33		2,33	0,67	1,67	0,67	0,67	0,33	0,67	2,00	1,00	0,33	0,33	1,33		1,00	0,67	0,67	2,33	1,00	0,33
	<i>Chlorotocus crassicornis</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														0,67	0,67									
	Paguridae nd																									
	<i>Processa</i> sp			0,67																		0,33				
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB																						0,33		
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL			0,33	0,33		0,33									0,33	2,00	0,33							
	Isopodi																									
	<i>Bopyridae</i> nd																									
	<i>Gnathia</i> sp		0,33		0,67	0,33			0,33					0,67										0,33	0,33	
Echinodermi																										
	Oloturoidei			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									0,33	0,33														
Molluschi																										
	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. 2-XLVI – 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
Molluschi																									
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim											0,33												
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim																					0,33		
	<i>Parvicardium 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									
	<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																				0,67
Gasteropodi	<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	0,33
	<i>Odostomia</i> sp	-			0,33																				
	<i>Turritella communis</i>	VTC		0,33																0,33			0,33	1,33	
Nemertini																									
	<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	0,33	
Poicheti																									
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33		0,33						0,33									0,67				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		0,33	1,00
	<i>Amphicteis 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 filliformis</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									1,00	2,00			0,33	0,33
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,33	0,33	0,67		0,33	0,67	0,67								0,33						1,00	0,33	
	<i>Capitella capitata</i>	MO																			0,33	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	0,67	0,33				
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI					0,67		0,33								0,33				0,33				
	<i>Dorvillea rudolphii</i>	HP															0,67								
	<i>Dilonereis 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														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		
	<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	0,33	1,00	0,67	2,00	1,00	1,67	1,00		1,33	1,67	0,67
	<i>Glycera tessellata</i>	Sd	0,33		0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33		0,33	0,33		0,33	0,67	0,67	0,67		0,33					
	<i>Goniada maculata</i>	VTC									0,33					0,33									
	<i>Hamothoe</i> sp	-					0,67									0,33							0,33		
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd													0,33										
	<i>Labioleanira 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. 2-XLVI – 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	
Policheti																										
	<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	1,00	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		
	<i>Nereididae nd</i>	-				0,33																				0,67
	<i>Ninoe sp</i>	-		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			1,00	1,00	2,00	0,67	4,00	1,67
	<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	0,67	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	0,33	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	2,00	1,00	
	<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	0,67	1,00	0,33	0,67	1,33	1,00	0,33	0,67	1,00	0,67
	<i>Paraonidae nd</i>	-	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	9,00	12,33
	<i>Phyllodoce sp</i>	-				0,33	0,33																			
	<i>Pilargidae nd</i>	-	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	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 sp</i>	-																								
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC		0,67	0,33	0,33	0,33				0,33									0,33						0,33
	<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt	0,33																							
	<i>Prionospio sp</i>	-	0,67	0,33		0,33	0,67	1,33	0,33	0,33	1,33	0,33	0,33		1,00	0,33	0,67			1,00	0,33				0,33	
	<i>Sabellidae nd</i>	-		0,33	1,67	1,00	0,67	1,33	0,33	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 sp</i>	-	0,33								0,33				0,33				0,33							0,33
	<i>Scoloplos amiger</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		
	<i>Sphaerodoridae nd</i>	-													0,33											
	<i>Spionidae nd</i>	-	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			0,33	0,33
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC			0,33																					
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim			0,33																					
	<i>Syllidae juv</i>	-					0,33												0,67							
	<i>Terebellidae nd</i>	-		0,33			0,33						0,33													0,33
	<i>Trachytrypae jeffreysii</i>	VTC											0,33													0,33
Poriferi																										
	<i>Porifera nd</i>	-					0,33																			
Sipunculidi																										
	<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						0,33			0,67		0,33
	<i>Sipuncula nd</i>	-	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							
Densità totale			40,00	52,67	52,33	20,33	61,00	17,00	48,33	42,67	44,67	42,33	30,00	27,33	23,67	27,67	32,33	14,67	30,33	38,00	47,33	41,00	20,33	39,00	33,33	23,00
Totale complessivo			33	36	42	27	49	20	29	30	29	35	27	26	26	29	29	26	32	28	40	25	19	28	33	19

Tab. 2-XLVII – Lista, densità (n. ind. 0,095 m⁻²) 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. 2-XLIV.

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 futura 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
Briozoi																									
	<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									0,33	
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi	0,33		0,33	0,33											0,33								
Cnidari																									
Antozoi	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim																			0,33				
Idrozoi	Hydroidea nd	-							0,33														0,33		
Crostacei																									
Antipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE							0,33		0,33				0,67						0,33				
	<i>Corophium</i> sp	-																0,33							
	<i>Erichonius brasiliensis</i>	Sd					2,67												0,33						
	<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 lilljeborgi</i>	MO							0,33													0,33			
	<i>Leucothoe oboa</i>	Lim									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																			
	<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												
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	1,67	1,33	0,67	1,67	3,33	2,67	3,00	
	<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																							
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre							0,67	0,67															
	<i>Processa</i> sp	-		0,33	0,33	0,33			0,67	0,67				0,33									0,67	0,33	
	<i>Solenocera membranacea</i>	DL				0,33										0,33									
	<i>Upogebia deltaura</i>	VB	1,00				0,33	0,33	0,33	0,67								0,33				0,33			
Isopodi	<i>Gnathia</i> sp	-	0,33	0,67		0,33			0,33		0,33													0,33	
	Janinidae nd	-																							
	Misidiacei	-																						0,33	
	Misidiacei nd	-																						0,33	
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillii</i>	Minut																							
	<i>Leptognathia</i> sp	-				0,33														0,33					
Echinodermi																									
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB							0,33						0,67						0,33			0,67	
Ofiuroidei	<i>Amphura chiajei</i>	VTC															0,33								
	<i>Ophiura albida</i>	DC						0,33	0,33																
Oloturoidei	Holothuriodea nd	-	0,33			0,33	0,67	1,00	1,00	1,67		0,33	0,33		0,33		1,67		0,33	0,67		0,33			
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC																						0,33	

Tab. 2-XLVII – 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 futura 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
Molluschi																									
Bivalvi																									
	<i>Abra prismatica</i>	DC													0,33										
	<i>Aequipecten opercularis</i>	DC														0,33									
	<i>Anornia 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	
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim											0,33												
	<i>Pecten jacobaeus</i>	DC																							
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab																							
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre						0,33							0,67	1,00	1,00	0,33							
Caudofoveati	<i>Falcidens guttuosus</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	
	<i>Turritella communis</i>	VTC	1,00	1,33	0,67				0,33	0,33					0,33									0,33	
Nemertini																									
	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			1,00		
Pantopodi																									
Picnogonidi	<i>Pycnogonida nd</i>	-										0,33											0,33		
Policheti																									
	<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	
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim			0,33																			2,00	
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB												0,33										2,00	
	<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	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67			0,33		0,67																7,00	
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,67	0,33	0,67	0,67	0,67			0,33						0,33								4,67	
	<i>Boccardia sp</i>	-					0,33																	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	
	Chaetopteridae nd	-																						3,00	
	<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																0,33	
	Cirratulidae nd	-	0,33	0,33			0,33			0,33		0,67		1,00	0,67		0,33	0,67		0,33	0,33	0,33		0,67	
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI	0,33	0,33				0,67								0,33		0,33	0,67		0,67			0,67	
	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C																						0,67	
	<i>Dilonereis filum</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			0,67	
	<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		0,33			0,67	
	<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	
	<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	1,33	0,33	
	<i>Goniada maculata</i>	VTC					0,33					0,33				0,33								0,33	
	<i>Harmothoe 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																		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	
	<i>Lumbrineris sp</i>	-																						0,33	
	Maldanidae nd	-						1,00																0,33	
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,33	1,00	0,33	2,00		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	
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33		0,33	0,67	0,67		0,67		0,33			0,33						0,33	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					0,67	0,33			0,33	

Tab. 2-XLVII – 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 futura 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>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																
<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>Phyto 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
Sipunculidi																									
<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	
Densità totale		33,67	46,33	43,67	55,00	28,67	48,67	76,67	106,33	65,67	56,33	47,33	46,00	30,00	42,33	35,67	50,33	30,33	44,33	68,33	71,67	41,33	75,33	62,33	25,67
Ricchezza specifica totale		31	34	34	44	28	40	39	53	36	34	31	35	26	31	37	44	25	28	35	32	30	33	38	26

Per quanto concerne la biomassa (fig. 2.52; Tabb. 2-XLVIII - 2-LI), anche nell'ultimo campionamento sono stati ottenuti valori modesti e omogenei tra loro con delle eccezioni. In questo caso i picchi sono stati registrati nelle stazioni B3 (12,39±9,62 gr/0,095 m²), BO SE (10,38±10,29 gr/0,095 m²), BO SW (17,38±1,70 gr/0,095 m²) e K4 (26,09±25,32 gr/0,095 m²). In questi siti l'indice è risultato alquanto elevato ma comunque confrontabile con le altre stazioni a causa dell'elevato errore standard determinato dal rinvenimento in alcune repliche del crostaceo decapode *Liocarcinus depurator* e del riccio di mare *Brissopsis atlantica mediterranea*. Unica eccezione la stazione BO SW, dove la biomassa è risultata confrontabile solo con K4; all'elevato valore in BO SW hanno contribuito *L. depurator* e i molluschi bivalvi *Pecten jacobeus* e *Aequipecten opercularis*, in K4 sono stati rinvenuti in una replica *B. atlantica mediterranea* e il mollusco bivalve *Azorinus chamasolen* (fig. 2.53).

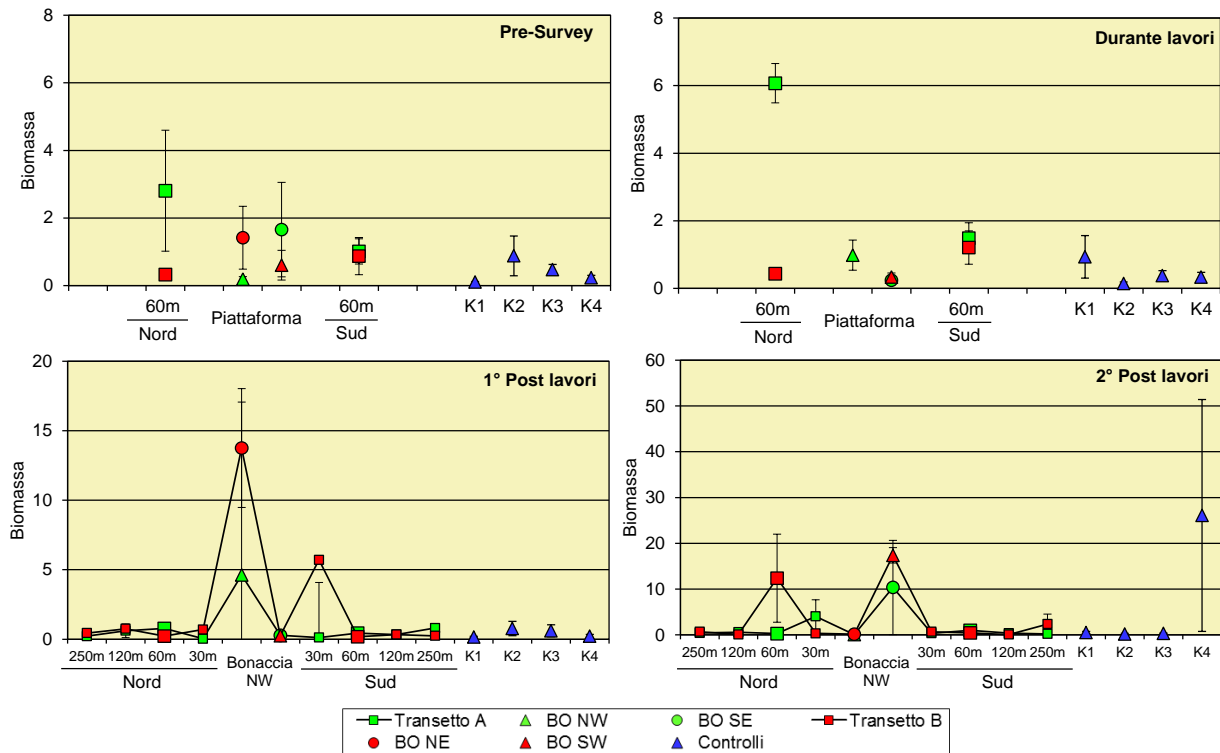


Fig. 2.52 – Biomassa (± e.s.) registrate nei quattro survey condotti sinora. Nel durante lavori la stazione BO NE non è stata campionata.

Tab. 2-XLVIII – Lista e biomassa (gr/0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel pre-survey. * = <0,001 gr/0,095 m².

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)													
Cnidari													
Antozoi	Actiniaria nd							0,005		0,023			
Idrozoi	Hydroidea nd	0,004	0,014								0,001		
Crostacei													
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 sp</i>	*											
	<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	0,005		0,051	
	<i>Processa sp</i>				0,018						*		
	<i>Upogebia deltaura</i>	0,010		*	0,001			*			0,099	0,001	
Isopodi	<i>Anthura gracilis</i>		*										
	<i>Gnathia sp</i>	*											
	<i>Paragnathia sp</i>	*											
Misidiacei	Misidiacea nd		0,002										
Tanaidacei	<i>Leptocheilia savignyi</i>											*	
Echinodermi													
Echinoidi	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		0,725										
Oloturoidei	Holothurioidea nd								*				
Molluschi													
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>		*		*	*		*	*		0,002	0,004
		<i>Hyala vitrea</i>	*			*		0,002	*	*			
		<i>Melanella polita</i>			0,006							0,002	0,004
	<i>Turritella communis</i>	0,484	0,280	0,245	0,017	1,114		0,537		0,539	0,153		
Nemertini													
	Nemertea nd		0,001								0,016		
Policheti													
	<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 sp</i>		0,002	*									
	<i>Labioleanira yhleni</i>			0,090	0,001	*		0,044	0,001	0,001	0,003	0,001	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>					*					0,003		
	<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 sp</i>	*			*	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. 2-XLVIII – 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
Policheti												
<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		
Sipunculidi												
<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
Biomassa totale	2,81	0,19	1,65	1,01	0,32	1,42	0,60	0,87	0,10	0,88	0,46	0,23

Tab. 2-XLIX – Lista e biomassa (gr/0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel survey condotto **durante i lavori di installazione**. * = <0,001 gr/0,095 m². 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
Briozoi												
Briozoa nd	*											
Cnidari												
Actiniaria nd									0,553			
Idrozoa nd		*	0,002	0,021					0,002	0,001		
Crostacei												
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												*
<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											
Molluschi												
Bivalvi												
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,017								0,025			
<i>Nucula nitidosa</i>												
Gasteropodi												
<i>Hyala vitrea</i>	*		*		*		*	*		*		0,001
<i>Turritella communis</i>	0,196			0,361	0,273						0,165	
Nemertini												
Nemertea nd	0,002	0,254		0,002							0,012	*
Policheti												
<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>Hamothoe</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>Minuspia 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>Ophiidromus 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	*
Phyllocididae 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	
Sipunculidi												
<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	0,011		0,006	0,001				*	0,008	0,012	0,004
Biomassa totale	6,070	0,981	0,239	1,485	0,432		0,335	1,206	0,932	0,138	0,377	0,328

Tab. 2-L – 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 futura 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>Ampharete acutifrons</i>	*		*						*									*	*	*		*	*	*
Ampharetidae nd	*	0,001		0,000	*	*		0,001	0,001					*	*		0,001	*	*	*		*	*	
<i>Aphelocystis gunneri</i>							*			0,010								*	*	*	*	*	*	
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>							*			*								*	*	*	*	*	0,001	
<i>Aphelocheata 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>Aphelocheata 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											*	*	*	
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,001	0,001		0,000									0,001						0,002		0,024		0,001	
<i>Chirimia biceps</i>		*			*									*	*									
Cirratulidae nd		*					0,001	0,015	0,137	0,004	*	*	*		*			0,001	0,059	*	*	*	*	
<i>Ditrupe 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>					*	*									*									
<i>Glycera rouxii</i>					0,013	0,001	0,018	0,001	*	0,001	0,001	0,005	0,167	*	0,332	0,003	0,697	*	0,001	*	*	*	*	
<i>Glycera</i> sp	*	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	*	0,001	0,001	0,008	*	*	0,002	0,001	0,001	*	0,001	*	*	*	*	
<i>Glycera tessellata</i>	*		*	0,006	0,001	0,001	0,001	*	0,001					*	0,002	0,001	0,001	*	0,001	*	*	*	*	
<i>Goniada maculata</i>										0,302					0,006	0,003								
<i>Harmothoe</i> sp					0,001										0,003							0,001		
<i>Hydroides norvegicus</i>																								
<i>Labidocera yhleni</i>								0,013										0,012	0,032					
<i>Lumbrineriopsis paradoxa</i>	0,001	*	0,001																					
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,002					0,001								0,001	0,001	0,002				0,001		0,002		
<i>Macroclymene santanderensis</i>	0,001		0,001																					
Maldanidae nd	0,004	0,121	0,116		0,182	*	0,054	0,040	0,038	0,037	0,116	0,185	*	0,035	0,125	0,058	0,080	0,204	0,001	0,104	0,105	0,012	0,051	0,010
<i>Marphysa bellii</i>		0,001			*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,127
<i>Melinna palmata</i>																								
<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Minuspio cirrifera</i>	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Nephtys hombergi</i>										0,002	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Nephtys hystrix</i>	0,011	0,022	0,005	0,003	*	*	0,001	0,001	0,007	*	0,039	0,002	*	*	*	*	*	0,001	0,008	0,009	0,001	0,010	0,021	0,001
Nereididae nd																								
<i>Ninoe</i> sp		0,001		0,001	*	*	*	0,001	0,002	0,001	0,004	0,033	0,004	0,004	0,011	*	0,004	0,007	0,022	*	0,001	0,003	0,033	0,006
<i>Notomastus aberans</i>	0,010	0,038	0,002	0,004			0,022	0,014		0,001	0,004	0,033	0,004	0,004	0,011	0,001	0,004	0,007	0,022	*	0,003	0,033	0,006	*
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,001	*	0,004	*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*
<i>Ophiotromus flexuosus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<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	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
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	0,001	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																								
<i>Poecilochetus serpens</i>		*	0,001	0,001	0,001					*							*					0,001		
<i>Prionospio ehlersi</i>	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Prionospio</i> sp		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*
Sabellidae nd		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>			0,001							0,002				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scoletoma</i> sp	0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,006	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scoloplos armiger</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sphaerodoridae nd		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Spionidae nd	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Sthenelais boa</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Syllidae juv		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Terebellidae nd		*	*	*	0,003	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001
<i>Trachytrypae jeffreysii</i>											0,002												0,004	
Poriferi					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Porifera nd					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sipunculidi																								
<i>Aspidosiphon muelleri</i>		*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,009	*	*	*	*	0,032	*
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	*	*	*	0,008	*	*	*	0,001	*	*	*	*	0,004	0,009	*	*	*	*	*	*	*	*	0,005
<i>Sipuncula</i> 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	0,006	0,002	*	*	*	*	
Biomassa totale	0,219	0,610	0,780	0,034	4,627	0,280	0,122	0,439	0,333	0,803	0,446	0,750	0,222	0,701	13,755	0,254	5,714	0,175	0,334	0,241	0,156	0,771	0,607	0,221

Tab. 2-LI – Lista e biomassa (gr. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 2° survey post lavori. * = <0,001 gr. 0,095 m⁻².

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 futura 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
Briozoi																								
<i>Aetea truncata</i>						*		*																
Briozoa nd																								
<i>Scrupocellaria scruposa</i>		*		0,001			0,001	*	0,002					*									*	
<i>Triticella flava</i>	*		0,001	*													*							
Cnidari																								
Antozoi <i>Funiculina quadrangularis</i>																				0,006				
Idrozoi Hydroidea nd									0,003														0,009	
Crostacei																								
Anfipodi <i>Ampelisca diadema</i>								0,001	0,002					0,001							0,001			
<i>Corophium</i> sp																			*					
<i>Erichthonius brasiliensis</i>						*				*									*	*				
<i>Eriopisa elongata</i>										*									*	*				
<i>Gammaropsis</i> sp															*				*	*				
<i>Harpinia dellavallei</i>																			*	*				
<i>Leptocheirus mariae</i>																*								
<i>Leucothoe incisa</i>																				*				
<i>Leucothoe liljeborgi</i>								*												*				
<i>Leucothoe oboa</i>										*										*				
<i>Maera grossimana</i>															0,001							*		
<i>Orchomene grimaldii</i>				*											*									
<i>Paraphoxus oculatus</i>				*										*										
<i>Phtisica marina</i>								*							*					*				
<i>Rhachotropis</i> sp									*											*		*		
Cumacei Cumacea nd																				*		*		
<i>Eudorella truncatula</i>				*		*	*		0,001		*								*	*				
Decapodi <i>Alpheus glaber</i>									0,116						0,005		0,032		0,065	0,113		0,031		
<i>Anapagurus</i> sp		0,001			0,004											0,001								
<i>Athanas nitescens</i>															0,004									
<i>Callinassa subterranea</i>	0,004	0,033	0,018	0,008	0,001	0,011	0,019	0,006	0,070	0,005	0,003	0,003	0,001	0,002	0,014	0,017	0,023	0,009	0,003	0,008	0,014	0,023	0,006	0,003
<i>Ebalia deshayesi</i>																0,002								
<i>Goneplax rhomboides</i>		0,002	0,060	0,181				0,026	0,038	0,110	0,045	0,027	0,031	0,017		0,299	0,270				0,110	0,092	0,045	
<i>Liocarcinus depurator</i>				3,717		10,254									5,913									
<i>Liocarcinus maculatus</i>						0,002								*										
<i>Monodaeus couchi</i>																0,012								
<i>Processa</i> sp		*	*	0,013			*	0,003			*				0,001						0,007		*	
<i>Solenocera membranacea</i>			0,012												0,006									
Upogebia <i>deltaura</i>	0,176				0,032	0,020	0,001	*										*			0,001			
Isopodi <i>Gnathia</i> sp	*	*		*			*	*		*													0,001	
Janiridae nd																				*				
Misidiacei Misidiacea nd																							0,001	
Tanaidacei <i>Apseudes latreillii</i>																			*					
Echinodermi																								
Echinoidei <i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>								0,760					12,168							2,110				24,663
Oliuroidei <i>Amphipura chiajei</i>					0,001			0,002								0,003								
<i>Ophiura albida</i>					0,002																			
Oloturoidei Holothurioidea nd	*			*	0,002	0,007	0,001	0,002	*	*	0,001		0,002		0,004				*	*		*		0,158
<i>Labidoplax digitata</i>																								
Molluschi																								
Bivalvi <i>Abra prismatica</i>																								
<i>Aequipecten opercularis</i>																								
<i>Anomia ephippium</i>																								
<i>Azorinus chamasolen</i>																								
<i>Kurtiella bidentata</i>						*																		1,016
<i>Modiolarca subpicta</i>						0,002																		
<i>Nucula nitidosa</i>																							0,061	
<i>Nucula sulcata</i>																								
<i>Pecten jacobaeus</i>																								
<i>Phaxas adriaticus</i>					*																			
<i>Timoclea ovata</i>					0,005	0,012	0,006	*			0,002			0,003	0,003	0,001								
<i>Leptognathia</i> sp				*														0,005						

Tab. 2-LI – 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 futura 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
Molluschi																								
Caudofoveati							*				*	*	0,001	0,001			*	*						*
Gasteropodi			0,001																					
<i>Falcidens guttuosus</i>			0,001																					
<i>Hyalia vitrea</i>			0,109																					
<i>Turritella communis</i>	0,173	0,442					0,116	0,104			0,071	*	0,001	0,001			*	0,009				0,023		0,143
Nemertini																								
Nemertea nd	0,035	0,002	*	*	*	0,001	0,001	*	*			*		0,049	*	0,001			*			0,001		
Pantopodi																								
Pincogonidi																								
Pycnogonida nd																						*		
Policheti																								
<i>Ampharete acutifrons</i>				0,001	0,003	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	
<i>Amphicteis gunneri</i>			0,001																				0,001	
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>																								
<i>Aphelochaeta filliformis</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>																*								
<i>Dilonereis filum</i>				*		0,001	0,001	*	0,003	*	*	0,001		*		*		0,153	0,001			0,003	0,007	
<i>Glycera alba</i>				0,003	0,018	0,009	0,023	0,002	0,001	0,001		*	*	0,001	0,015	0,034	0,006	0,001	0,001	0,001	*	0,001		
<i>Glycera rouxii</i>	0,001	0,001		0,001	0,001	*	0,007	0,009	*	*	*	*	*	0,002	0,002	0,007	0,001	*	*	0,001	*	0,001		
<i>Glycera</i> sp	0,001	0,002	0,002	*	*	0,004	0,056	0,042	*					0,006	*	*	*	*	*	0,001	0,071	0,001	0,087	
<i>Glycera tessellata</i>			*												*	*	*	*	*	0,001	0,071	0,001	0,087	
<i>Goniada maculata</i>					0,003										*	*	*	*	*	0,001	0,071	0,001	0,087	
<i>Harmothoe</i> sp	*		0,003	*		0,002	0,001	*	0,001				0,072		*	*	*	*	0,001	*		0,001		
<i>Hyalinoecia tubicola</i>				*											*	*	*	*	*	0,001	*			
<i>Hydroides norvegicus</i>								0,003	*			*			*	*	*	*	*	0,001	*			
<i>Labioleanira yhleni</i>								0,013	0,001				0,068	0,081						0,001	*			
<i>Lumbrineris gracilis</i>				*		0,003	*		0,001								0,001	0,309			0,003		0,001	
<i>Lumbrineris</i> sp					*																0,003		0,001	
Maldanidae nd					*																		0,001	
<i>Marphysa bellii</i>	0,002	0,057	0,032	0,078	0,001	0,002	*	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	
<i>Melinna palmata</i>	*	*	*	0,001	0,002	*	*	0,002	0,002	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Minuspio cirrifera</i>															*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nephtys hombergi</i>									0,003						*	*	*	*	*	*	0,017	0,003	0,006	0,007
<i>Nephtys hystrix</i>	0,009	0,015	0,003					0,003	0,007	0,001	0,003	0,006	0,003		*	*	*	*	*	*	0,018	0,006	0,007	0,001
Nereididae nd															*	*	*	*	*	*	0,005	0,006	0,001	0,006
<i>Ninoe</i> sp				0,003			0,005	0,003	0,003	0,001	0,009	0,009	0,014	0,015	0,002	0,018	*	0,004	0,003	0,005	*	*	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	*	
<i>Ophiotromus flexuosus</i>		0,001	*	0,001	*		*	0,001	0,002	0,002	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	*	0,001	*	
<i>Owenia fusiformis</i>		*	*	0,001	*	0,008	0,001	0,001	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	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	0,003	0,001	
<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	0,001	
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	0,002	0,003	0,001	0,001	
<i>Paraprionospio pinnata</i>			0,003																					
<i>Pectinaria koreni</i>																*								
Phyllococidae 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 brevibranchia</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	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tab. 2-LI – 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 futura 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																								
Sabellidae nd	*	0,001	*	*	*	0,001	0,001	0,002	*		*			*	*	0,001	*	*	*		*		*	*
Scalibregma inflatum		0,001		0,001			0,002		*					0,001					*			0,001	*	*
Scoletoma sp				0,002			0,001	0,006	*	*	0,002	*	*		*		*	0,001	0,001			*	*	*
Scoloplos armiger	*							*	*	*	*	*		*	*				0,001			*	*	*
Serpula vermicularis							*	*	*	*	*	*		*	*		*					*	*	*
Sphaerodoridae nd							*	*	*	*	*	*		*	*		*					*	*	*
Spionidae nd	*	*	*	0,001	0,002	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*		*			*	*	*
Spiophanes bombyx							*	*	*	*	*	*		*	*		*					*	*	*
Sternaspis scutata						*																*	*	*
Sthenelais boa								0,005							0,004							*	*	*
Syllis sp								*														*	*	*
Terebellidae nd											0,002	0,001									0,001			0,002
Sipunculidi																								
Aspidosiphon muelleri			0,001			*															0,039	*	*	*
Onchesoma steenstrupi	0,001	*		*		0,001	0,002	*	0,002			*	0,001	*		0,001	0,001	*	*	0,001	*	*	0,001	0,002
Phascolion strombus																0,009						*	*	*
Sipuncula 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	*	*
Biomassa totale	0,429	0,586	0,284	4,040	0,085	10,378	0,358	1,016	0,385	0,216	0,677	0,112	12,394	0,343	0,164	17,384	0,684	0,439	0,091	2,365	0,511	0,206	0,319	26,094

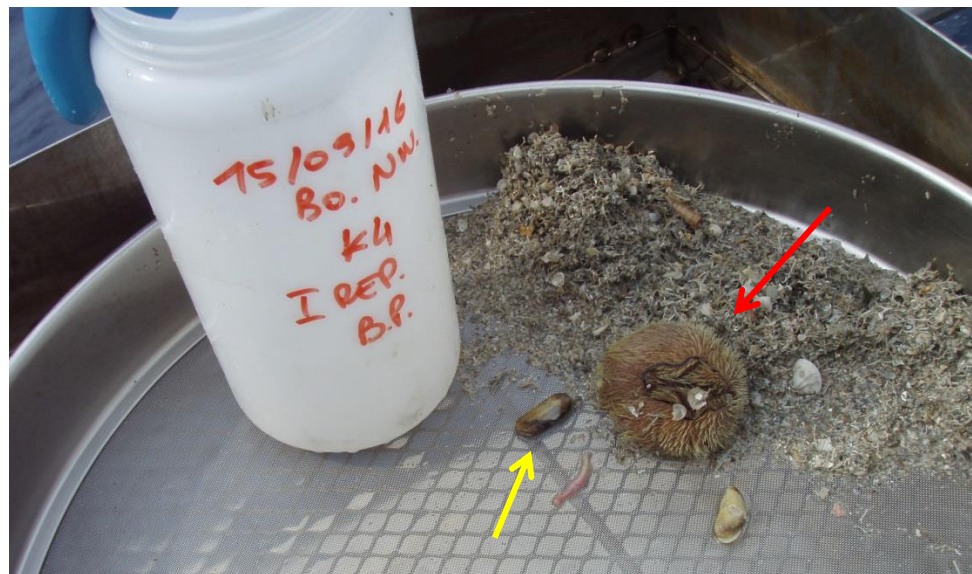


Fig. 2.53 - Estate 2016. Esemplici di *B. atlantica mediterranea* (feccia rossa) e di *A. chamasolen* (freccia gialla) rinvenuti in un replica del controllo K4.

2.2.5.2 Affinità biocenotiche delle specie rinvenute

Analogamente a quanto già osservato nei monitoraggi precedenti, anche nel 2° survey post lavori i popolamenti rinvenuti sono risultati composti per la maggior parte da organismi di fondo mobile (Tabb. 2-LIIa e 2-LIIb).

Considerando il numero di taxa, le specie limicole (Lim) hanno rappresentato il gruppo biocenotico nettamente più importante in tutte le stazioni, seguite dagli indicatori di materia organica nel sedimento (MO) e quindi dagli organismi sabulicoli (Sab). Fanno eccezione i siti B6, dove i Sab hanno eguagliato gli MO, e BO SW, dove gli organismi tipici di substrato duro (Sd) hanno prevalso su entrambi i gruppi.

In termini di densità i Lim si sono confermati come il raggruppamento più abbondante in tutti i siti tranne in BO SE, dove sono risultati più numerosi gli organismi sabulicoli. Nelle restanti stazioni, Sab e/o MO hanno rappresentato il secondo e/o il terzo gruppo biocenotico più abbondante, fatta eccezione del sito BO SW dove entrambi sono stati superati dagli organismi a Larga ripartizione ecologica (Lre).

Tutti gli altri gruppi biocenotici, come già riscontrato nei survey precedenti, sono apparsi poco rappresentativi sia per numero di specie che di individui.

Tab. 2-LII – 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. 2-XLIV.

a)

Pre-Survey	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)												
Limicoli (Lim, VTC, VB)	12	12	15	15	8	11	9	9	11	15	13	12
Sabulicoli (Sab, SFBC)	3	1	1	3	1	2				1	2	
Misticoli (Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	2	2	3	1	1		2		1	1	3	1
Mnuticoli (Mnut)						1	1				1	1
Indicatori di Materia Organica (MO)	6	4	4	6	4	5	6	5	6	5	6	6
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	3	1	1	1			1				1	2
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2	2	1		1	1	1	1	1	2	3	2

Durante lavori

Durante lavori	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	BO NW	BO SE	A6	B3	BO NE	BO SW	B6	K1	K2	K3	K4
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)												
Limicoli (Lim, VTC, VB)	14	2	6	13	10	Non campionata	6	7	12	7	11	9
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2			2					2	1	2	1
Misticoli (Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	2	1	2	2	1		1	1	1		1	1
Mnuticoli (Mnut)	1											
Indicatori di Materia Organica (MO)	5	3	2	4	5		1	3	4	4	4	6
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	1											
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2			2							1	

1° Post lavori

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
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)																								
Limicoli (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
Sabulicoli (Sab, SFBC)	4	1	2	1	3	2	2	1	2	2	1	2	3	2	3		2		2		1		2	
Misticoli (Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1		2	2	5		1		1						1	1	2	1	1	2				
Fondi Mobili Instabili (MI)					1		1								1					1				
Mnuticoli (Mnut)		1			1		1		1										1			1	1	
Indicatori di Materia Organica (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
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1			1		
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1	1	4		1	1		1	1	1	1	1			1	2		2	1	1		1	2	

2° Post lavori

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
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)																								
Limicoli (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
Sabulicoli (Sab, SFBC)		2	2	3	2	3	4	3	3	1	2	1		2	3	3	1	2		2	3	1	3	2
Misticoli (Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1			3	2	2	2	2		2				1	1	4		1	1		2			1
Fondi Mobili Instabili (MI)	1	1			1										1	1	1		1					
Mnuticoli (Mnut)	1		1	1	1		1		1			1						1	2					
Indicatori di Materia Organica (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
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)		1	1	2	1	3	3	4	1	1		1		1	3	5			1	1	1	2		1
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1				1	1	1	3	1	1	2	1	1	2	4	3		1	1	1		1	1	

Tab. 2-LII – 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
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)												
Limicoli (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
Sabulicoli (Sab, SFBC)		0,33	0,33	1,00	0,33	0,78			1,00	0,67		
Misticoli (Mxt, 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
Minuticoli (Mnut)						0,33	0,33				0,33	0,33
Indicatori di Materia Organica (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
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	1,33	0,67	0,33	0,67			0,33				3,33	1,00
Larga ripartizione ecologica (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
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)												
Limicoli (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
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1,33			1,00			0,67	1,00	1,00	0,33	0,33	
Misticoli (Mxt, 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
Minuticoli (Mnut)	0,33											
Indicatori di Materia Organica (MO)	7,33	1,00	1,67	2,67	3,00		0,33	1,33	3,00	2,67	2,33	3,33
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	0,33											
Larga ripartizione ecologica (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
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)																								
Limicoli (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
Sabulicoli (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	1,00	1,33		1,00		1,33		0,33		1,00	
Misticoli (Mxt, 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				
Fondi Mobili Instabili (MI)					0,67		0,33								0,33	0,33				0,33				
Minuticoli (Mnut)		0,33			1,00		0,33												0,33			0,67	0,33	
Indicatori di Materia Organica (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
Substrato duro (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	1,33	0,33	0,33	1,00	1,33	1,33	0,33	0,33			0,67		
Larga ripartizione ecologica (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
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)																								
Limicoli (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
Sabulicoli (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
Misticoli (Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1,00			1,00	0,67	0,67	0,67	1,00		0,67		0,67		0,33	0,67	1,33		0,33	0,33		0,67			0,67
Fondi Mobili Instabili (MI)	0,33	0,33			0,67										0,33	0,33	0,67			0,67				
Minuticoli (Mnut)	0,33		0,33	0,67	0,67		0,67		0,33		0,33		0,33					0,33	1,00					
Indicatori di Materia Organica (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
Substrato duro (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
Larga ripartizione ecologica (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	

2.2.5.3 Dominanza

Per la rappresentazione grafica della dominanza sono stati considerati i 18 taxa che complessivamente hanno costituito circa il 67% (pre-survey), il 77% (durante) e il 72% (1° e 2° post lavori) delle comunità bentoniche, includendo i rimanenti nella categoria “altro” (fig. 2.54).

Nel 2° survey post lavori i policheti paraonidi sono risultati dominanti in quasi tutte le stazioni campionate compresi i controlli; le loro percentuali sono oscillate tra il 3,49% (BO NW) e il 48,89% (B3). Altre specie importanti sono risultate *O. cylindricaudata*, *A. filiformis* e *P. calliopae*, con valori massimi rispettivamente in B1 (19,01%), K1 (10,48%) e A1 (15,84%).

Le dominanze di questi 4 taxa sono apparse notevolmente ridotte nelle stazioni poste in prossimità della piattaforma, soprattutto in BO SE e BO NW dove hanno invece prevalso i policheti spionidi e/o *Owenia fusiformis*. Da sottolineare anche la dominanza nella stazione

BO SW del mollusco bivalve *Anomia ephippium*, un organismo che vive tipicamente adeso alle conchiglie di altri bivalvi.

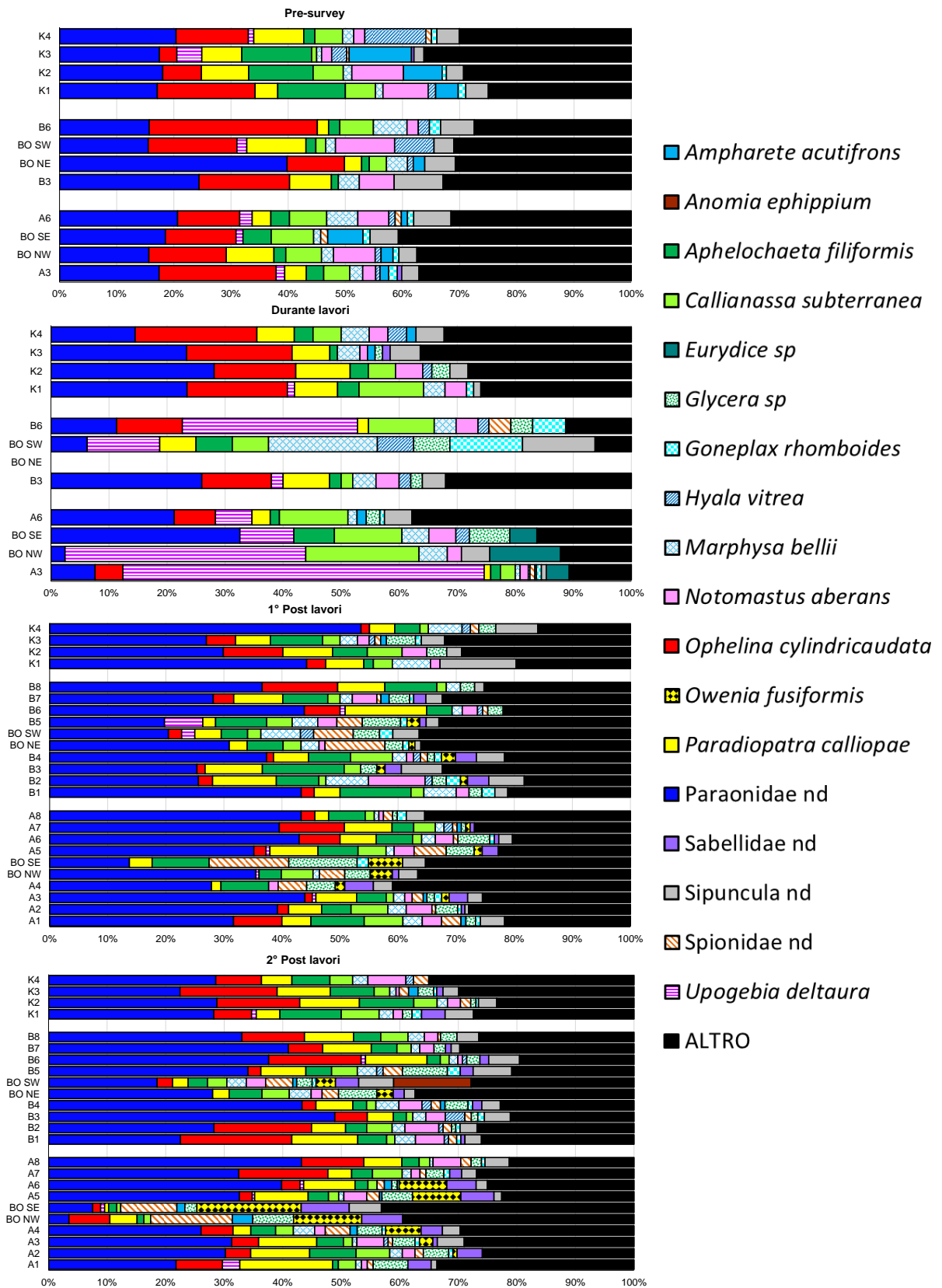


Fig. 2.54 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nei quattro survey finora condotti.

Analogamente a quanto già osservato nel 1° survey post lavori, il pattern di dominanza sembra essersi riavvicinato a quello riscontrato nel pre-survey, a causa dell'aumento di importanza dei policheti paraonidi, *O. cylindricaudata*, *A. filiformis* e *P. calliopae* e per la riduzione, nell'area circostante Bonaccia NW, del crostaceo decapode *Upogebia deltaura*, specie dominante in numerose stazioni nel survey condotto durante i lavori di installazione della struttura.

La categoria “altro” non ha presentato variazioni sostanziali nel corso dei quattro survey, rimanendo ben rappresentata in tutte le stazioni con valori compresi tra 19,55% (B6) e 43,15% (BO SE).

Anche le curve di dominanza cumulativa evidenziano una situazione di generale omogeneità tra i siti, simile a quella riscontrata nel pre-survey e nel campionamento precedente, a differenza di quanto accaduto nel durante lavori quando si era riscontrata una netta prevalenza di pochi taxa nei siti adiacenti alla piattaforma (fig. 2.55).

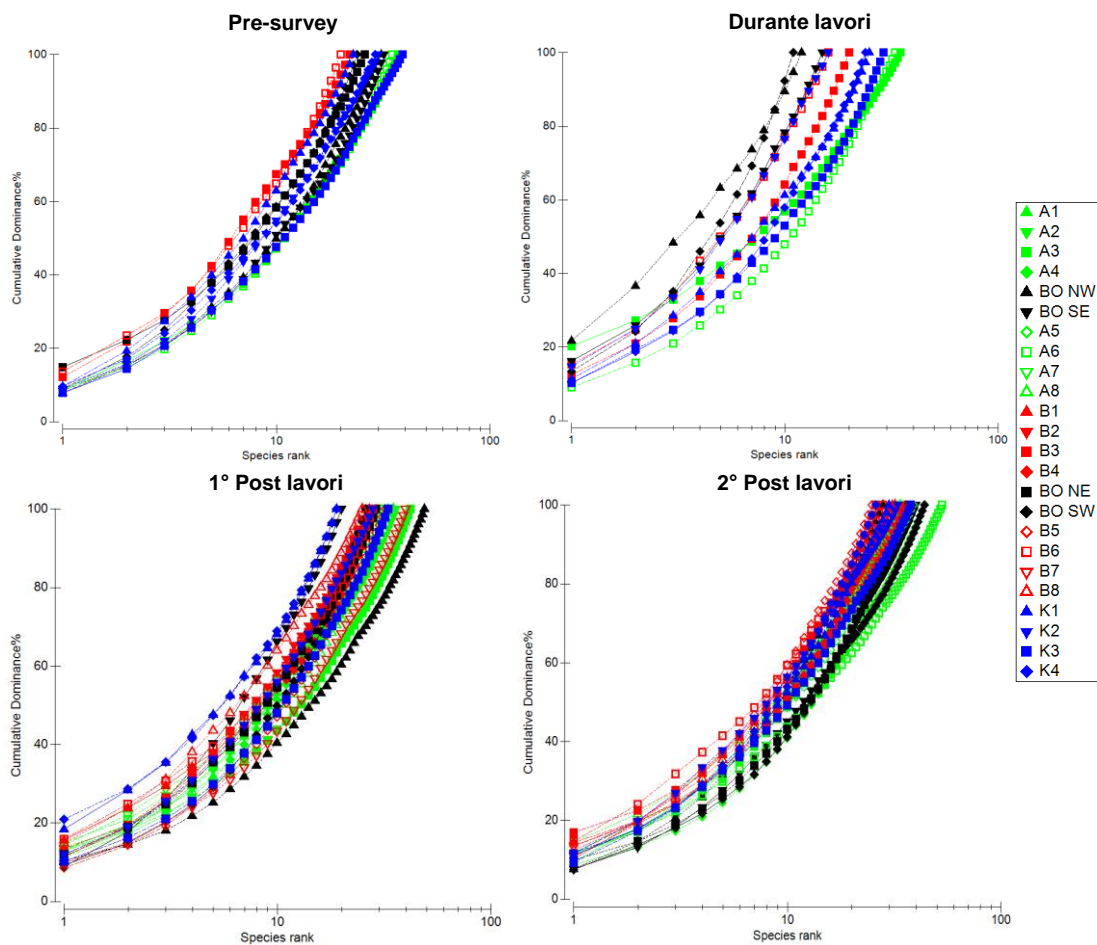


Fig. 2.55 - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'intero periodo di indagine.

2.2.5.4 Ricchezza specifica totale (S)

Nel 2° survey post lavori nell'area indagata sono stati rinvenuti complessivamente 129 taxa appartenenti soprattutto a policheti, crostacei e molluschi come già osservato nei tre campionamenti precedenti (Tab. 2-LIII).

Tab. 2-LIII – 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
Briozoi		1	5	4
Cnidari	2	2	3	2
Crostacei	24	16	27	34
Echinodermi	2		2	5
Molluschi	14	4	18	14
Nemertini	1	1	1	1
Pantopodi				1
Policheti	51	40	64	64
Poriferi			1	
Sipunculidi	3	3	3	4
Totale	97	67	124	129

Rispetto al 1° monitoraggio post lavori, caratterizzato dal medesimo numero di stazioni campionate, è avvenuto un lieve aumento di S determinato essenzialmente da un incremento dei crostacei.

Lungo il transetto A il trend di S è risultato crescente da A1 ad A4 con un drastico decremento in BO NW (28; fig. 2.56). Nelle rimanenti stazioni del transetto sono stati registrati valori compresi tra 34 e 40, ad eccezione del picco in A6 dove è stato raggiunto il massimo assoluto (53) stagionale. Lungo B sono state registrate numerose oscillazioni, con un rimarchevole incremento da B3 (26) a BO SW (44) e un forte decremento in B5 (25) seguito da un aumento sino a B7. Ai controlli S è risultata compresa tra 26 (K4) e 38 (K3) comprendendo la maggior parte delle stazioni dei transetti.

Rispetto al monitoraggio precedente è avvenuto un generale aumento di S, particolarmente evidente nelle stazioni adiacenti alla piattaforma (tranne BO NW) e nel tratto A5-A7 a SE di Bonaccia NW. Nel tratto A1-A3, in BO NW e nei siti B5-B7 è invece avvenuto un decremento correlato alla riduzione di tutti i gruppi sistematici.

Mentre nel pre-survey i taxa esclusivi, ovvero censiti in un unico sito, erano risultati molto limitati (massimo 2,6% dei popolamenti associati al sito A3; Tab. 2-XLIV), nei due monitoraggi successivi erano notevolmente aumentati arrivando a costituire anche il 20,4% del popolamento in BO NW nel 1° post lavori (Tabb. 2-XLV e 2-XLVI). La situazione è

rimasta invariata nel 2° post lavori; il più alto numero di taxa esclusivi è stato registrato in BO SW (9, corrispondenti al 20,5% del popolamento associato a questa stazione; Tab. 2-XVII).

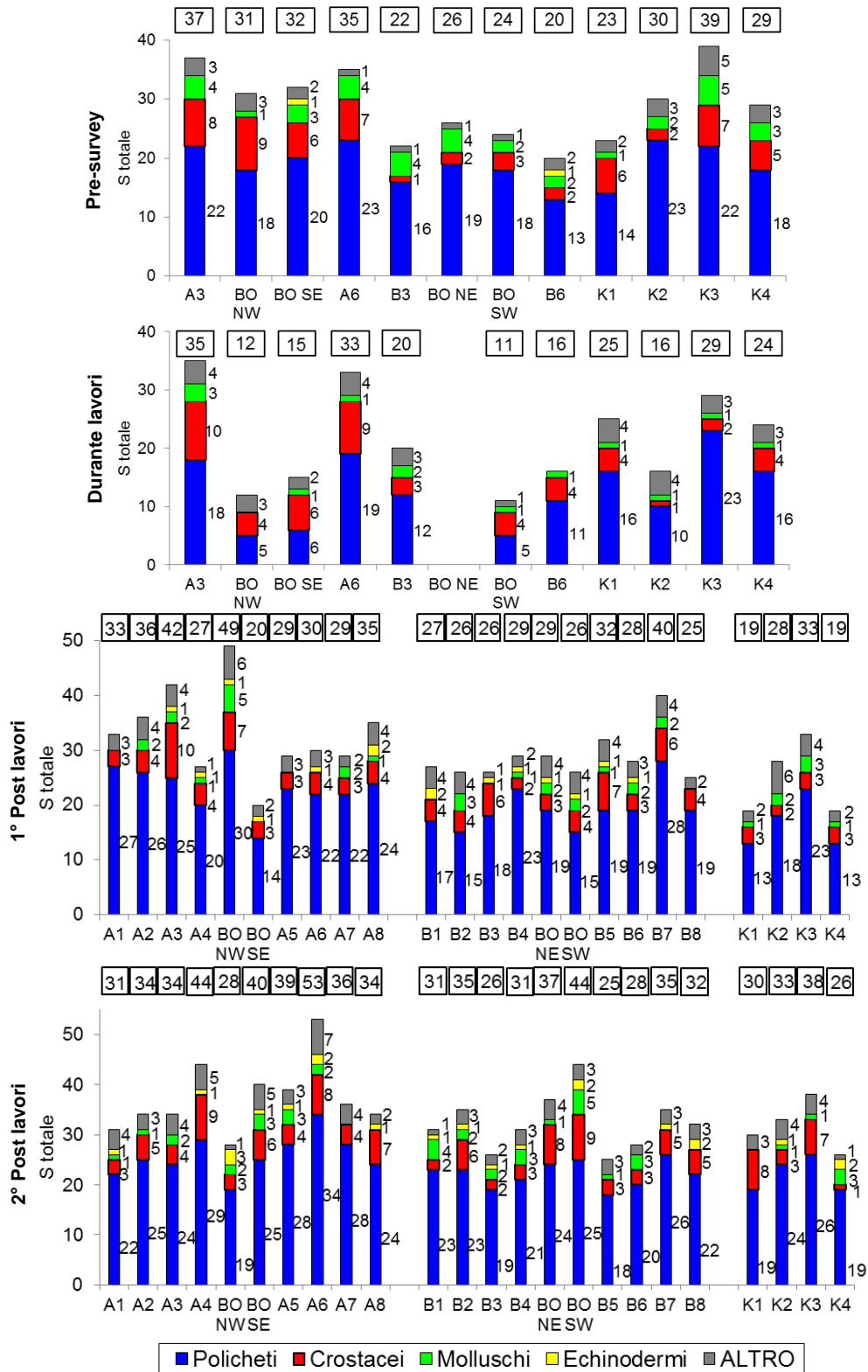


Fig. 2.56 - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nell'intero periodo di indagine. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri).

2.2.5.5 Ricchezza specifica media (S_m)

Analogamente ai survey precedenti, anche nel 2° post lavori S_m ha presentato lo stesso trend osservato per la Densità e la Ricchezza specifica totale (fig. 2.57). Lungo il transetto A il minimo è stato registrato presso A1 e BO NW ($14,67 \pm 4,41$ e $14,67 \pm 3,93$ rispettivamente) e il massimo in A6 ($27,00 \pm 6,03$). Lungo B minimo e massimo sono stati ottenuti rispettivamente in B3 ($14,00 \pm 2,08$) e BO SW ($23,00 \pm 4,58$). Tutti i valori ottenuti sono rientrati nel range dei controlli, dove S_m è oscillata tra $14,33 \pm 2,73$ (K4) e $23,33 \pm 1,20$ (K3).

Rispetto ai monitoraggi precedenti l'indice ha mostrato un aumento in numerose stazioni, soprattutto lungo il transetto A. Solo in BO NW S_m si è ridotta rispetto al 1° survey post lavori quando in quell sito era stato registrato il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine.

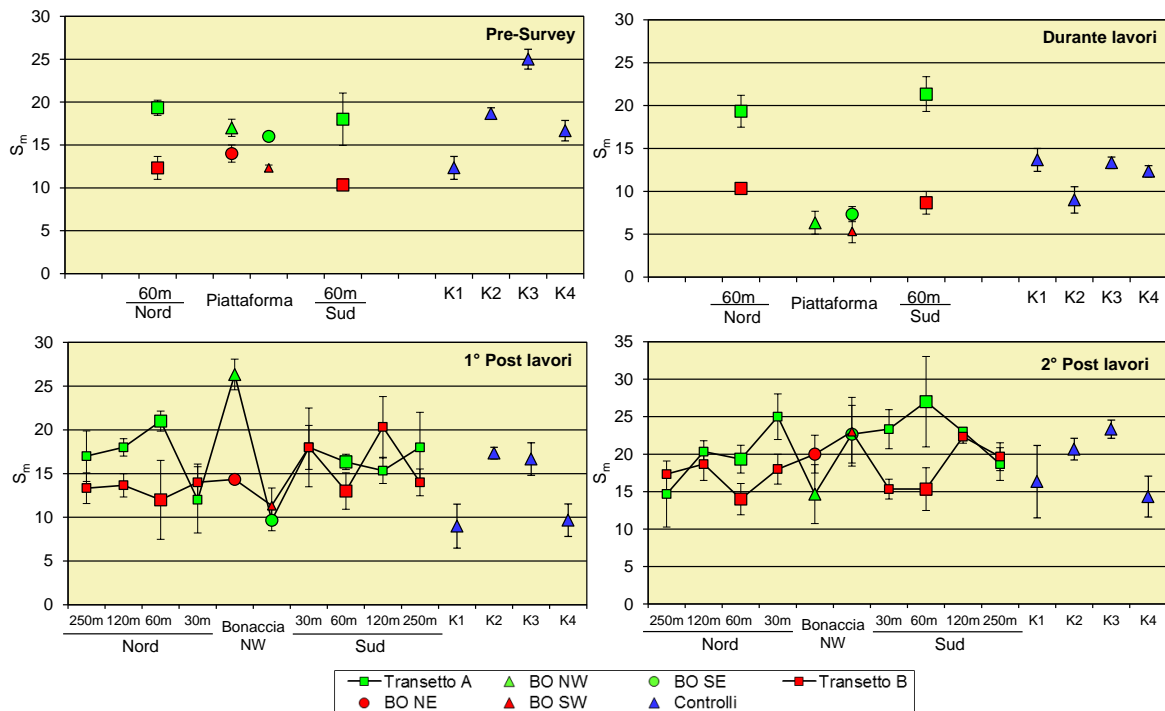


Fig. 2.57 - Ricchezza specifica media (\pm e.s.) registrata nei quattro survey condotti sinora. Nel durante lavori la stazione BO NE non è stata campionata.

2.2.5.6 Diversità specifica (H')

Anche gli andamenti di H' sono apparsi simili a quelli degli indici precedenti (fig. 2.58), con valori compresi tra $2,81 \pm 0,13$ (A4) e $1,98 \pm 0,24$ (B3), tutti all'interno del range osservato ai controlli ($2,34 \pm 0,29 < H' < 2,65 \pm 0,04$).

Rispetto al campionamento precedente il trend di entrambi i transetti è risultato meno lineare, soprattutto lungo il transetto B, a causa dei decrementi in corrispondenza delle

stazioni poste a 60 m dalla struttura, entrambe caratterizzate da un popolamento meno differenziato e con una minor Ricchezza specifica associata. Tuttavia, non sono stati evidenziati particolari cambiamenti rispetto al survey precedente, se si escludono gli aumenti in A4, BO SE e BO NE, oltre che ai controlli K1 e K4, e la riduzione in B7.

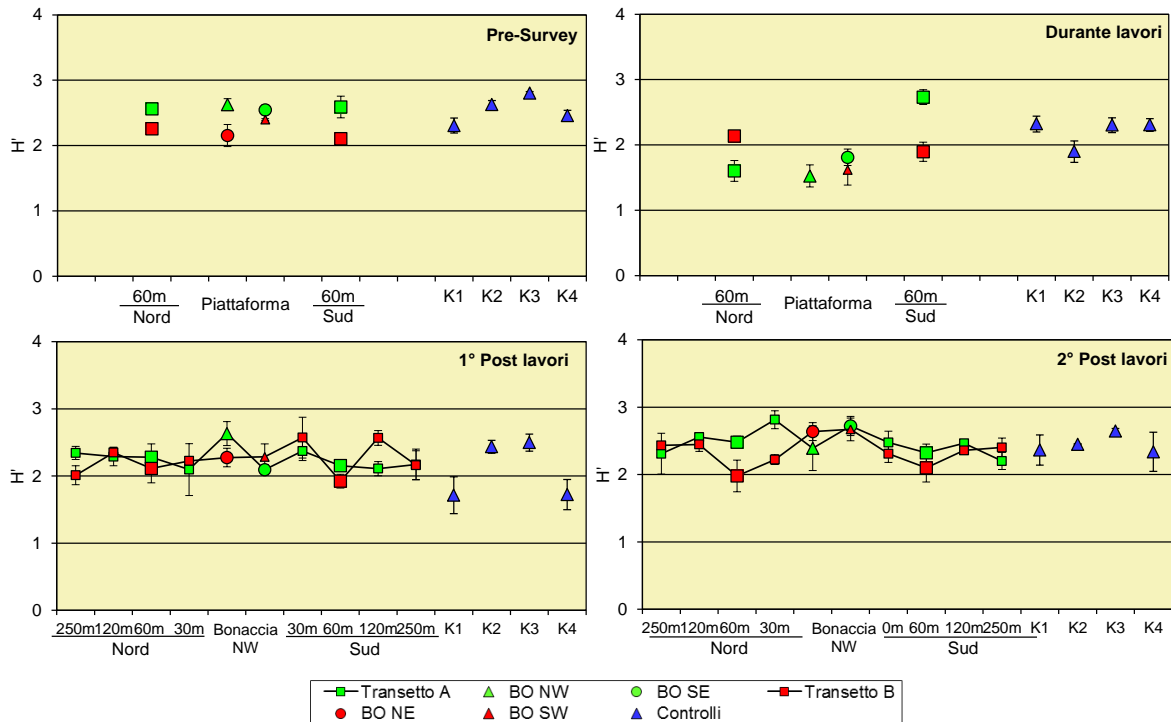


Fig. 2.58 - Diversità specifica (\pm e.s.) registrata nell'intero periodo di indagine.

2.2.5.7 MultiDimensional Scaling (MDS)

Il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità dei singoli taxa campionati nei quattro survey ha evidenziato, con una similarità del 45%, la presenza di quattro cluster, di cui il principale include la maggior parte delle stazioni monitorate. Gli altri tre raggruppamenti sono tutti parzialmente sovrapposti al primo e, partendo da quello in basso a sinistra e spostandosi in senso orario, includono le tre stazioni in prossimità della piattaforma e la B6 monitorate durante i lavori di installazione, i siti BO SW e BO SE del 1° post lavori e, infine, BO NW e BO SE del 2° post lavori (fig. 2.59a e 2.59b). Tale disposizione è soprattutto conseguenza della distribuzione nelle diverse stazioni di alcuni taxa sia principali, come policheti paraonidi (fig. 2.59c), *P. calliopae* (fig. 2.59d) e *O. cylindricaudata*, che secondari, quali spionidi, *O. fusiformis*, *Glycera rouxii* (fig. 2.59e) o *Notomastus aberans*.

L'isolamento del cluster in basso a sinistra è correlato alla presenza in quelle stazioni di un popolamento poco diversificato e con un bassa ricchezza specifica associata (Tab. 2-XLI).

2.2.5.8 Valutazione dello stato ambientale

Indice W di Clarke

Nel 2° survey post lavori l'indice W di Clarke ha evidenziato un leggero peggioramento rispetto a tutti i survey precedenti (Tab. 2-LIV). Infatti, è stato rinvenuto un ambiente moderatamente disturbato in 6 siti del transetto A, in 2 di B e in 2 controlli.

Indice AMBI

Come nei survey precedenti, l'indice AMBI (Tab. 2-LV) ha fornito risultati più ottimistici rispetto a W evidenziando una situazione di leggero disturbo ovunque eccetto in A1 e B6 classificate come indisturbate. Anche nel 2° post lavori le specie indifferenti all'arricchimento organico (II gruppo ecologico) hanno prevalso in tutti i siti campionati (eccettuati B1, BO SW e il controllo K3) seguite da quelle del I gruppo e/o dai taxa tolleranti a un eccessivo arricchimento organico (III gruppo). Le specie opportuniste di II e I ordine (IV e V gruppo) sono risultate ancora poco rilevanti ovunque.

Indice BENTIX

L'indice BENTIX ha evidenziato una situazione intermedia rispetto a W e AMBI, e lievemente più ottimistica rispetto al survey precedente, classificando come leggermente impattate tutte le stazioni eccetto A8, 4 siti lungo B e il controllo K4, dove è stato evidenziato un disturbo moderato (Tab. 2-LVI).

Stato ecologico

In Tab. 2-LVII è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni, derivato dalla combinazione dei tre indici, che nel 2° survey post lavori è risultato simile a quello riscontrato nel survey precedente e compreso tra buono e moderato sia nell'area della piattaforma che ai controlli. A differenza di quanto ottenuto nel 1° post lavori, quando lo stato ecologico era apparso migliore lungo B e ai controlli rispetto al transetto A, non sono state evidenziate particolari differenze tra i vari gruppi di stazioni.

Tab. 2-LIV – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti per i siti monitorati nei quattro 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		

Tab. 2-LV – 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 quattro 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	

Tab. 2-LV – Continuo.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
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. 2-LVI – Valori dell'indice BENTIX ottenuti per i siti monitorati nei quattro 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		

Tab. 2-LVII - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici.

	Stazione	W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
Pre-survey	A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	BO NW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	BO SE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	B3	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
	B6	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K1	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	K4	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
Durante lavori	A3	Leggermente disturbato	Non disturbato	Non disturbato	alto/buono
	BO NW	Leggermente disturbato	Non disturbato	Non disturbato	alto/buono
	BO SE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	BO NE	Non campionata			
	BO SW	Leggermente disturbato	Non disturbato	Non disturbato	alto/buono
	B6	Leggermente disturbato	Non disturbato	Non disturbato	alto/buono
	K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K2	Moderatamente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K4	Leggermente disturbato	Non disturbato	Non disturbato	alto/buono
1° Post lavori	A1	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	A4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	BO NW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	BO SE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	A5	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	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	Leggermente disturbato	buono
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	B4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	BO NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	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	Leggermente disturbato	buono
	B8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato

Tab. 2-LVII – Continuo.

		W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
Stazione		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
2° Post lavori	A1	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	A3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	A4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	BO NW	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	BO SE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	A5	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	A6	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	A7	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	A8	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	B1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	B2	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	B4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	BO NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	BO SW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	B5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	B6	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	B7	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	B8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
K2	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
K3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	

2.2.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

2.2.6.1 Campionamenti di pesca

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

Nel 1° anno di produzione di Bonaccia NW (2016) sono state censite complessivamente 48 specie (31 pesci, 4 molluschi e 3 crostacei). Di queste, 38 (31 pesci, 4 molluschi e 3 crostacei) sono comparse nelle catture effettuate nei pressi della piattaforma, 17 sono state censite presso C1 (12 pesci e 5 crostacei) e 21 in C2 (16 pesci, 3 crostacei e 2 molluschi; Tabb. 2-LVIII - 2-LX).

Tab. 2-LVIII - 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. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

			I		P		E		A		TOTALE	
			N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)
Crostacei												
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA	3,06	0,11			8,84	0,66	1,13	0,08	13,03	0,85
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA			2,73	0,03	2,11	0,01	1,13	0,01	5,97	0,05
<i>Squilla mantis</i>	B	NA	3,06	0,13			2,11	0,17	2,82	0,14	7,99	0,44
Crostacei Totale			6,13	0,24	2,73	0,03	13,06	0,84	5,08	0,23	26,99	1,34
Molluschi												
<i>Octopus vulgaris</i>	B	AT					2,24	6,28	1,13	2,45	3,37	8,73
<i>Aequipecten opercularis</i>	B	NA	18,38	0,17	3,71	0,04	4,21	0,08			26,30	0,30
<i>Illex coindetii</i>	P	NA	2,50	0,14			4,49	0,35			6,99	0,49
<i>Eledone cirrhosa</i>	B	PA			2,73	0,73	2,47	1,63	2,82	0,68	8,02	3,04
Molluschi Totale			20,88	0,31	6,44	0,77	13,41	8,34	3,95	3,13	44,68	12,55
Pesci												
<i>Mullus surmuletus</i>	B	AT	3,38	0,42							3,38	0,42
<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			7,47	0,26
<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT	2,50	0,56	6,24	0,78	11,55	1,46			20,29	2,80
<i>Scorpaena scrofa</i>	B	AT	6,44	4,14	6,44	6,69	4,58	2,02	2,82	2,62	20,28	15,47
<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>Lophius budegassa</i>	B	NA					2,24	0,89			2,24	0,89
<i>Lophius piscatorius</i>	B	NA			3,71	1,41	2,11	0,08			5,82	1,49
<i>Phycis blennoides</i>	B	NA	3,38	2,19	2,53	1,18	4,21	2,93	3,95	1,01	14,07	7,30
<i>Raja asterias</i>	B	NA					4,21	3,33			4,21	3,33
<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA							1,13	0,45	1,13	0,45
<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA	5,00	5,85	3,71	1,57			1,13	0,37	9,84	7,79
<i>Trachinus draco</i>	B	NA			2,73	0,08					2,73	0,08
<i>Spondilyosoma cantharus</i>	NB	AT					2,11	0,31			2,11	0,31
<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	72,51	27,02
<i>Pagellus acarne</i>	NB	NA							1,13	0,07	1,13	0,07
<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA	140,46	11,27	3,71	0,34	8,92	0,47	3,95	0,13	157,05	12,20
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	14,26	0,42	21,42	0,56	6,45	0,21	15,25	1,07	57,38	2,26
<i>Seriola dumerilii</i>	P	AT					18,95	6,42			18,95	6,42
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	113,88	1,67					2,82	0,03	116,70	1,70
<i>Boops boops</i>	P	PA	268,54	17,09	176,91	12,72	183,23	13,91	27,13	1,64	655,81	45,36
<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	119,10	22,27
<i>Scomber scombrus</i>	P	PA	9,19	1,52							9,19	1,52
<i>Spicara maena</i>	P	PA			7,58	0,26			2,82	0,08	10,40	0,34
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA	75,53	5,44					19,76	1,19	95,29	6,63
<i>Trachurus picturatus</i>	P	PA					38,43	6,42			38,43	6,42
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA	329,05	18,84	44,54	2,33	13,68	1,50	48,00	2,57	435,27	25,24
Pesci Totale			1074,81	88,70	293,52	31,41	377,84	66,65	154,18	18,40	1900,35	205,17
Totale complessivo			1101,82	89,25	302,69	32,21	404,31	75,83	163,21	21,76	1972,03	219,05

Tab. 2-LIX - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **controllo C1** nel 2016. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

			I		P		E		A		TOTALE	
			N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)
Crostacei												
<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					4,58	0,50
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA	2,82	0,01	2,11	0,01	2,18	0,02			7,11	0,04
<i>Squilla mantis</i>	B	NA							2,35	0,11	2,35	0,11
Crostacei Totale			5,38	0,07	9,09	0,60	2,18	0,02	2,35	0,11	18,99	0,80
Pesci												
<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>Lophius budegassa</i>	B	NA	2,55	1,01			1,81	0,55			4,36	1,56
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA			2,18	0,17					2,18	0,17
<i>Raja asterias</i>	B	NA					2,26	1,52			2,26	1,52
<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	2,55	1,31	4,80	1,69			5,45	1,31	12,80	4,31
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	B	NA					2,18	7,85			2,18	7,85
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	7,77	3,19	4,36	2,45	6,71	2,74	1,09	0,43	19,94	8,80
<i>Mustelus mustelus</i>	NB	NA	2,82	11,29							2,82	11,29
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	2,55	0,07			4,44	0,10			6,99	0,17
<i>Zeus faber</i>	NB	PA			2,40	0,05					2,40	0,05
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	5,65	0,08							5,65	0,08
Pesci Totale			26,38	17,04	15,85	4,40	19,58	12,87	7,63	1,85	69,44	36,16
Totale complessivo			31,75	17,12	24,94	5,00	21,76	12,89	9,98	1,96	88,43	36,97

Tab. 2-LX - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **controllo C2** nel 2016. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

			I		P		E		A		TOTALE	
			N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)	N.ind.	P(Kg)
Crostacei												
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA	2,86	0,33							2,86	0,33
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA			5,71	0,06					5,71	0,06
<i>Squilla mantis</i>	B	NA	4,82	0,15			2,67	0,06			7,49	0,21
Crostacei Totale			7,68	0,48	5,71	0,06	2,67	0,06			16,07	0,59
Molluschi												
<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
Molluschi Totale			2,42	1,45	2,86	0,17					5,28	1,62
Pesci												
<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	5,26	0,21	2,86	0,17					8,11	0,38
<i>Citharus linguatula</i>	B	NA	2,42	0,16					2,19	0,12	4,61	0,28
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	2,42	0,40			1,90	0,57			4,32	0,97
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA	4,85	0,21					1,10	0,03	5,95	0,24
<i>Raja asterias</i>	B	NA					9,83	8,26			9,83	8,26
<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	7,66	2,79	14,71	4,54	1,90	0,68	1,10	0,26	25,37	8,27
<i>Solea solea</i>	B	NA	2,40	0,31					1,10	0,15	3,50	0,46
<i>Squalus acanthias</i>	B	NA							2,67	0,89	2,67	0,89
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	7,22	2,66	10,71	3,39	8,71	2,16	1,10	0,30	27,75	8,52
<i>Mustelus mustelus</i>	NB	NA	8,57	15,53							8,57	15,53
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	2,42	0,06	6,00	0,15					8,42	0,21
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA							1,10	0,68	1,10	0,68
<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
Pesci Totale			63,23	22,70	39,29	9,31	22,34	11,67	11,46	2,47	136,32	46,15
Totale complessivo			73,34	24,63	47,86	9,53	25,01	11,73	11,46	2,47	157,66	48,37

Esclusivamente presso il sito di estrazione sono stati censiti i molluschi *Aequipecten opercularis*, *Octopus vulgaris* e *Illex coindetii* e i pesci *Boops boops*, *Eutrigla gurnardus*, *Liza ramado*, *Lophius piscatorius*, *Merlangius merlangius*, *Mullus surmuletus*, *Lophius piscatorius*, *Pagellus acarne*, *Pagellus bogaraveo*, *Phycis blennoides*, *Phycis phycis*,

Polyprion americanus, *Scomber scombrus*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Seriola dumerili*, *Spondilyosoma cantharus*, *Torpedo marmorata*, *Trachinus draco*, *Trachurus picturatus* e *Trachurus trachurus*. Per quanto riguarda i siti di controllo, in C1 sono state registrate catture esclusive di *Scyliorhinus stellaris* e *Zeus faber* e in C2 di *Alosa fallax fallax*, *Solea solea* e *Squalus acanthias*.

La Ricchezza specifica totale media (S_{totm}) relativa all'intero periodo è risultata significativamente superiore in piattaforma rispetto ai due controlli (Tabb. 2-LXI e 2-LXII). In effetti, presso Bonaccia NW si sono evidenziati valori più elevati durante tutto il periodo d'indagine rispetto ai controlli (fig. 2.60). L'andamento è risultato decrescente dall'inverno alla primavera (minimo assoluto per il sito: $7,33 \pm 0,88$) e crescente in estate, quando è stato raggiunto il massimo assoluto ($13,33 \pm 2,03$), rimanendo poi stabile in autunno. I trend dei due controlli sono apparsi più lineari e caratterizzati da valori praticamente identici in primavera ed estate. Nelle altre due stagioni S_{mstag} è risultata superiore in C2.

Tab. 2-LXI – 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_{totm}	11,00 \pm 0,93	2,91 \pm 0,39	3,91 \pm 0,67
H'_{totm}	0,75 \pm 0,06	0,39 \pm 0,07	0,49 \pm 0,08
N_{totm}	179,28 \pm 51,98	8,04 \pm 1,18	14,33 \pm 3,00
P_{totm}	19,91 \pm 3,64	3,36 \pm 1,18	4,40 \pm 1,46

Tab. 2-LXII – 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.	S_{totm}		H'_{totm}		N_{totm}		P_{totm}	
		p	Comp. Test	p	Tukey Test	p	Comp. Test	p	Comp. Test
Sito	2;31	<0,001**	P>>C1; C2	<0,001**	P>>C1; C2	<0,001**	P>>C1; C2	<0,001**	P>>C1; C2

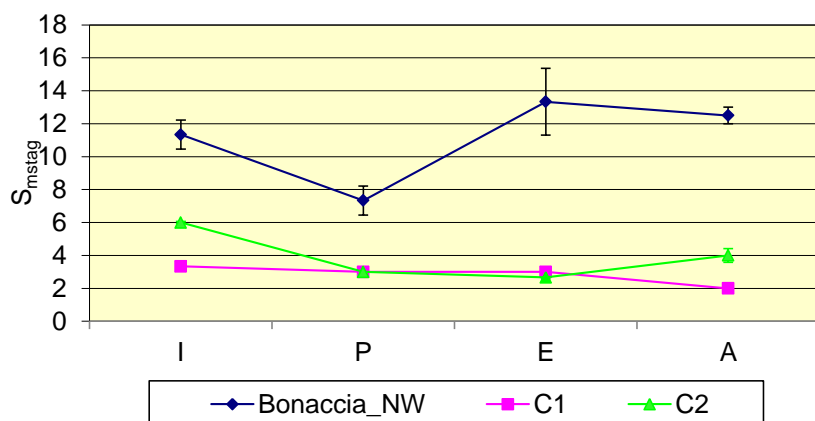


Fig. 2.60 - Ricchezza specifica media stagionale ottenuta per la piattaforma Bonaccia NW e per i due siti di controllo nel 2016. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno.

Anche la Diversità specifica totale media (H'_{totm}) è risultata significativamente superiore in piattaforma rispetto ai controlli (Tabb. 2-LXI e 2-LXII). I valori medi stagionali presso il sito di estrazione sono risultati superiori ai controlli in estate e in autunno, stagione in cui si è registrato il massimo assoluto ($0,89 \pm 0,00$), mentre negli altri due periodi sono apparsi paragonabili a uno (inverno) o a entrambi (primavera) i riferimenti (fig. 2.61). Per quanto riguarda questi ultimi, in C1 è avvenuto un decremento in autunno ma, vista l'elevata variabilità, i valori sono sempre stati confrontabili. C2, anch'esso caratterizzato da una variabilità molto elevata nell'ultima stagione, ha solo mostrato una riduzione in primavera. I valori di entrambi sono risultati confrontabili eccetto in inverno.

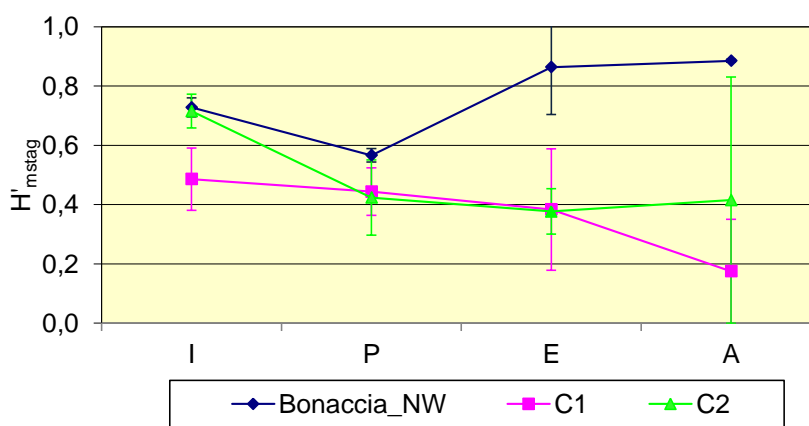


Fig. 2.61 - Diversità specifica media stagionale ottenuta per la piattaforma Bonaccia NW e per i due siti di controllo nel 2016. I = inverno; P = primavera; E = estate; A = autunno

Rendimenti di pesca e composizione delle catture

I rendimenti di pesca medi calcolati sull'intero anno sono risultati significativamente superiori nel sito di estrazione rispetto ai controlli sia in termini numerici che ponderali (Tabb. 2-LXI e 2-LXII).

Il trend dei rendimenti in numero presso Bonaccia NW ha evidenziato una notevole variazione negativa dall'inverno alla primavera ($367,27 \pm 140,11$ e $100,90 \pm 47,84$ ind/500m/12h rispettivamente) senza altre variazioni nei periodi successivi (fig. 2.62). Ai controlli i trend sono apparsi confrontabili e decrescenti, con valori oscillanti tra $5,00 \pm 2,65$ e $10,58 \pm 1,94$ ind/500m/12h in C1 e tra $5,72 \pm 3,05$ e $24,45 \pm 6,39$ ind/500m/12h in C2 (rispettivamente autunno e inverno per entrambi i siti).

I rendimenti in peso relativi alla piattaforma sono apparsi molto discontinui, con decrementi in primavera e in autunno e un aumento in estate. Il massimo ($29,75 \pm 9,22$ kg/500m/12h) è stato ottenuto in inverno e il minimo in primavera ($10,74 \pm 4,41$ kg/500m/12h), unico valore, quest'ultimo, ad apparire confrontabile con un controllo (C2)

a causa della variabilità in entrambi i siti. Anche nei riferimenti sono state osservate oscillazioni, molto più lievi rispetto a quelle di Bonaccia NW, ma i valori stagionali sono apparsi simili sia nell'ambito di ciascun controllo, sia tra le due aree. In C1 sono oscillati tra $0,99 \pm 0,88$ e $5,71 \pm 3,48$ kg/500m/12h, in C2 tra $1,24 \pm 0,35$ e $8,21 \pm 4,94$ kg/500m/12h, minimi e massimi raggiunti rispettivamente in autunno e in inverno in entrambe le aree.

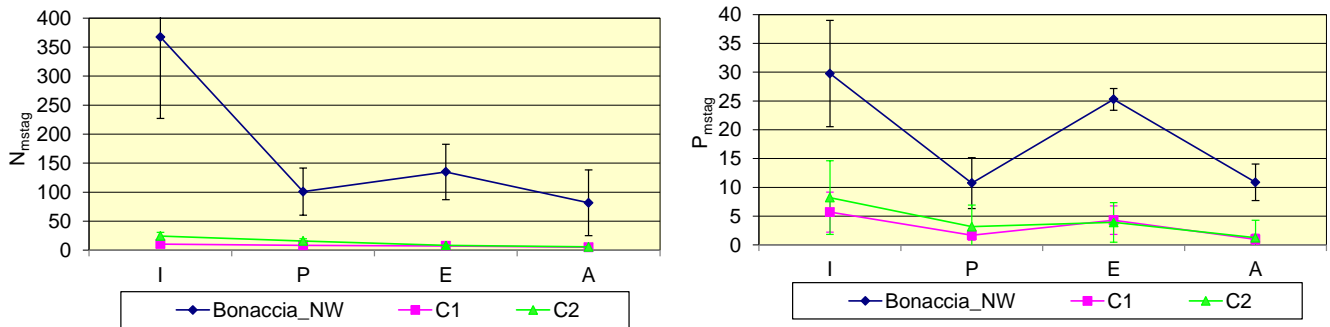


Fig. 2.62 - Rendimenti di pesca medi stagionali in termini numerici (N; n. ind/500m/12h) e ponderali (kg/500m/12h) registrati presso Bonaccia NW e nelle zone di controllo nel 2016.

I pesci hanno costituito la frazione dominante delle catture sia in termini numerici che ponderali (fig. 2.63).

Pesci bentonici - In totale sono state censite 19 specie ittiche appartenenti a questo gruppo, di cui 15 rinvenute presso la piattaforma, 7 presso C1 e 8 presso C2 (Tabb. 2-LVIII - 2-LX). Nell'ambito dei pesci, i bentonici hanno costituito il gruppo meno rappresentato in numero (5,40%) e il secondo in peso (21,15%); le catture più abbondanti in numero e peso sono state rappresentate dalle specie *S. scrofa*, *S. porcus* e *P. blennoides* (fig. 2.64). In C1 i pesci bentonici hanno rappresentato il secondo gruppo più importante sia dal punto di vista numerico che ponderale (35,78% e 42,64% rispettivamente), mentre C2 sono risultati i più importanti in numero con il 40,83% e secondi in peso con il 40,85%, in entrambi i siti per le catture di grandi esemplari di *Scyliorhinus canicula*.

Pesci necto-bentonici - Complessivamente sono state censite 8 specie di cui 6 catturate presso Bonaccia NW, 4 presso C1 e 3 in C2 (Tabb. 2-LVIII - 2-LX). In piattaforma questo gruppo è risultato secondo per importanza numerica (14,84%) e terzo in peso (19,19%), ed è apparso caratterizzato da costanti catture di *P. bogaraveo*, *M. merluccius* e *Trisopterus minutus capellanus*.

Ai controlli i pesci necto-bentonici hanno rappresentato il primo gruppo sia in numero che peso in C1 (N: 36,36%; P: 54,98%) soprattutto per le catture di *M. merluccius*, mentre in C2 sono risultati secondi in numero con il 28,38% e primi in peso con il 50,16%. In questo

sito hanno contribuito principalmente *M. merluccius* (numero) e *Mustelus mustelus* (peso).

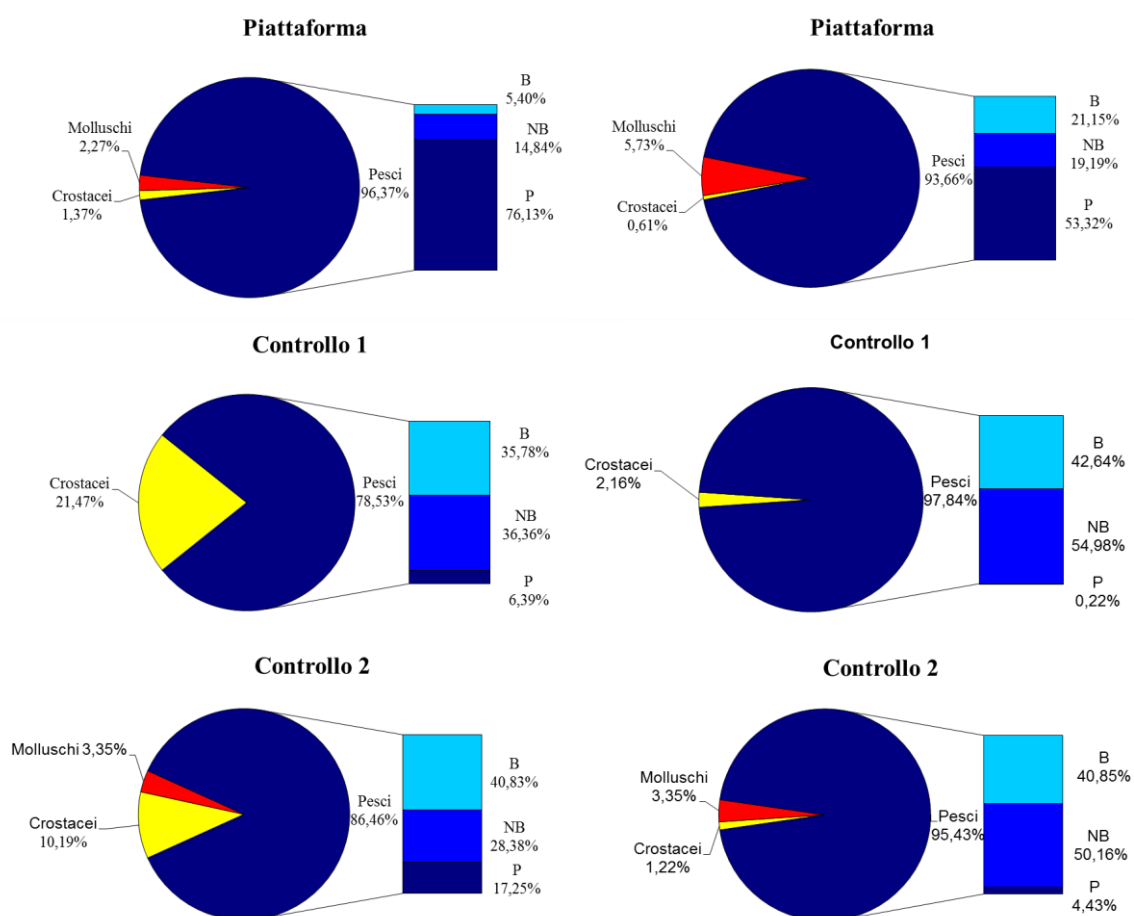


Fig. 2.63 - Composizione percentuale delle catture in numero (sinistra) e in peso (destra) effettuate nel 2016 presso Bonaccia NW e nei due siti di controllo. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.



Fig. 2.64 - Esemplare di *Phycis blennoides* catturato nel settembre 2016 presso la piattaforma Bonaccia NW.

Pesci pelagici - In totale sono state censite 11 specie ittiche pelagiche, di cui 10 catturate nei dintorni di Bonaccia NW, 1 in C1 e 5 in C2 (Tabb. 2-LVIII - 2-LX).

La frazione dei pesci pelagici ha rappresentato il gruppo più importante presso la piattaforma sia in numero (76,13%) che in peso (53,32%). Le specie più rappresentative sono state *B. boops*, *T. trachurus*, *Scomber japonicus* e *Trachurus mediterraneus*. Per quanto riguarda i siti di riferimento in C1 i pelagici sono apparsi irrilevanti, soprattutto in peso, a causa della presenza di un'unica specie di dimensioni molto ridotte (*Engraulis encrasicolus*) e catturata solo nella stagione invernale. Anche in C2 questo gruppo è risultato il meno importante sia in numero (17,25%) che in peso (4,43%).

Crostacei - Questo sub-phylum è stato rappresentato da 5 specie, 3 presenti nelle vicinanze della piattaforma, 5 in C1 e 3 in C2 (Tabb. 2-LVIII - 2-LX). Presso Bonaccia NW la presenza dei crostacei è stata irrilevante, mentre in C1 essi hanno costituito il 21,47% in numero e il 2,16% in peso, soprattutto per le catture del gambero bianco *Parapenaeus longirostris* che è un decapode di piccole dimensioni. In C2 i crostacei, rappresentati principalmente nelle catture dalla canocchia *Squilla mantis* e da *P. longirostris*, hanno costituito percentuali intermedie rispetto agli altri due siti (10,19% in numero e 1,22% in peso).

Molluschi - Per questo phylum sono state censite 5 specie, 4 presenti presso la piattaforma e 2 in C2 (Tabb. 2-LVIII - 2-LX). Nel sito di estrazione i molluschi sono risultati meglio rappresentati rispetto ai crostacei, con il 2,27% in numero e il 5,73% in peso. In termini numerici hanno contribuito principalmente il canestrello *A. opercularis* e il moscardino bianco *Eledone cirrhosa*, in peso soprattutto il polpo *O. vulgaris*. In C2 i molluschi sono apparsi percentualmente più importanti dei crostacei in peso ma non in numero; in entrambi i casi hanno rappresentato il 3,35% delle catture totali ottenute in questo sito.

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. 2.65) ha evidenziato presso la piattaforma la dominanza numerica e ponderale di pesci pelagici PA ($124,15 \pm 42,46$ ind/500m/12h; $9,88 \pm 3,32$ Kg/500m/12h). Importante la presenza delle specie AT, sia pesci (*M. surmuletus*, *P. americanus*, *S. notata*, *S. porcus*, *S. scrofa*, *S. dumerili*, *S. cantharus*), che molluschi (*O. vulgaris*).

In C1 i pesci bentonici NA e quelli necto-bentonici NA sono risultati i più abbondanti sia in numero ($2,26 \pm 0,70$ e $2,07 \pm 0,71$ ind/500m/12h rispettivamente) che in peso ($1,41 \pm 0,69$ e $1,83 \pm 1,11$ kg/500m/12h rispettivamente), confrontabili in termini numerici con i crostacei

NA ($1,51 \pm 0,37$ ind/500m/12h). Anche in questo sito vi è stata una frazione di specie AT appartenenti sia ai crostacei, sia ai pesci bentonici, questi ultimi decisamente meno abbondanti rispetto a Bonaccia NW.

I bentonici e necto-bentonici NA sono apparsi i più importanti anche in C2 sia numericamente ($5,11 \pm 1,18$ e $3,30 \pm 0,79$ ind/500m/12h) che in peso ($1,76 \pm 0,67$ e $2,19 \pm 1,35$ kg/500m/12h). In numero, i necto-bentonici NA sono apparsi confrontabili anche con i pesci pelagici e con i crostacei NA ($1,66 \pm 1,55$ e $1,46 \pm 0,57$ ind/500m/12h rispettivamente). Anche in C2 è stata registrata la presenza di bentonici AT, anche in questo caso in quantitativi minimi rispetto alla piattaforma.

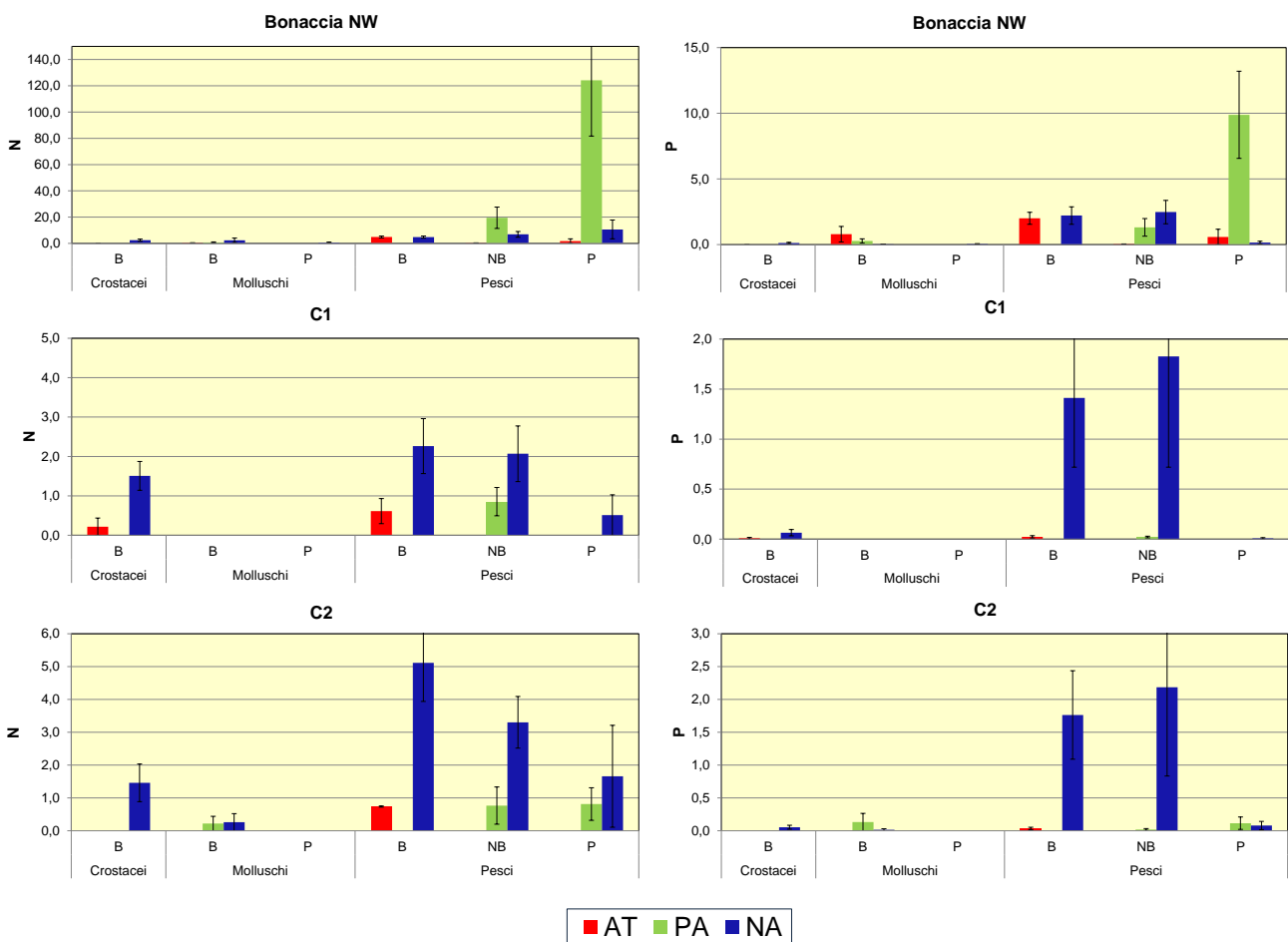


Fig. 2.65 - Numero (n. ind./500m/12h) e peso (kg/500m/12h) medi (\pm e.s.) delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) ottenuti nelle catture effettuate nel 2016 nei tre siti. B = bentonico; NB = necto-bentonic; P = pelagico.

Dall'elaborazione statistica (Tab. 2-LXIII) si sono evidenziate differenze altamente significative tra il sito di estrazione e i controlli sia in termini numerici che ponderali per i pesci bentonici AT, i necto-bentonici e i pelagici PA, con quantitativi superiori nei pressi di Bonaccia NW. Nessuna differenza è stata riscontrata tra i riferimenti.

Tab. 2-LXIII – 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; K-W = test di Krustal-Wallis test. P = Piattaforma; C1 = Controllo 1; C2 = Controllo 2.

Numero		Crostei		Molluschi				Pesci										
		Bentonici		Bentonici			Pelagici	Bentonici			Necto-Bentonici			Pelagici				
		NA	AT	NA	AT	PA	NA	NA	AT	NA	PA	AT	NA	PA	AT			
Effetti	g.l.	Anova	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W	Anova	K-W	Comp. Test	K-W	K-W	Comp. Test	K-W	K-W	K-W	Comp. Test	K-W
Sito	2;31	0,455	0,367	0,125	0,127	0,123	0,130	0,068	<0,001**	P>>C1; C2	0,169	<0,001**	P>>C1; C2	0,367	0,495	<0,001**	P>>C1; C2	0,369

Peso		Crostei		Molluschi				Pesci										
		Bentonici		Bentonici			Pelagici	Bentonici			Necto-Bentonici			Pelagici				
		NA	AT	NA	AT	PA	NA	NA	AT	NA	PA	AT	NA	PA	AT			
Effetti	g.l.	Anova	K-W	K-W	K-W	K-W	K-W	Anova	K-W	Comp. Test	Anova	K-W	Comp. Test	K-W	K-W	K-W	Comp. Test	K-W
Sito	2;31	0,413	0,367	0,153	0,127	0,158	0,129	0,706	<0,001**	P>>C1; C2	0,920	<0,001**	P>>C1; C2	0,368	0,517	<0,001**	P>>C1; C2	0,376

PERMANOVA e Principal Coordinate analysis (PCO)

L'analisi multivariata rappresentata in Tab. 2-LXIV ha confermato le differenze altamente significative tra i popolamenti presenti in piattaforma rispetto ai due siti di controllo, come indicato dal *pairwise test*. La rappresentazione bidimensionale ha mostrato la generale contrapposizione del sito della piattaforma con i controlli (fig. 2.66). La sovrapposizione del grafico delle specie maggiormente coinvolte nella differenziazione dei siti sulla rappresentazione bidimensionale dei siti stessi, evidenzia che tali differenze sono dettate da un pool di specie AT (*S. porcus*, *S. scrofa*, *O. vulgaris*), PA (*S. scombrus*, *B. boops*, *P. bogaraveo* e *T. trachurus*) e NA (*M. merluccius*) per quanto riguarda la piattaforma e di specie NA (*S. solea* e *A. fallax*) per quanto concerne i controlli.

Tab. 2-LXIV – PERMANOVA basata sulle dissimilarità di Bray-Curtis sui dati di abbondanza trasformati dei popolamenti rinvenuti nei tre siti nel 2016. **, >> = altamente significativo. (P = Piattaforma; C1= Controllo 1; C2= Controllo2).

Fattore	g.l.	MS	F	p	Pairwise test
Sito	2	12407	4,1505	0,001**	P>> C2; C1

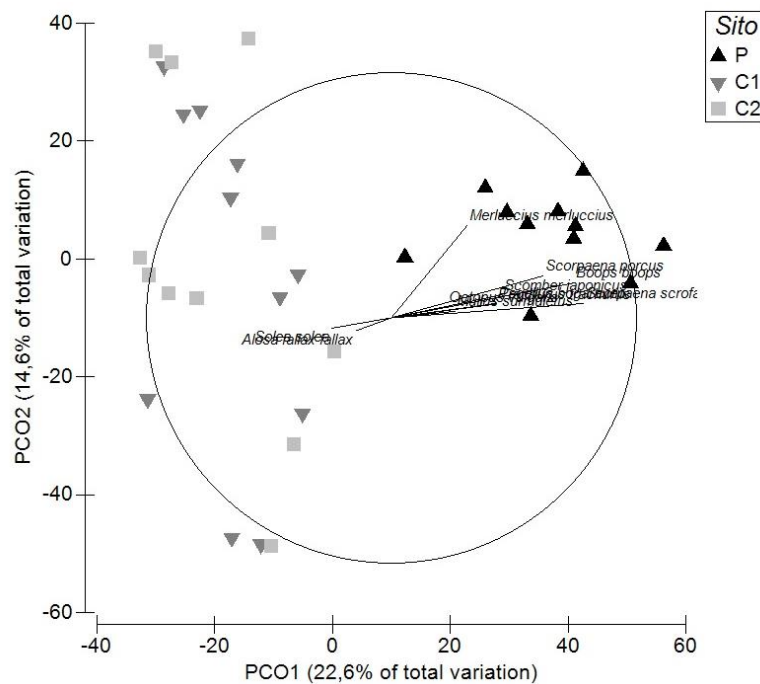


Fig. 2.66 – Rappresentazione bidimensionale dei tre siti campionati nel 2016 tramite la Principal Coordinate analysis (PCO). P = Piattaforma; C1 = Controllo 1; C2 = Controllo2.

2.2.6.2 Investigazioni acustiche

Nel **luglio** 2016 sono stati rilevati 14 banchi di pesce (fig. 2.67) di cui due banchi entro i 300 m da Bonaccia NW; il banco n. 5 è risultato il più vicino in quanto distante dalla struttura 86,73 m (Tab. 2-LXV).

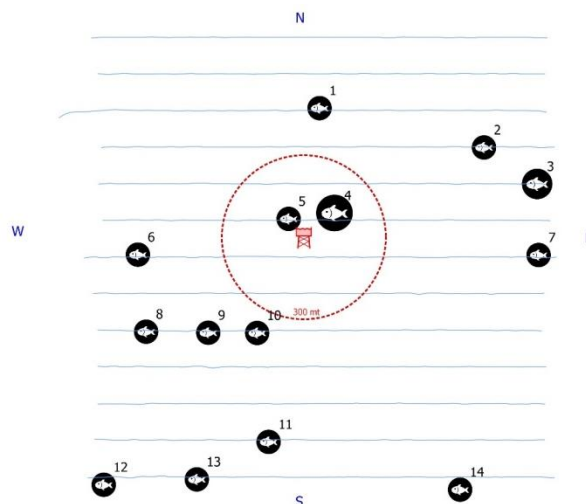


Fig. 2.67 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel luglio 2016. Figura non in scala.

Il banco n. 4 è stato caratterizzato da maggiori superficie e volume ($11035,596 \text{ m}^2$ e $1378,290 \text{ m}^3$, mentre le lunghezze NS ed EW sono state ottenute rispettivamente per il n. 11 e il n. 9 ($24,305 \text{ m}$; Tab. 2-LXVI). Il banco meno profondo è stato il n. 3 ($70,163 \text{ m}$), il più profondo il n. 9 ($86,259 \text{ m}$). Le variabili acustiche sono riportate in Tab. 2-LXVII.

Tab. 2-LXV – Distanza (m) dalla piattaforma Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel luglio 2016; sono evidenziati i banchi individuati entro i 300 m dalla struttura.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	475,66	8	671,65
2	734,74	9	494,06
3	873,31	10	390,07
4	142,26	11	760,62
5	86,73	12	1164,08
6	608,91	13	969,15
7	859,10	14	1086,08

Tab. 2-LXVI - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel luglio 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume; sono evidenziati i banchi individuati entro i 300 m dalla struttura.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	1307,746	17,357	13,857	80,723	85,789	5,066	211,768	43°36,278'	14°20,170'	83,841	6,175	0	0
2	1228,006	18,100	13,619	81,076	85,028	3,952	139,370	43°36,203'	14°20,618'	83,055	8,811	0	0
3	4505,124	17,308	15,928	65,460	75,201	9,741	587,892	43°36,132'	14°20,764'	70,163	7,663	0	0
4	11035,596	20,577	20,724	63,135	84,648	21,513	1378,29	43°36,071'	14°20,213'	71,457	8,080	0	0
5	410,498	14,083	7,795	84,879	87,360	2,481	46,151	43°36,059'	14°20,089'	86,219	8,442	0	0
6	978,537	13,469	10,441	79,339	84,158	4,819	166,310	43°35,986'	14°19,680'	81,986	5,884	0	0
7	168,473	10,860	6,525	83,186	85,496	2,310	17,151	43°35,991'	14°20,769'	84,487	9,823	0	0
8	1083,621	12,526	20,515	79,396	84,837	5,441	250,622	43°35,834'	14°19,704'	82,512	4,324	0	0
9	273,252	10,853	24,305	85,654	86,839	1,185	27,666	43°35,833'	14°19,873'	86,259	9,877	0	0
10	311,194	15,758	6,619	83,830	87,079	3,249	44,456	43°35,833'	14°20,006'	85,185	7,063	0	0
11	724,271	26,588	10,369	80,568	84,404	3,836	59,649	43°35,618'	14°20,039'	82,929	12,423	0	0
12	818,319	19,356	10,352	64,298	73,321	9,023	71,963	43°35,531'	14°19,592'	70,736	12,284	0	0
13	296,731	8,940	7,266	84,271	88,213	3,942	38,378	43°35,543'	14°19,845'	83,109	7,597	0	0
14	846,784	16,282	8,436	77,116	83,411	6,295	97,160	43°35,527'	14°20,561'	80,203	8,715	0	0

Tab. 2-LXVII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel luglio 2016; sono evidenziati i banchi individuati entro i 300 m dalla struttura.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-47,509	2641	17	311	-53,822	-38,267	0,177
2	-50,119	1928	18	366	-53,759	-42,161	0,097
3	-49,013	9133	19	441	-53,991	-38,746	0,126
4	-48,974	20216	29	802	-54,000	-38,590	0,127
5	-48,658	456	9	120	-53,877	-39,870	0,136
6	-47,270	2066	13	186	-53,734	-36,677	0,187
7	-50,001	189	6	66	-53,767	-44,734	0,100
8	-44,367	3418	29	314	-53,775	-34,669	0,366
9	-48,006	339	30	190	-53,854	-39,354	0,158
10	-45,734	484	7	104	-53,862	-37,283	0,267
11	-51,350	666	13	309	-53,759	-45,661	0,073
12	-50,740	758	9	199	-53,868	-45,249	0,084
13	-47,866	289	8	85	-53,768	-41,761	0,163
14	-49,298	965	8	128	-53,970	-39,889	0,118

*Sv = Volume backscattering strength

Ad **agosto** sono stati sondati 5 banchi di pesce di cui solo uno all'interno del raggio di 300 m da Bonaccia NW (fig. 2.68 e Tab 2-LXVIII); il più lontano è stato il n. 5. Le maggiori caratteristiche metriche eccetto il volume sono state misurate per quest'ultimo, essendo caratterizzato da una superficie di 1730,860 m² e da lunghezze NS ed EW rispettivamente di 34,857 m e 18,067 m (Tab. 2-LXIX). Il maggior volume è stato invece misurato per l'aggregazione n. 4. La posizione dei banchi lungo la colonna d'acqua è variata tra 73,291 m (banco n. 2) e 84,271 m (banco n. 4). Le variabili acustiche dei banchi sono descritte in Tab. 2-LXX.

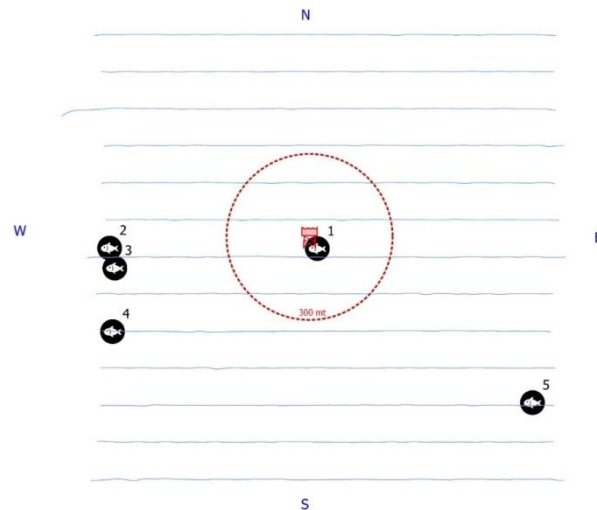


Fig. 2.68 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto in agosto 2016. Figura non in scala.

Tab. 2-LXVIII - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto in agosto 2016; è evidenziato il banco rilevato entro i 300 m dalla struttura.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	50,81
2	722,56
3	712,44
4	788,55
5	1002,83

Tab. 2-LXIX - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati in agosto 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume; è evidenziato il banco rilevato entro i 300 m dalla piattaforma.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	380,237	11,359	13,709	85,077	87,306	2,229	31,950	43°36'000"	14°20,151'	86,386	11,924	0	0
2	787,421	10,396	6,767	70,046	76,021	5,975	99,013	43°35,985'	14°19,595'	73,291	7,953	0	0
3	193,469	10,364	8,465	83,787	85,808	2,021	31,344	43°35,970'	14°19,605'	82,283	6,172	0	0
4	1213,347	16,680	17,172	82,173	84,872	2,699	227,064	43°35,835'	14°19,603'	84,271	5,281	0	0
5	1730,860	34,857	18,067	79,768	85,076	5,308	217,98	43°35,703'	14°20,733'	82,854	7,940	0	0

Tab. 2-LXX - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento di agosto 2016; il banco rilevato entro i 300 m dalla piattaforma è evidenziato in verde.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-50,723	381	18	209	-53,87	-44,838	0,085
2	-48,675	1552	8	120	-53,996	-40,193	0,136
3	-46,033	369	10	110	-53,814	-39,267	0,249
4	-47,481	2977	22	451	-53,742	-37,686	0,179
5	-48,574	2986	24	354	-54	-37,222	0,139
6	-50,723	381	18	209	-53,87	-44,838	0,085

In **settembre** sono stati individuati 10 banchi (fig. 2.69) ma solo uno (n. 5) si trovava entro 300 m da Bonaccia NW (Tab. 2-LXXI). Il banco n. 5 ha presentato le dimensioni maggiori per superficie, volume e lunghezze NS ed EW (Tab. 2-LXII). I centri geometrici delle profondità sono stati rilevati nei primi 20 m dal fondo, tra 65,490 m (banco n.7) e 84,576 m (n. 2). Nella Tab. 2-LXXIII sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

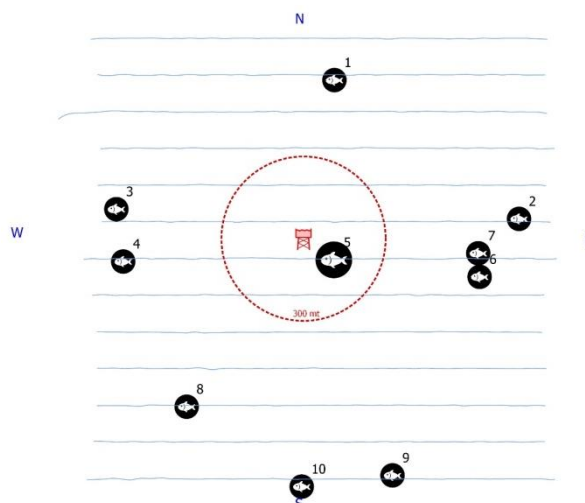


Fig. 2.69 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel settembre 2016. Figura non in scala.

Tab. 2-LXXI - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuate durante il campionamento di settembre 2016. In verde l'aggregazione entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	589,88
2	788,48
3	690,53
4	662,44
5	135,14
6	626,53
7	642,82
8	747,55
9	923,90
10	906,26

Tab. 2-LXXII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuate nel settembre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde l'aggregazione entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	500,235	17,867	6,862	82,095	85,480	3,385	82,685	43°36,336'	14°20,211'	84,081	6,488	0	0
2	229,184	9,221	10,271	83,175	85,905	2,730	21,777	43°36,065'	14°20,715'	84,576	10,524	0	0
3	641,010	14,367	5,555	61,597	72,030	10,433	76,611	43°36,078'	14°19,622'	67,435	8,367	0	0
4	3010,103	24,903	21,325	80,947	84,925	3,978	469,038	43°35,975'	14°19,641'	83,435	6,418	0	0
5	9809,821	30,185	28,372	70,047	84,643	14,596	1303,439	43°35,981'	14°20,213'	77,228	7,520	0	0
6	372,436	13,614	7,378	84,007	86,552	2,545	49,380	43°35,979'	14°20,593'	85,441	7,528	0	0
7	2925,219	14,829	16,660	59,833	70,367	10,534	352,347	43°35,985'	14°20,607'	65,490	8,208	0	0
8	1753,016	21,886	13,855	80,949	85,814	4,865	231,068	43°35,690'	14°19,817'	83,072	6,515	0	0
9	281,627	6,205	4,538	76,481	80,715	4,234	28,429	43°35,558'	14°20,377'	78,365	10,077	0	0
10	184,208	8,702	9,853	81,874	84,909	3,035	22,022	43°35,534'	14°20,131'	80,507	8,365	0	0

Tab. 2-LXXIII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel settembre 2016. In verde l'aggregazione entro 300 m dalla piattaforma

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-46,631	742	9	151	-53,830	-37,751	0,217
2	-50,998	262	12	87	-53,837	-44,737	0,079
3	-53,197	1454	9	206	-53,761	-42,191	0,048
4	-48,618	6502	27	760	-53,829	-38,636	0,137
5	-48,646	18487	33	1149	-54,000	-36,518	0,137
6	-47,996	321	6	77	-53,882	-42,821	0,159
7	-49,170	5604	20	402	-53,997	-38,893	0,121
8	-47,367	1767	8	211	-53,791	-38,245	0,183
9	-50,091	239	6	43	-53,994	-45,942	0,098
10	-49,084	270	12	106	-53,885	-42,885	0,123

*Sv = Volume backscattering strength

Nell'**ottobre** 2016 sono stati individuati 12 banchi, tutti oltre i 300 m da Bonaccia NW (fig. 2.70), anche se le aggregazioni n. 4 e n. 6 sono state rinvenute appena al di fuori del limite considerato (346,92 m e 342,46 m; Tab. 2-LXXIV). Il banco n. 2 ha presentato i maggiori valori di superficie, volume e lunghezza EW; Tab. 2-LXXV). La massima lunghezza NS è stata misurata invece per l'aggregazione n. 1. Per quanto concerne la profondità, il banco più superficiale è stato il n. 7 (66,063 m), il più profondo il n. 12 (83,097 m). Nella Tab. 2-LXXVI sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

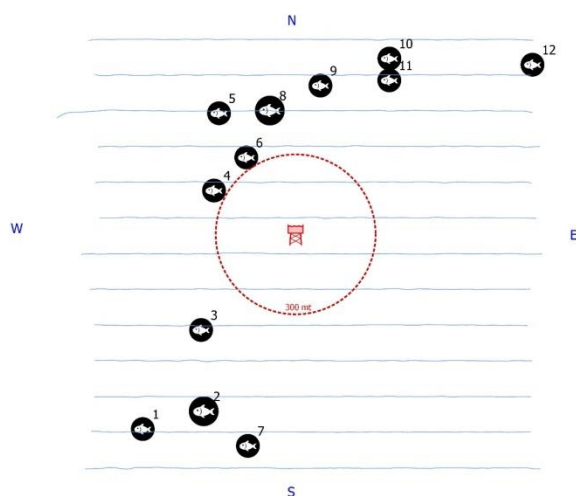


Fig. 2.70 - Schema planare delle posizioni delle aggregazione di pesce individuate durante il campionamento condotto in ottobre 2016. Figura non in scala.

Tab. 2-LXXIV - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di ottobre 2016.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	928,81	7	814,47
2	748,53	8	474,49
3	504,53	9	565,94
4	346,92	10	747,37
5	537,42	11	663,68
6	342,46	12	1091,49

Tab. 2-LXXV - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nell'ottobre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	3589,868	24,250	17,942	62,914	76,981	14,067	402,818	43°35,626'	14°19,708'	68,918	8,694	0	0
2	4478,645	20,820	20,235	73,226	82,967	9,741	534,486	43°35,663'	14°19,878'	77,945	8,457	0	0
3	1442,426	16,638	14,446	72,842	81,671	8,829	187,062	43°35,827'	14°19,869'	76,809	7,165	0	0
4	1333,228	15,755	18,721	77,355	84,202	6,847	143,054	43°36,110'	14°19,902'	80,581	9,320	0	0
5	508,146	10,447	11,626	69,375	76,425	7,050	49,393	43°36,267'	14°19,914'	72,971	10,288	0	0
6	571,091	11,102	13,393	77,846	81,872	4,026	104,099	43°36,178'	14°19,991'	78,604	5,486	1	0,28
7	3087,155	12,748	16,990	58,956	80,680	21,724	301,787	43°35,593'	14°20,002'	66,063	9,710	0	0
8	4164,209	22,757	16,435	69,140	82,491	13,351	476,261	43°36,273'	14°20,056'	76,668	8,744	0	0
9	1648,950	14,733	14,912	72,203	81,072	8,869	231,328	43°36,325'	14°20,196'	75,508	7,128	0	0
10	969,410	12,924	14,469	71,607	79,738	8,131	87,515	43°36,381'	14°20,388'	74,521	10,879	0	0
11	1596,561	16,779	15,983	78,355	84,023	5,668	254,569	43°36,340'	14°20,360'	81,701	6,272	1	0,216
12	1125,130	17,393	14,082	79,366	85,316	5,950	136,863	43°36,370'	14°20,787'	83,097	8,155	0	0

Tab. 2-LXXVI - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'ottobre 2016.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-49,152	5529	26	500	-53,997	-39,557	0,122
2	-49,437	6806	26	655	-53,993	-40,233	0,114
3	-48,104	2213	17	303	-53,993	-38,035	0,155
4	-49,991	1966	18	372	-53,860	-41,308	0,100
5	-49,777	564	10	128	-53,830	-42,702	0,105
6	-45,539	1515	12	169	-53,993	-35,510	0,279
7	-49,747	3033	14	309	-53,993	-39,849	0,106
8	-49,645	6980	30	621	-53,993	-40,493	0,109
9	-48,621	3232	19	295	-53,993	-37,985	0,137
10	-50,389	917	13	211	-53,968	-41,687	0,091
11	-47,112	3491	20	356	-53,816	-36,793	0,194
12	-49,617	1985	22	258	-53,787	-41,191	0,109

*Sv = Volume backscattering strength

A **novembre** sono stati individuati 10 banchi (fig. 2.71) di cui 2 entro i 300 m da Bonaccia NW (banchi n. 1 a 146,75 m e n. 4 a 255,61 m; Tab. 2-LXXVII), ma il n. 3 è stato osservato poco oltre il suddetto limite (321,82 m dalla piattaforma). L'associazione n. 2 è risultata la più rilevante in termini di superficie, lunghezze NS ed EW e volume (Tab. 2-LXXIX), e anche la più profonda (83,911 m profondità). Il banco più superficiale (n. 10) è invece stato individuato a 53,067 m. In Tab. 2-LXXX le variabili acustiche dei banchi sondati.

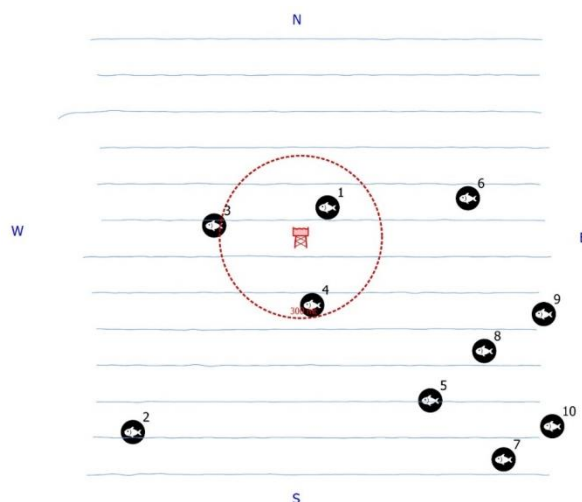


Fig. 2.71 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel novembre 2016. Figura non in scala.

Tab. 2-LXXVII - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di novembre 2016. In verde le aggregazioni entro 300 m dalla struttura.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	146,75	7	632,08
2	950,46	8	1111,39
3	321,82	9	796,77
4	255,61	10	939,96
5	770,22	11	1161,31

Tab. 2-LXXVIII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel novembre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde le aggregazioni entro 300 m dalla struttura.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	703,422	10,469	13,760	80,489	85,091	4,602	137,857	43°36,082'	14°20,203'	83,302	5,103	2	0,841
2	1622,630	21,138	17,465	81,894	85,894	4,000	220,323	43°35,631'	14°19,674'	83,911	7,365	0	0
3	425,987	9,200	13,065	71,911	80,265	8,354	39,196	43°36,044'	14°19,892'	45,423	10,464	0	0
4	935,367	10,738	13,499	80,278	84,958	4,680	173,196	43°35,887'	14°20,163'	82,662	5,032	0	0
5	1378,905	12,102	15,137	70,126	78,488	8,362	162,082	43°35,699'	14°20,490'	74,665	8,507	0	0
6	631,064	7,192	9,263	70,370	76,593	6,223	69,888	43°36,103'	14°20,588'	73,172	9,030	0	0
7	401,550	10,037	10,625	78,246	82,730	4,484	45,083	43°35,582'	14°20,692'	80,655	8,907	0	0
8	397,834	6,723	8,341	62,704	72,256	9,552	38,287	43°35,798'	14°20,637'	67,849	10,391	0	0
9	425,794	11,501	8,922	74,451	78,877	4,426	51,770	43°35,873'	14°20,799'	77,695	8,225	0	0
10	673,677	8,198	10,110	50,383	55,874	5,491	58,947	43°35,649'	14°20,825'	53,067	11,108	0	0

Tab. 2-LXXIX - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel novembre 2016. In verde le aggregazioni entro 300 m dalla struttura.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-45,177	3208	20	336	-53,850	-35,287	0,304
2	-48,677	4475	36	765	-53,834	-38,763	0,136
3	-52,790	740	17	196	-53,801	-45,163	0,053
4	-44,578	2770	19	297	-53,845	-33,801	0,348
5	-49,469	3053	17	274	-53,994	-41,154	0,113
6	-48,724	1223	11	121	-53,908	-39,669	0,134
7	-49,887	1015	17	174	-53,763	-42,694	0,103
8	-49,912	894	13	191	-53,858	-41,167	0,102
9	-49,065	829	15	135	-53,683	-40,602	0,124
10	-50,627	873	14	150	-53,993	-42,077	0,087

*Sv = Volume backscattering strength

Infine, nel **dicembre** 2016 sono stati individuati 5 banchi situati tutti oltre 300 m di distanza nella parte orientale dell'area indagata (fig. 2.72), essendo il più vicino (n. 1) a 637,58 m da Bonaccia NW (Tab. 2-LXXX). Il maggior sviluppo superficiale è stato misurato per il banco n. 2 (1319,747 m²), il massimo volume e lunghezza NS per il n.5 (134,311 m³ e 15,499 m) e la maggiore lunghezza EW per il n. 4 (14,056 m). Le profondità sono variate tra i 51,860 m (banco n. 3) e i 67,766 m (banco n. 2; Tab. 2-LXXXI). In Tab. 2-LXXXII sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

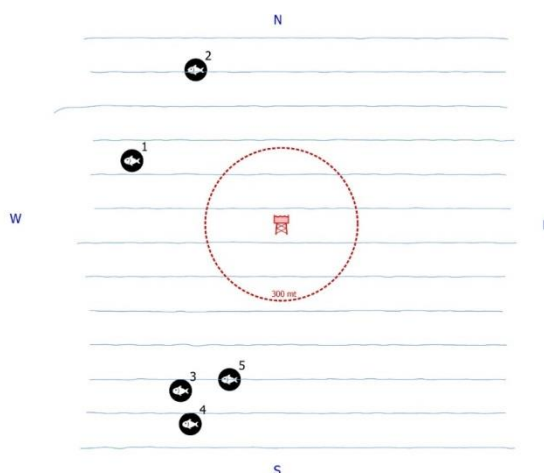


Fig. 2.72- Schema planare delle posizioni delle aggregazione di pesce individuate durante il campionamento condotto nel dicembre 2016. Figura non in scala.

Tab. 2-LXXX - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di dicembre 2016.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	637,58
2	693,52
3	764,68
4	862,97
5	643,59

Tab. 2-LXXXI - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel dicembre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	239,256	5,251	7,780	65,816	69,139	3,323	23,600	43°36,155'	14°19,692'	67,628	10,138	0	0
2	1319,747	12,334	10,172	63,414	69,664	6,250	130,179	43°36,349'	14°19,876'	67,766	10,138	0	0
3	184,862	7,009	5,493	51,599	56,482	4,883	14,821	43°35,668'	14°19,839'	51,860	11,927	0	0
4	608,989	11,078	14,056	56,112	60,556	4,444	74,207	43°35,598'	14°19,868'	59,794	8,207	0	0
5	1232,424	15,499	11,614	50,527	55,244	4,717	134,311	43°35,693'	14°19,982'	52,608	9,176	0	0

Tab. 2-LXXXII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel dicembre 2016.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-49,922	385	6	72	-53,903	-40,281	0,102
2	-50,596	2175	14	215	-53,997	-43,772	0,087
3	-49,552	175	9	59	-53,838	-43,830	0,111
4	-48,938	1284	11	207	-53,894	-40,214	0,128
5	-49,814	2640	17	371	-53,999	-43,124	0,104

*Sv = Volume backscattering strength

Di seguito si riportano alcuni esempi di rappresentazioni tridimensionali delle aggregazioni di pesce rilevate nei campionamenti sopra descritti (figg. 2.73 - 2.79). Tali immagini permettono una percezione spazio-temporale dei singoli banchi nell'ambiente circostante la struttura.

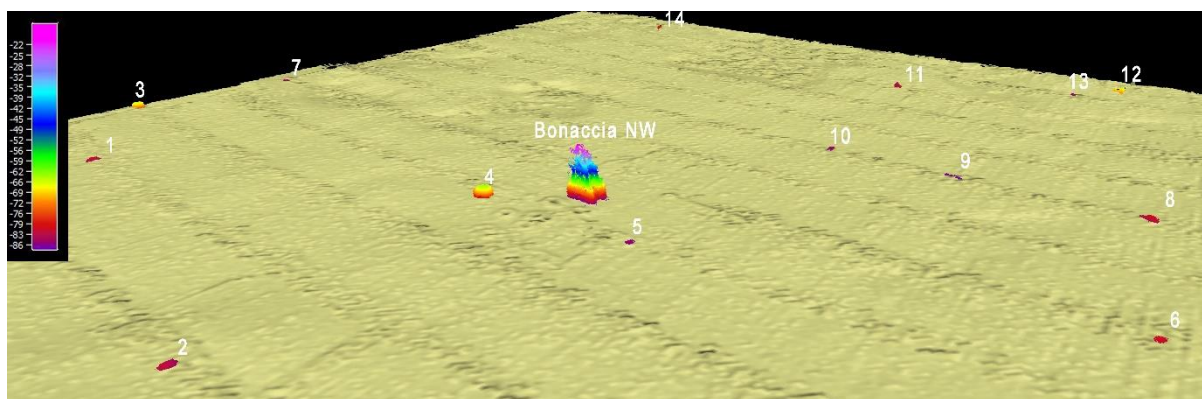


Fig. 2.73 – Immagine tridimensionale della colonna d'acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce del **luglio** 2016 in prossimità della struttura Bonaccia NW.

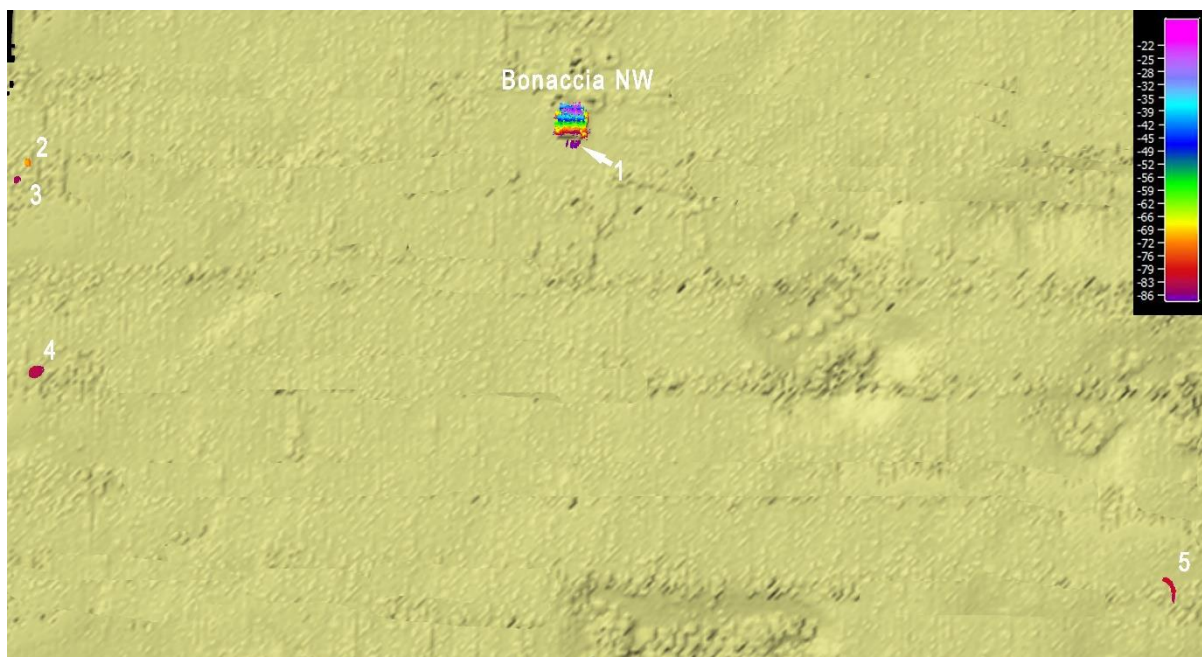


Fig. 2.74 – Vista planimetrica delle aggregazioni investigate nell’area prossima alla piattaforma Bonaccia NW nell’**agosto** 2016.

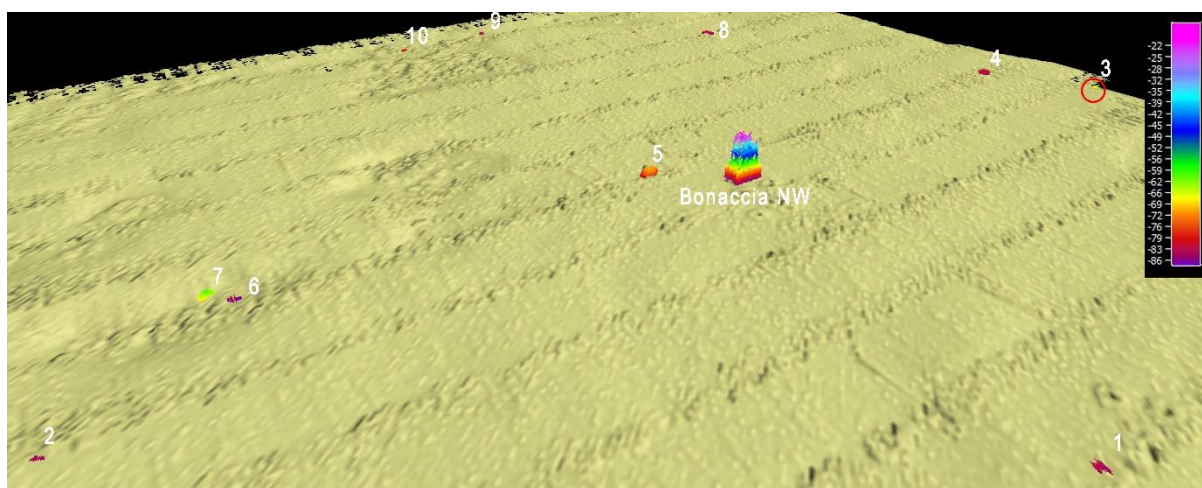


Fig. 2.75 – Immagine tridimensionale delle aggregazioni di pesce sondate nel mese di **settembre** 2016 nei pressi di Bonaccia NW.

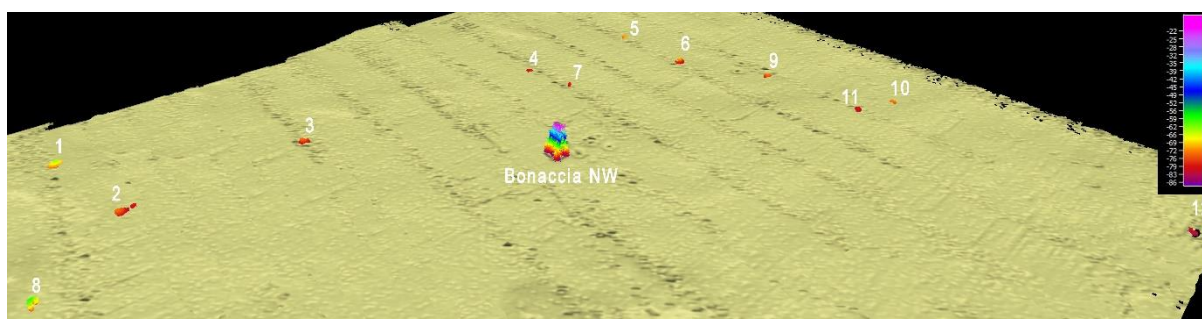


Fig. 2.76 – Immagine tridimensionale delle aggregazioni di pesce sondate nel mese di **ottobre** 2016 nei pressi di Bonaccia NW.

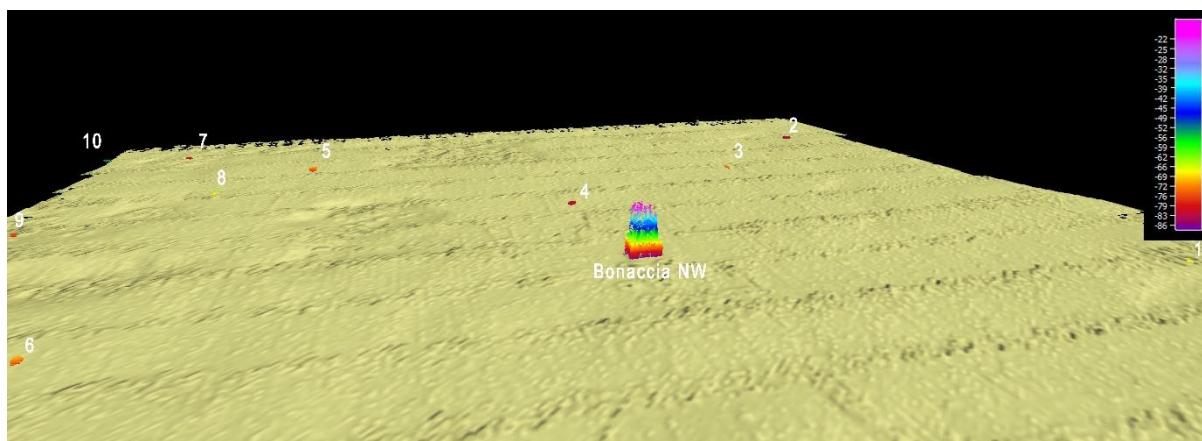


Fig. 2.77 – Immagine tridimensionale dei banchi di pesce individuati nel **novembre** 2016. Al centro dell'immagine è visibile la piattaforma.

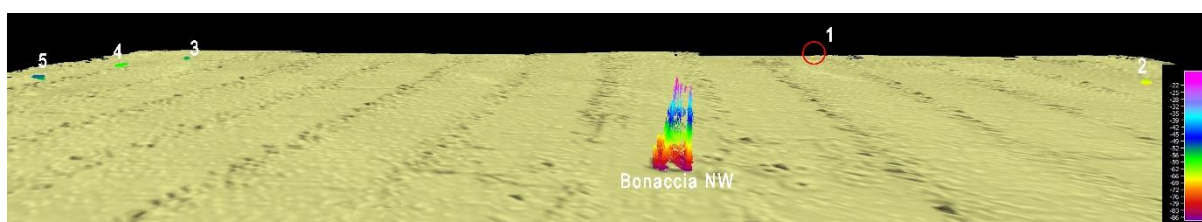


Fig. 2.78 – Immagine tridimensionale dei banchi di pesce individuati nel **dicembre** 2016. Al centro dell'immagine è visibile Bonaccia NW.

2.2.6.3 Acquisizione di immagini tramite telecamera

Le riprese con la telecamera subacquea Quasi Stellar Color 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.

Durante i survey di luglio, agosto, settembre e ottobre il mare mosso (50-80 cm di onda) ha impedito l'immersione della telecamera nei pressi dei pali di fondazione dell'impianto di estrazione. Nel mese di novembre invece la scarsa visibilità non ha permesso un'acquisizione nitida per poter distinguere le specie.

A dicembre, nonostante la visibilità scarsa, è stata individuata la presenza di numerosi esemplari pelagici nelle immediate vicinanze della piattaforma dei quali però non è stato possibile distinguere le specie (fig. 2.79).



Fig 2.79 – Esempari di specie pelagiche rinvenuti attorno alle parti sommerse di Bonaccia NW nel dicembre 2016.

2.2.7. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI

Nel 1° anno di produzione di Bonaccia NW durante i 36 survey condotti non è avvenuto alcun avvistamento di cetacei nell'area indagata.

2.3. 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; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2017); 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 1° anno della fase di produzione della struttura (2016), durante il quale sono state condotte tutte le

indagini previste eccetto quelle inerenti *Mytilus galloprovincialis* per il mancato rinvenimento di esemplari adesi alle parti sommerse della piattaforma.

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 giugno, settembre e dicembre 2016) sono in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a; Zavatarelli *et al.*, 1998). La colonna d'acqua è risultata fortemente stratificata in temperatura sia in giugno che in settembre, con una notevole riduzione del gradiente termico verticale in dicembre. Nel periodo estivo, inoltre, era presente in superficie uno strato con acqua a minore salinità, non riscontrato a dicembre. Sul fondo le condizioni termo-aline si sono mantenute più stabili per tutto il periodo, con temperature comprese tra 13,2 e 16,4°C e salinità di 38,7-38,8 psu.

Per quanto riguarda gli aspetti idrochimici considerati, l'ossigeno disciolto è stato presente con percentuali di saturazione tra l'87% e il 114%, generalmente in diminuzione verso il fondo. Non sono state osservate condizioni ipossiche o anossiche durante il periodo considerato.

Le concentrazioni di nutrienti sono rientrate nei range dei valori noti per l'area (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008), con valori generalmente senza variazioni notevoli, più elevati in dicembre e minimi in giugno.

Considerando i profili di fluorescenza *in situ*, sono stati osservati aumenti dei pigmenti fotosintetici in giugno e settembre verso il fondo mentre a dicembre in generale la distribuzione dei valori è apparsa costante lungo la colonna in diminuzione verso il fondo.

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 le concentrazioni maggiori in settembre ed è risultata sempre maggiore della Chl *c* (caratteristica delle diatomee). In dicembre sono stati osservati i minimi sia di Chl *b* che di Chl *c*.

Il carico solido sospeso ha presentato in generale un aumento delle concentrazioni 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).

Tra i siti direttamente influenzabili dalla presenza della piattaforma e quelli più distanti considerati come controlli non sono emerse differenze per quanto riguarda le condizioni oceanografiche generali (temperatura, salinità, ossigeno disciolto) in tutto il 2016, ovvero nell'intero primo anno di produzione di Bonaccia NW. Nelle stazioni in prossimità della piattaforma sono risultati più elevati i nitrati, gli ortofosfati e ortosilicati in febbraio, mentre in primavera-estate hanno presentato una tendenza all'aumento nelle stazioni a 2000 m ammoniaca, ortofosfati e ortosilicati. Il TSM è risultato più elevato nelle stazioni a 100 m a febbraio, mentre negli altri survey condotti in primavera ed estate è apparso tendenzialmente più elevato nelle stazioni a 2000 m. In conclusione, i trend osservati possono essere attribuiti in larga parte alla variabilità delle condizioni idrologiche dell'area e lungo la colonna, piuttosto che alla presenza della piattaforma.

Per quanto concerne la ricerca di inquinanti lungo la colonna d'acqua, 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). Anche piombo, rame e ferro sono risultati molto spesso non rilevabili e, quando presenti, considerato il loro valore medio, non hanno mostrato nessuna differenza temporale. Inoltre, così come già evidenziato nel primo semestre 2016 (Fabi *et al.*, 2016c), tra le specie chimiche normalmente rilevabili sono stati fondamentalmente distinti due differenti andamenti. L'arsenico, il bario, il vanadio e il silicio hanno sempre evidenziato una minima variabilità delle concentrazioni, sia nella distribuzione orizzontale sia in quella verticale. Cromo, nichel, alluminio e zinco sono invece risultati molto più variabili, alcune volte anche con valori del CV superiore al 100%. Nel confronto tra i survey, alcune specie chimiche hanno mostrato delle differenze degne di nota nelle concentrazioni medie (arsenico, bario, vanadio) mentre altre hanno evidenziato notevoli fluttuazioni. Il nichel, per esempio, è passato da una completa rilevabilità nel mese di settembre, a una assenza pressoché totale come nel mese di dicembre. Tutti questi trend tuttavia sono risultati entro i range già evidenziati nei survey precedenti e analizzati nei relativi report (Fabi *et al.*, 2015b; 2016b; 2016c).

Per quanto riguarda gli inquinanti organici, nel survey di giugno in due stazioni vicine alla piattaforma e in una a 2000 m è stata rilevata la presenza di BTEX (con l'eccezione dello stirene che è risultato sempre sotto il limite di rilevabilità) e di idrocarburi totali. Le concentrazioni tuttavia sono risultate nei range già riportati da report e da letteratura scientifica internazionale per zone considerate non contaminate (Leusch e Bartkow, 2010)

e al di sotto dei limiti imposti dalle normative nazionali (Direttiva 2008/105/EC) e internazionali. Inoltre, nel survey successivo si è riscontrata la totale assenza di questi composti in tutte le stazioni campionate.

Infine gli idrocarburi alifatici, completamente assenti (salvo due sole eccezioni) in giugno, sono invece risultati sempre presenti sia in settembre, sia in dicembre. In ogni caso, in questi due ultimi survey, le concentrazioni sono risultate piuttosto basse (vicino al limite di rilevabilità), con una distribuzione omogenea sia spaziale che lungo la 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 e, come già sottolineato per le caratteristiche idrologiche, talune differenze osservate in alcuni survey sono verosimilmente da imputare alla variabilità delle condizioni idrologiche e meteorologiche della zona.

Misure correntometriche – Nel primo periodo di registrazione dopo l'entrata in produzione di Bonaccia NW (aprile - giugno 2016) le correnti misurate in prossimità della struttura erano risultate prevalentemente dirette verso N/NW con alcune rotazioni verso S. Tale direzione è stata mantenuta sino a circa metà luglio, quando è avvenuta un'altra rotazione che riportato alla direzione N/NW sino a novembre. Dal 15 dicembre le correnti hanno assunto direzione prevalente verso SE.

L'intensità è sempre stata relativamente costante e modesta, entro 0,3 m/s.

Caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti – L'area in cui è stata installata la piattaforma Bonaccia NW è caratterizzata da un sedimento costituito in prevalenza da sabbia, affiancata da percentuali confrontabili di silt ed argilla. I controlli risultano simili, tanto che praticamente tutti i sedimenti analizzati sono stati classificati come sabbia siltosa. Le variazioni osservate nel periodo monitorato non sono relazionabili alla presenza della piattaforma in quanto avvenute sia attorno a Bonaccia NW, sia ai controlli.

I contaminanti ricercati sono presenti in modeste concentrazioni e la situazione è rimasta pressoché invariata nel tempo. Gli IPA ad esempio, diffusamente incrementati nel 1° survey post lavori, quando comunque le concentrazioni raggiunte erano abbondantemente inferiori all'LCB riportato in ICRAM-APAT (2007), si sono ridotti nell'estate 2016 diventando simili o inferiori al pre-survey.

Gli Idrocarburi totali leggeri ($C < 12$) non sono mai stati rilevati, mentre i pesanti ($C > 12$) sono apparsi presenti nel pre-survey, durante i lavori e nell'ultimo monitoraggio, ma in concentrazioni inferiori a quelle dell'area prima dell'installazione della piattaforma che pertanto non ha, almeno al momento, effetti su questi composti.

Per quanto concerne i metalli pesanti, non vi è nulla da segnalare per l'estate 2016. E' stato solo rilevato un picco anomalo di bario nel sito a 60 m a SE della piattaforma corrispondente a oltre 11 volte la media dei controlli che deve essere seguito con attenzione nei prossimi survey. Si rileva che tutti i metalli per cui sono riportati i Livelli Chimici di Riferimento Nazionali nel DM 173 2016 (Cd, Hg, Pb, Ni, As, Cr, Cu e Zn) hanno presentato tutti concentrazioni inferiori, spesso ampiamente, rispetto ai propri livelli chimici di riferimento eccetto As che ha superato tale livello in diverse stazioni nell'area circostante la piattaforma ma anche ai controlli, pertanto tale comportamento non è direttamente imputabile alla struttura.

Nulla da segnalare per la sostanza organica, mentre per il TOC è da evidenziare un aumento nell'estate 2016 con dei picchi presso la struttura e sino a 250 m di distanza da essa che meritano ulteriori indagini.

Ecotossicologia dei sedimenti – Nel 2° monitoraggio post installazione della piattaforma Bonaccia NW condotto nell'estate 2016 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. Un lieve peggioramento è stato rilevato per la sopravvivenza di *Corophium orientale*, essendo stata osservata una tossicità bassa in un sito a 60 m a SE dalla piattaforma e in tre controlli. La presenza di tale tossicità nei riferimenti esclude un ruolo primario da parte della piattaforma in tale peggioramento. Al contrario, per quanto concerne il test per lo sviluppo larvale di *Crassostrea gigas*, è avvenuto un lieve miglioramento rispetto all'inverno 2016, che era invece apparso caratterizzato dalla presenza di tossicità bassa e media praticamente ovunque eccetto nel sito corrispondente a Bonaccia NW.

I risultati del test di bioaccumulo eseguito utilizzando esemplari di *Hediste diversicolor* hanno evidenziato una biodisponibilità diffusa solo di nichel e silicio sia nell'area della piattaforma che nei controlli e, in minor misura, di arsenico e piombo. I risultati relativi al nichel confermano sostanzialmente quelli ottenuti sin dal pre-survey, mentre quelli relativi al silicio indicano un peggioramento evidente in quanto questo metallo era sempre stato rilasciato dagli organismi eccetto in un controllo durante i lavori di installazione. Comunque, sia Ni che Si sono stati accumulati anche nei riferimenti, per cui tale comportamento non è direttamente relazionabile a Bonaccia NW.

Comunità bentonica – Complessivamente la comunità bentonica rinvenuta nell'intero periodo di indagine è apparsa non particolarmente diversificata e rappresentata principalmente da policheti seguiti da crostacei e da molluschi. Nel 2° survey condotto

dopo i lavori d'installazione la presenza dei crostacei è notevolmente aumentata rispetto ai periodi di indagine precedenti così come, seppur più modestamente, quella degli echinodermi.

In tutti i siti è stata confermata una prevalenza di specie tipiche di fondi limicoli, seguite da quelle indicatrici di materia organica e infine da quelle sabulicole. La densità di queste ultime è incrementata rispetto ai survey precedenti, soprattutto nelle stazioni del transetto A (in particolare BO SE), per l'aumento di importanza del polichete *Owenia fusiformis*, una specie tubicola tipica di fondi contenenti alti livelli di sabbia, con la quale questo organismo costruisce le tane in cui vive. Da rimarcare anche il lieve aumento del numero di specie e di individui tipici di substrato duro nelle stazioni poste in prossimità della piattaforma, in particolare nel sito BO SE, e l'abbondanza in BO SW di organismi aventi una larga ripartizione ecologica, rappresentati soprattutto da *Anomia ephippium*, mollusco bivalve rinvenuto in notevole quantità adeso alle conchiglie di altri bivalvi (*Aequipecten opercularis* e *Pecten jacobaeus*) campionati in alcune repliche prelevate da quel sito.

In generale rimane confermata la netta dominanza dei policheti paraonidi, *Ophelina cylindricaudata*, *Paradiopatra calliopae* e *Aphelochaeta filiformis*. Tale pattern di dominanza è apparso meno evidente nei 4 siti posti in corrispondenza di Bonaccia NW, in particolar modo in BO NW e BO SE in cui l'importanza delle specie secondarie è risultata maggiore determinando la presenza di un popolamento bentonico più diversificato. Questi risultati sono stati confermati anche dall'MDS, che ha isolato le 2 stazioni sopracitate riunendo in un cluster a parte quasi tutte le altre campionate sin dal pre-survey.

L'applicazione degli indici W di Clarke, AMBI e BENTIX ha permesso la valutazione dello stato ecologico dell'area indagata, il quale è risultato per lo più compreso tra il buono e il moderato e comparabile a quello già riscontrato nel campionamento precedente.

Comunità ittica – I risultati dei survey effettuati nel 1° anno 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.*, 2001a; 2003; 2004; 2006; 2010b; 2015a; 2016a; Scarcella *et al.*, 2011) e con alcuni studi condotti in altre aree (Stanley e Wilson, 1990; 1997; Schroeder *et al.*, 1999; Love *et al.*, 2000; 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. 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, il possibile effetto tigmotropico generato dai piloni sommersi (Bohnsack *et al.*,1991).

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* e *Trisopterus minutus capelanus*.

Presso la piattaforma, inoltre, sono state catturate in maniera esclusiva numerose specie ittiche con elevata affinità per i substrati duri, come i bentonici *Scorpaena porcus* e *Scorpaena scrofa* 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, e della cernia di fondale *Polyprion americanus*. In prossimità della piattaforma si è registrata anche la presenza di due specie commercialmente importanti tipiche dell'habitat originario comunemente pescate dalle marinerie locali, il crostaceo *Nephrops norvegicus* (scampo) e il pesce necto-bentonic *Merluccius merluccius* (merluzzo). La loro presenza verrà monitorata nel tempo per verificare un "effetto rifugio" da parte della piattaforma anche nei loro confronti, grazie al quale questi organismi eviterebbero 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 3 specie appartenenti a questo gruppo (*Scyliorhinus canicula*, *Torpedo marmorata* e *Raja asterias*), mentre ai controlli sono stati osservati *R. asterias*, *Squalus acanthias*, *S. canicula*, *Scyliorhinus stellaris* e *Mustelus mustelus*.

Dall'analisi dei dati acquisiti con l'indagine acustica MBES e quelli relativi alle catture ottenute parallelamente attraverso i campionamenti di pesca è stata osservata una corrispondenza tra i risultati ottenuti con le due metodiche. E' da evidenziare che l'indagine acustica può implementare i dati di cattura, soprattutto per le specie piccole e pelagiche che vengono catturate in quantità minore rispetto alla reale abbondanza a causa della selettività dell'attrezzo utilizzato. Analizzando le aggregazioni si è riscontrata una concentrazione maggiore di specie ittiche negli strati d'acqua più vicini al fondo, legata all'etologia delle specie gregarie. Queste formano densi banchi e nell'arco della giornata compiono migrazioni verticali (Azzali 1980; Azzali *et al.*, 1983; Baltėza, 1985; Plounevez e Champalbert, 1999; 2000): nelle ore diurne (periodo in cui vengono condotti i survey acustici) si trovano negli strati di acqua più profondi per sfuggire ai predatori e per trovare

nutrimento (Pitchaer, 1986), mentre nelle ore notturne, soprattutto nella stagione riproduttiva, gli individui maturi salgono sopra il termoclino per rilasciare i gameti (Palomera, 1991). Inoltre, esiste una stretta relazione tra aggregazione in banchi e illuminazione, poiché in condizioni di buio totale o prossime al buio i gruppi sono piuttosto dispersi e presentano un'attività rallentata, mentre in condizioni di luminosità elevata gli individui si riuniscono portandosi verso il fondo (Mužinić, 1964; Azzali *et al.*, 1985).

In riferimento ai dati raccolti nel 2016 (per il 1° semestre vedasi Fabi *et al.*, 2016c) tramite il sistema MBES, dalle osservazioni fatte sulla base della letteratura e dai campionamenti di pesca, si può ipotizzare che i banchi individuati in prossimità del fondale (84-87 m) e nelle vicinanze della piattaforma, come i banchi n. 2 di gennaio e n. 6 di aprile, n. 5 di luglio, n. 1 di agosto e nn. 1 e 4 di novembre, potessero appartenere a specie nectobentoniche parzialmente attratte come *T. minutus capelanus* o *P. bogaraveo*. Probabilmente riconducibile a specie pelagiche parzialmente attratte dai substrati duri come *T. trachurus* o *B. boops* è il banco n. 4 di luglio che, rilevato entro 15 m circa dal fondale, ha presentato dimensioni notevoli. Queste specie pelagiche parzialmente attratte sono state individuate con ogni probabilità anche a profondità meno elevate, sempre in prossimità di Bonaccia NW (es. banchi nn. 1 e 2 di marzo o n. 5 di settembre).

Nelle zone periferiche rispetto Bonaccia NW sono state rilevate aggregazioni in generale minori rispetto i banchi prossimi alla struttura ad eccezione dei nn. 1 e 6 di maggio 2016 o la maggior parte di quelli rilevati in ottobre, presumibilmente rappresentate da pelagici non attratti quali *E. encrasicolus* *S. pilchardus*, o parzialmente attratti come *S. japonicus* e *T. trachurus* che tendono ad aggregarsi in grossi banchi.

3. SEA-LINE COLLEGANTE BONACCIA NW CON LA PIATTAFORMA BONACCIA

La condotta collegante le piattaforme Bonaccia NW e Bonaccia si estende per circa 2,5 km in direzione WNW-ESE (fig. 3.1). I lavori di installazione sono terminati nel settembre 2015. Il pre-survey è stato condotto nell'inverno 2015, mentre i monitoraggi post lavori sono stati effettuati in inverno ed estate 2016.

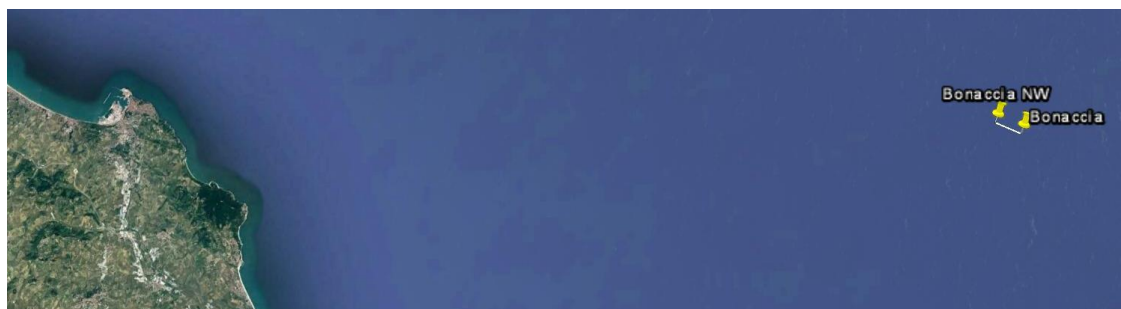


Fig. 3.1 - Sea-line collegante le piattaforme Bonaccia NW e Bonaccia.

3.1. MATERIALI E METODI

3.1.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

3.1.1.1 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti e sulla comunità bentonica

I prelievi sono stati effettuati lungo un transetto perpendicolare alla condotta stessa e quindi orientato in direzione SW-NE, posto a circa metà della lunghezza del sea-line (fig. 3.2).

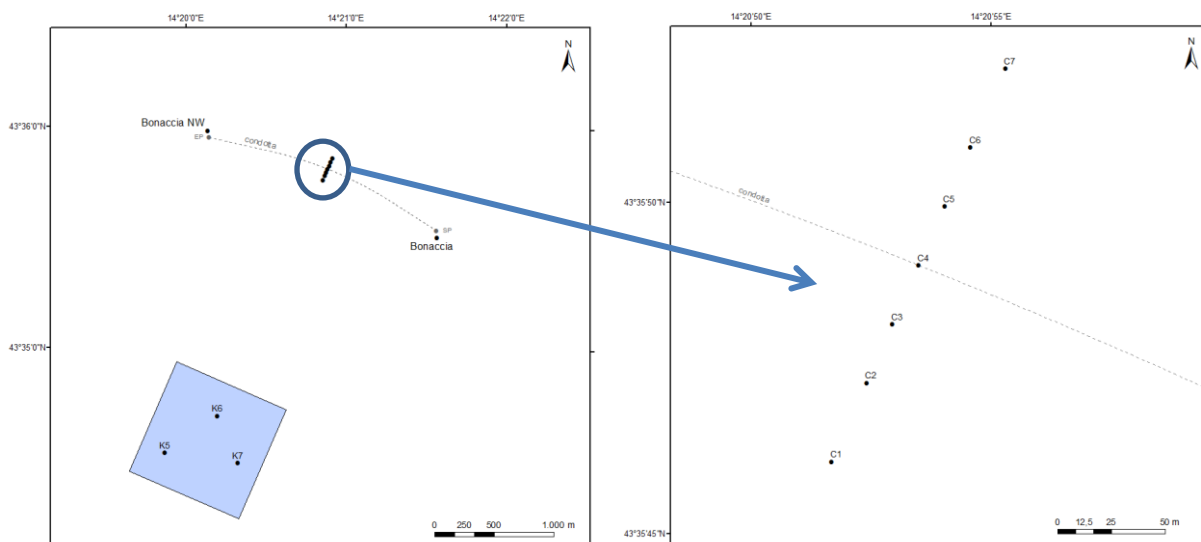


Fig. 3.2 - Schema di campionamento del sea-line per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica, con particolare del transetto.

Sul transetto sono state posizionate n. 7 stazioni, di cui 1 nelle immediate vicinanze del sea-line, 3 a distanze crescenti da esso in direzione NE e 3 a distanze crescenti verso SW. Inoltre sono stati campionati 3 siti di controllo posti in modo random all'interno di un'area (1000x1000 m) priva di altre strutture artificiali situata a circa 2000 m dalla condotta in direzione SW. Le coordinate delle singole stazioni campionate nell'estate 2016, ovvero nel 2° survey post lavori di installazione, sono riportate in Tab. 3-I.

Tab. 3-I - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 2° survey post lavori per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso il punto corrispondente al sea-line.

	Distanza dal sea-line (m)	Posizione rispetto al sea-line	Coordinate geografiche	Profondità (m)
C1	100	SW	43°35'766N 14°20'954E	88,6
C2	60	SW	43°35'781N 14°20'992E	87,9
C3	30	SW	43°35'794N 14°21'012E	89,1
C4	0	-	43°35'806N 14°21'062E	88,2
C5	30	NE	43°35'805N 14°21'078E	88,5
C6	60	NE	43°35'838N 14°21'056E	87,2
C7	100	NE	43°35'854N 14°21'069E	87,0
K5	2000	SW	43°34'930N 14°19'962E	86,4
K6	2000	SW	43°34'908N 14°20'093E	86,4
K7	2000	SW	43°34'844N 14°19'913E	86,0

Per il campionamento dei sedimenti e della comunità bentonica sono state adottate le procedure già descritte per l'area in cui è stata installata la piattaforma Bonaccia NW, per cui per la loro descrizione si rimanda al Cap. 2.1.1.3.

3.1.1.2 Ecotossicologia dei sedimenti

I prelievi sono stati effettuati tramite box-corer sui sedimenti di 4 stazioni di campionamento di cui 1 corrispondente al sea-line (C4), 2 poste a 60 m da esso (C2 e C6) e 1 sito di controllo (K6).

L'eventuale tossicità dei sedimenti nei confronti degli organismi marini è stata valutata tramite l'applicazione della medesima batteria di saggi adottati per la piattaforma (vedi Cap. 2.1.1.4). La ricerca di inquinanti su esemplari di *Hediste diversicolor* ha riguardato i medesimi metalli ricercati per l'area circostante la piattaforma.

3.1.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

Per ciascuno degli aspetti indagati sono state adottate le stesse metodiche di cui al Cap. 2.1.2.

Per quanto concerne la ricerca di metalli pesanti nei sedimenti è da segnalare che, oltre agli elementi indicati nella Specifica Tecnica e indicati nel Cap. 2.1.2.4, l'ARPAM, presa

visione della composizione degli anodi sacrificali che sarebbero stati posizionati a salvaguardia del sea-line, ha esplicitamente richiesto le analisi anche di altri 7 elementi (manganese, magnesio, titanio, gallio, zirconio, stagno e zirconio; nota del 11/09/2015 - Prot. 0030430). Le concentrazioni di tutti i metalli aggiuntivi sono state ottenute mediante tecnica ICP-AES seguendo la metodica EPA 6010C (2007).

3.2. RISULTATI

3.2.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

3.2.1.1 Granulometria

Analogamente all'inverno 2016, anche nell'estate successiva all'analisi visiva i campioni di sedimento si presentavano di colore grigio nocciola e inodori, con uno strato superficiale di 0,5 cm e presenza di biodetrito conchigliare.

Dall'analisi granulometrica (Tab. 3-II, fig. 3.3) è emersa una predominanza della sabbia nei siti C2, C3, C6 e C7. In questi campioni la pelite è risultata costituita prevalentemente da silt, variabile tra il 25,73% (C3) e il 33,14% (C6). Solo in C6 l'argilla ha superato il 20%. La composizione di questi campioni è apparsa in linea con il controllo K7 e tutti sono stati classificati come sabbia siltosa (All. C). Nelle altre stazioni del transetto C le tre frazioni erano presenti in percentuali più simili tra loro anche se il silt è risultato, in tutti i casi, la componente dominante. Questi sedimenti sono stati classificati come Loam.

I controlli K5 e K6 sono invece apparsi dominati dalla sabbia che ha costituito circa il 70% del campione.

Nel tempo il sito C4 corrispondente al sea-line si è gradualmente impoverito della frazione sabbiosa che, nell'ultimo monitoraggio, è risultata dimezzata rispetto al pre-survey. Tale decremento è stato compensato in maniera equilibrata da un aumento di silt (nel 1° post lavori) e argilla. La variazione in K6 è risultata opposta e di entità molto inferiore.

Confrontando gli altri siti tra il 1° e il 2° post lavori si evince che in C2, C3 e C7 e nel controllo K5 la sabbia è incrementata a scapito del silt. Comportamento opposto e più modesto è stato osservato in C1, C5, C6 e K7. L'argilla è invece aumentata in quasi tutti i campioni.

Tab. 3-II - Percentuali delle principali frazioni granulometriche nei survey condotti sinora. In rosso il sito corrispondente al sea-line.

	Pre-survey			1° Post Lavori			2° Post Lavori		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla
C1				35,40	46,70	17,90	29,83	39,29	30,87
C2				30,30	48,00	21,60	53,02	28,01	18,97
C3				35,40	49,00	15,60	55,94	25,73	18,33
C4	62,60	21,30	16,10	41,50	42,20	16,30	32,56	38,54	28,90
C5				46,90	41,10	12,00	33,29	40,45	26,27
C6				49,40	39,20	11,40	45,15	33,14	21,71
C7				45,30	42,40	12,30	50,56	30,81	18,63
K5				50,10	38,00	11,90	70,12	16,11	13,77
K6	60,00	22,80	17,20	73,00	21,60	5,50	73,75	14,56	11,69
K7				72,40	22,00	5,60	52,56	28,79	18,66

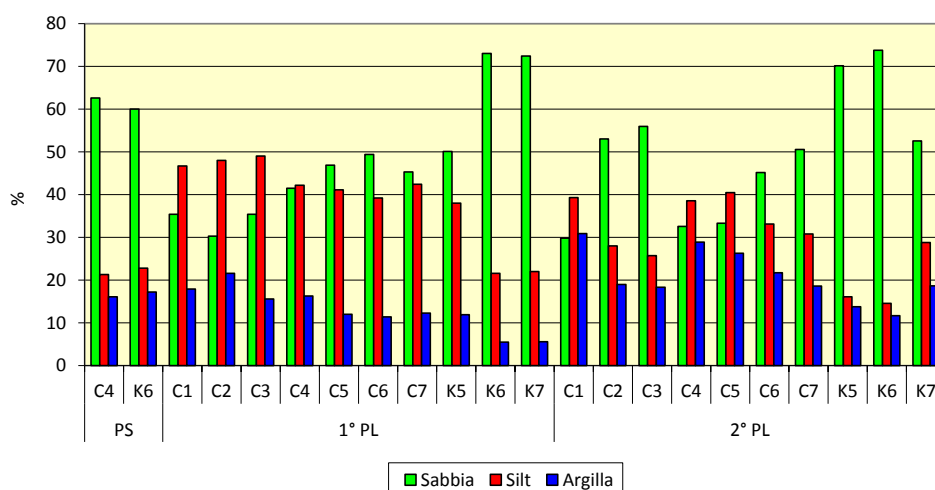


Fig. 3.3 - Ripartizione delle classi granulometriche (%) relative al pre-survey (PS) e ai due monitoraggi post lavori (PL) condotti sinora.

3.2.1.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nel pre-survey (Tab. 3-III) molti dei composti ricercati (Antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Benzo(k)fluorantene, Fluorantene, Indeno(1,2,3cd)pirene e Pirene) erano risultati presenti in entrambi i siti (C4, K6) seppure in concentrazioni molto modeste e inferiori ai rispettivi LCB indicati da ICRAM-APAT (2007). Crisene e Naftalene erano stati rilevati unicamente in C4. I restanti analiti erano al di sotto del limite di quantificazione della metodica. Essendo le concentrazioni dei singoli composti basse, anche gli IPA totali erano risultati scarsamente presenti (fig. 3.4). Il tenore maggiore era stato rilevato in C4 (23,5 µg/kg), ma anche in questo caso si trattava di una concentrazione estremamente modesta.

Dopo la posa della condotta questi contaminanti erano risultati al di sotto del limite di quantificazione in tutte le stazioni.

Nell'estate 2016, invece, sono stati rilevati ovunque e, salvo rare eccezioni, sono stati quantificati tutti i composti ricercati. In tutti i casi però le concentrazioni dei singoli IPA sono risultate molto al di sotto degli LCB e dei valori chimici cautelativi indicati da ICRAM-APAT (2007).

Anche gli IPA totali, pertanto, sono apparsi presenti in concentrazioni minime tanto che anche il picco registrato in C4, pur corrispondendo a oltre 3 volte la media dei controlli (10,5±1,8 µg/kg), è comunque risultato 25 volte inferiore rispetto all'LCB.

Tab. 3-III - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.) nei sedimenti prelevati durante il pre-survey e nei primi due monitoraggi post lavori. La stazione posta in corrispondenza della condotta sottomarina è evidenziata 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.

	LCB	PS		1° survey post lavori									
		C4	K6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Acenaftene	7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Acenaftilene		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Antracene	47(24)*	1,8	1,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (a) antracene	75	<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
Benzo (b) fluorantene		4,5	2,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (g,h,i) perilene		3,4	2,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (k) fluorantene		3,0	2,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Crisene	108	1,8	<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
Fluorantene	113	1,7	1,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fluorene	21	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene		4,0	2,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Naftalene	35	1,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Pirene	153	1,7	1,5	<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
IPA Totali	900	23,5	14,0										

	LCB	2° survey post lavori										
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	
Acenaftene	7	0,3	0,3	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	
Acenaftilene		0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	
Antracene	47(24)*	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Benzo (a) antracene	75	0,8	0,5	0,4	1,1	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	
Benzo (a) pirene	80 (30)*	1,6	1,1	1,0	2,1	1,2	1,4	1,3	1,2	1,0	1,2	
Benzo (b) fluorantene		4,0	0,8	0,7	5,7	1,3	1,8	1,7	1,5	0,9	1,3	
Benzo (g,h,i) perilene		1,9	0,6	<LQ	3,0	0,5	1,6	1,2	0,5	0,3	0,6	
Benzo (k) fluorantene		4,2	0,8	0,8	6,0	1,5	1,3	1,3	1,6	1,1	1,5	
Crisene	108	1,5	0,4	0,3	2,3	<LQ	0,9	1,0	0,6	0,4	<LQ	
Fenantrene	87	1,0	0,5	0,4	2,0	0,9	0,7	0,8	1,0	0,6	0,6	
Fluorantene	113	1,7	1,1	1,0	2,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,1	1,2	
Fluorene	21	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene		2,8	1,0	0,3	4,3	0,8	2,5	1,8	0,8	0,5	1,0	
Naftalene	35	<LQ	<LQ	<LQ	0,9	<LQ	<LQ	<LQ	0,5	<LQ	<LQ	
Pirene	153	0,9	<LQ	0,1	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3	
Dibenzo (a,h) antracene	6	0,5	0,3	0,2	0,8	0,3	0,6	0,5	0,3	0,2	0,4	
IPA Totali	900	22,4	8,8	6,9	34,3	10,3	14,7	13,7	12,0	8,4	10,3	

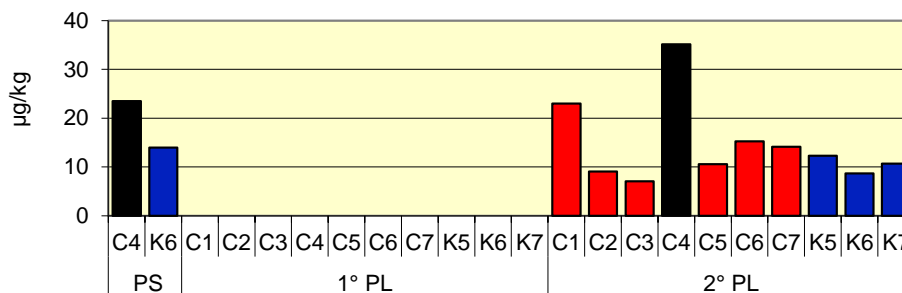


Fig. 3.4 - Concentrazioni degli IPA ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.) nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei primi due monitoraggi post lavori (PL). C4 = sito posto in corrispondenza del sea-line.

3.2.1.3 Idrocarburi totali

Gli idrocarburi totali leggeri (C<12) non sono mai stati rilevati (Tab. 3-IV). Quelli pesanti (C>12) sono stati quantificati unicamente nel pre-survey in entrambe le stazioni (fig. 3.5).

Tab. 3-IV - Concentrazioni degli Idrocarburi totali (mg/kg s.s.) nei sedimenti prelevati durante il pre-survey e nei due monitoraggi post lavori. La stazione posta in corrispondenza della condotta sottomarina è evidenziata in rosso.

	Pre-survey		1° survey post lavori									
	C4	K6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Idrocarburi C<12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Idrocarburi C>12	94,1	99,0	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

	2° survey post lavori										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	
Idrocarburi C<12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Idrocarburi C>12	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	

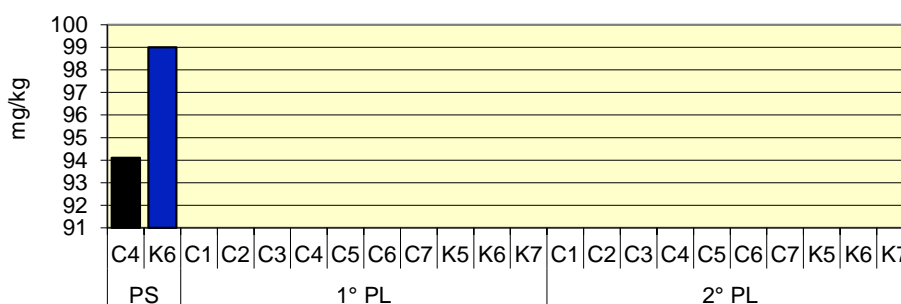


Fig. 3.5 - Concentrazioni degli Idrocarburi totali C>12 (mg/kg s.s.) nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei due monitoraggi post lavori (PL). C4 = sito posto in corrispondenza del sea-line.

3.2.1.4 Metalli pesanti

Le concentrazioni dei metalli sono riportate in Tab. 3-V e in fig. 3.6. Nella discussione che segue vengono riportati riferimenti ai Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (di seguito LCNR) 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 - Mediamente (\pm dev.st.) l'alluminio nel 2° post lavori è risultato omogeneo (C: $1,84 \pm 0,45$; K: $1,37 \pm 0,38$). Le percentuali sono apparse tutte modeste, anche il picco

registrato in C1. Le concentrazioni raggiunte sono apparse trascurabilmente maggiori rispetto al pre-survey.

Arsenico - Le concentrazioni di arsenico rilevate lungo il transetto sono apparse tutte inferiori o in linea a quelle dei controlli K5 e K7 e mediamente comparabili (C: $8,69 \pm 2,15$; K: $12,17 \pm 2,08$ mg/kg). Rispetto all'inverno è avvenuto un decremento generalizzato che ha portato a tenori solo trascurabilmente maggiori a quelli del pre-survey. L'LCNR è stato superato solo nei controlli K5 e K7, mentre nel 1° post lavori il superamento era avvenuto ovunque eccetto in C3 e C7.

Bario - I tenori del bario registrati nell'estate 2016 in C1 (dove è stato rilevato il picco stagionale e il massimo dell'intero periodo), C4 e C5 sono risultati superiori ai controlli; altrove sono apparsi in linea con i riferimenti. Mediamente, comunque, non si rilevano differenze tra i due gruppi di siti a causa della variabilità che ha caratterizzato entrambi (C: $65,47 \pm 15,94$; K: $42,68 \pm 16,00$ mg/kg). Rispetto all'inverno il bario è leggermente aumentato quasi ovunque. Comunque, le concentrazioni rilevate sono ancora molto modeste.

Cadmio - Le concentrazioni di cadmio rilevate lungo il transetto sono apparse leggermente superiori a quelle dei controlli anche se mediamente comparabili (C: $0,061 \pm 0,008$; K: $0,050 \pm 0,007$ mg/kg). Rispetto all'inverno 2016 è avvenuto un aumento ovunque che, tuttavia, non ha portato ai tenori registrati nel pre-survey. Si tratta comunque di differenze trascurabili. Si sottolinea che in tutto il periodo il cadmio è risultato ampiamente inferiore all'LCNR.

Cromo - Il cromo è risultato omogeneamente distribuito (C: $54,30 \pm 10,21$; K: $43,57 \pm 9,41$ mg/kg). Analizzando le singole stazioni solo C1 (massimo assoluto) e C5 hanno presentato concentrazioni superiori a K7. Rispetto al pre-survey i tenori lungo il transetto appaiono leggermente maggiori; l'LCNR è stato superato in alcuni siti C e al controllo K7.

Ferro - Nulla da segnalare per quanto riguarda il ferro, perfettamente in linea tra transetto e siti K (C: $1,97 \pm 0,25$; K: $1,85 \pm 0,23$ %) e presente in percentuali veramente modeste. Le differenze sia spaziali che temporali sono del tutto insignificanti.

Gallio - Il gallio era aumentato nel 1° post lavori rispetto al pre-survey. Nell'estate 2016 è avvenuto un decremento generalizzato che ha portato, in diverse stazioni, a concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità della metodica.

Indio - L'indio è stato rilevato unicamente nel 1° survey post lavori in tre stazioni del transetto e in un controllo.

Tab. 3-V - Concentrazioni dei metalli in tracce (mg/kg s.s. Al e Fe espressi in %) nei sedimenti campionati prima (PS) e dopo (PL) la realizzazione del sea line. In rosso la stazione poste sulla condotta.

	Alluminio			Arsenico			Bario			Cadmio			Cromo			Ferro		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
C1		2,11	2,62		12,84	5,49		68,74	94,16		0,05	0,07		56,92	72,18		2,23	2,33
C2		2,52	1,60		14,56	12,05		82,03	54,50		0,05	0,07		64,05	48,64		2,24	1,86
C3		2,13	1,30		10,34	7,55		70,57	52,78		0,04	0,05		55,38	40,85		2,01	1,55
C4	1,42	1,71	1,78	5,63	12,45	8,70	44,77	62,81	68,09	0,09	0,05	0,06	44,77	49,13	53,08	1,77	1,94	1,94
C5		1,74	2,24		16,69	7,25		53,40	78,19		0,05	0,06		47,44	62,53		2,04	2,19
C6		1,42	1,77		12,42	10,04		39,97	59,90		0,05	0,05		42,84	53,13		1,78	2,01
C7		1,86	1,60		11,32	9,75		55,86	50,66		0,04	0,07		49,68	49,64		1,91	1,87
K5		1,57	1,27		21,03	13,05		37,27	34,24		0,05	0,04		44,78	42,10		2,06	1,94
K6	1,16	1,00	1,05	8,85	17,58	13,67	26,21	23,47	32,66	0,09	0,04	0,05	40,27	31,88	34,98	1,70	1,50	1,60
K7		1,28	1,78		12,39	9,79		31,55	61,13		0,04	0,06		35,84	53,63		1,67	2,03

	Gallio			Indio			Magnesio			Manganese			Mercurio			Nichel		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
C1		12,01	7,18		0,03	< 0,02		1,62	2,16		851,53	606,51		0,03	0,03		49,55	59,75
C2		9,59	3,94		0,03	< 0,02		1,55	1,95		666,87	790,33		0,03	0,02		52,11	39,21
C3		5,78	< 1,2		0,02	< 0,02		1,47	1,80		637,29	488,14		0,03	0,02		45,26	34,40
C4	4,84	10,55	3,08	<0,02	< 0,02	< 0,02	1,74	1,51	1,93	794,06	640,13	673,27	0,03	0,02	0,02	40,50	43,64	44,38
C5		7,00	1,59		< 0,02	< 0,02		1,59	2,12		753,62	636,05		0,02	0,03		40,91	50,17
C6		8,29	3,65		< 0,02	< 0,02		1,69	2,19		638,92	684,95		0,02	0,02		38,21	43,31
C7		8,80	< 1,2		< 0,02	< 0,02		1,68	2,15		615,73	678,16		0,02	0,02		39,18	40,75
K5		10,45	2,69		< 0,02	< 0,02		1,54	2,43		971,69	1004,90		0,02	0,01		38,94	32,74
K6	3,99	9,55	< 1,2	<0,02	0,02	< 0,02	2,17	1,63	2,13	838,83	612,57	914,99	0,02	0,01	0,01	33,73	24,37	24,79
K7		12,61	< 1,2		< 0,02	< 0,02		1,76	2,13		699,20	695,65		0,01	0,02		27,35	43,54

	Piombo			Rame			Silicio			Stagno			Titanio			Vanadio		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
C1		13,11	11,31		15,85	18,70		62,07	106,02		1,70	3,25		251,45	312,77		55,94	67,35
C2		13,00	12,07		16,11	25,04		62,69	59,56		< 1,20	1,25		324,28	271,50		62,82	45,51
C3		13,47	9,52		12,63	11,84		45,50	31,18		2,71	< 1,20		328,93	192,56		53,54	37,13
C4	12,84	11,94	11,76	11,36	12,38	14,03	< 5	54,29	23,93	< 1,20	< 1,20	1,41	114,47	259,13	287,80	39,25	47,25	47,25
C5		13,17	12,82		13,30	15,94		51,00	69,97		1,66	2,48		235,63	334,40		50,47	57,66
C6		10,43	11,66		10,49	11,05		58,85	34,08		< 1,20	1,76		182,33	311,89		42,55	50,58
C7		10,73	12,68		11,68	10,97		49,12	58,11		< 1,20	< 1,20		336,90	268,74		48,95	46,13
K5		13,34	12,73		9,84	9,05		54,08	46,44		< 1,20	1,79		205,07	271,66		47,54	44,59
K6	12,06	9,61	12,81	8,80	6,75	7,85	103,60	48,16	59,14	< 1,20	< 1,20	< 1,20	126,81	219,69	291,37	38,75	35,25	39,42
K7		9,81	12,07		7,55	12,38		78,78	103,37		< 1,20	2,30		342,77	320,18		42,07	49,55

Tab. 3-V - Continuo.

	Zinco			Zirconio		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
C1		65,12	74,38		6,73	8,24
C2		69,69	49,50		7,54	5,52
C3		58,17	43,22		6,03	4,17
C4	65,41	54,89	54,15	3,61	5,76	5,85
C5		53,80	62,68		5,94	6,81
C6		50,61	53,25		5,14	5,63
C7		54,29	51,26		5,77	5,36
K5		50,31	42,69		6,21	4,91
K6	57,39	35,44	33,64	3,48	3,89	3,98
K7		38,70	54,35		4,64	6,02

Magnesio - Il magnesio ha sempre concernuto concentrazioni modeste e omogenee. Il lieve aumento avvenuto nell'estate 2016 rispetto all'inverno è da considerare del tutto trascurabile.

Manganese - Le concentrazioni rilevate lungo il transetto sono apparse inferiori o in linea con quelle dei controlli e mediamente comparabili (C: 651,06±91,77; K: 871,84±159,08 mg/kg). Non si rilevano variazioni temporali degne di nota.

Mercurio - Anche il contenuto di mercurio è apparso omogeneo (C: 0,022±0,004; K: 0,015±0,004 mg/kg) ed estremamente modesto, anche in C1 in cui è stato rilevato il massimo stagionale (0,030 mg/kg), e notevolmente inferiore all'LCNR. Per questi motivi, le variazioni spaziali e temporali sono prive di significato.

Nichel - Anche per questo metallo nell'estate 2016 è stato rilevato un picco in C1 (59,75 mg/kg), corrispondente al massimo assoluto dell'intero periodo di monitoraggio; esso è pari a 1,8 volte la media dei controlli (33,69±9,41 mg/kg) ed è circa doppio rispetto all'LCNR; pertanto, merita ulteriori approfondimenti. Altrove, i livelli di nichel sono apparsi in linea con i riferimenti e con quanto rilevato nel pre-survey.

Piombo - Il piombo è apparso omogeneamente distribuito in tutto il periodo di osservazione e presente in concentrazioni estremamente modeste, ben al di sotto dell'LCNR. Pertanto, le differenze riscontrate tra i siti e tra i survey sono del tutto trascurabili.

Rame - Nell'estate 2016 le concentrazioni più elevate di rame sono state rilevate in C1 e C2, dove erano pari rispettivamente a 2 e 2,5 volte la media dei riferimenti (9,76±2,34 mg/kg). In ogni caso, anche i tenori in quelle due stazioni, pur corrispondendo ai massimi assoluti dell'intero periodo, sono risultate molto modeste e inferiori all'LCNR. Altrove non si rilevano variazioni temporali degne di nota.

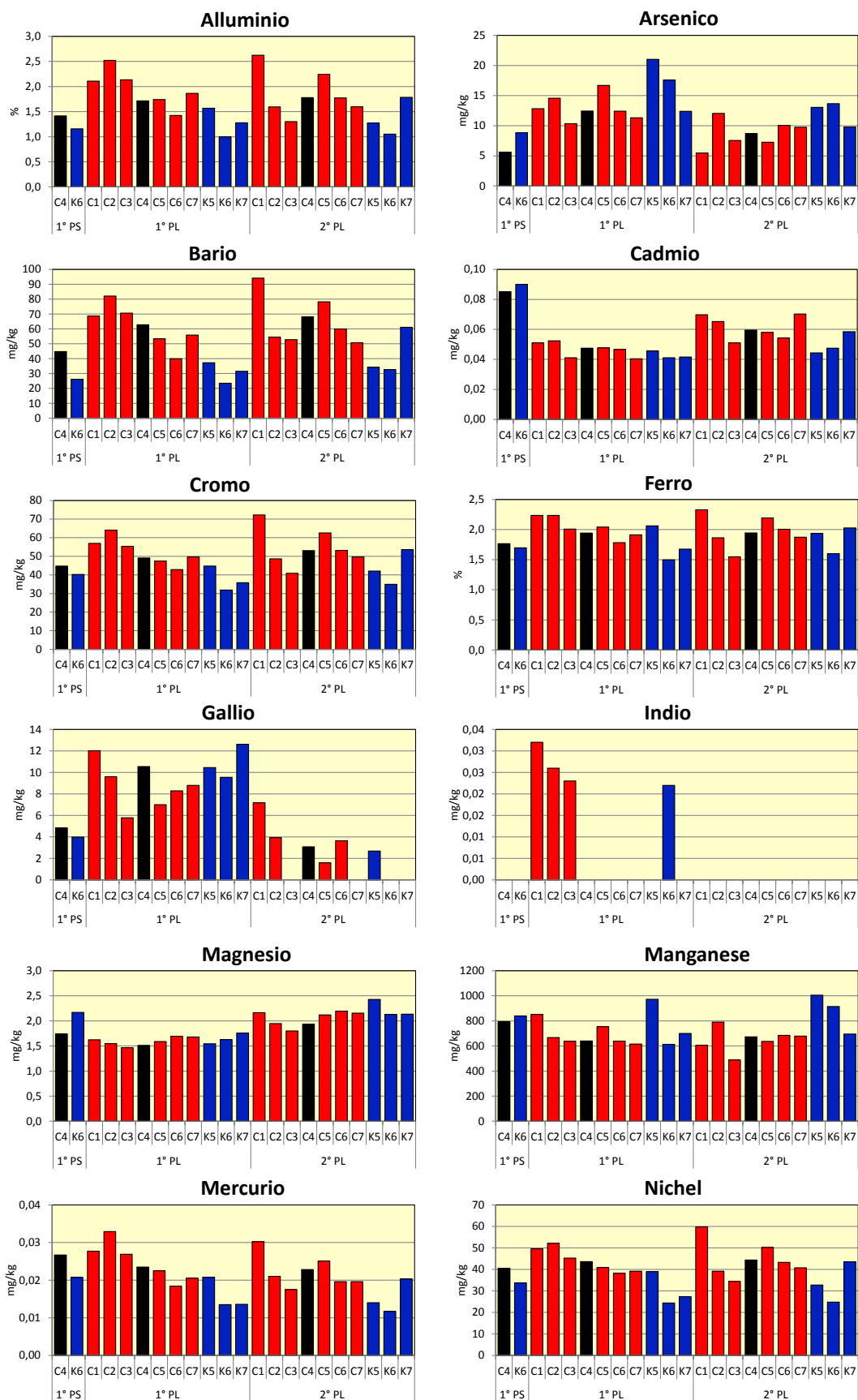


Fig. 3.6 - Concentrazioni dei metalli in tracce (mg/kg s.s.; Al e Fe espressi in %) nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei monitoraggi post lavori (PL). C4 = sito posto in corrispondenza della sea-line (in nero).

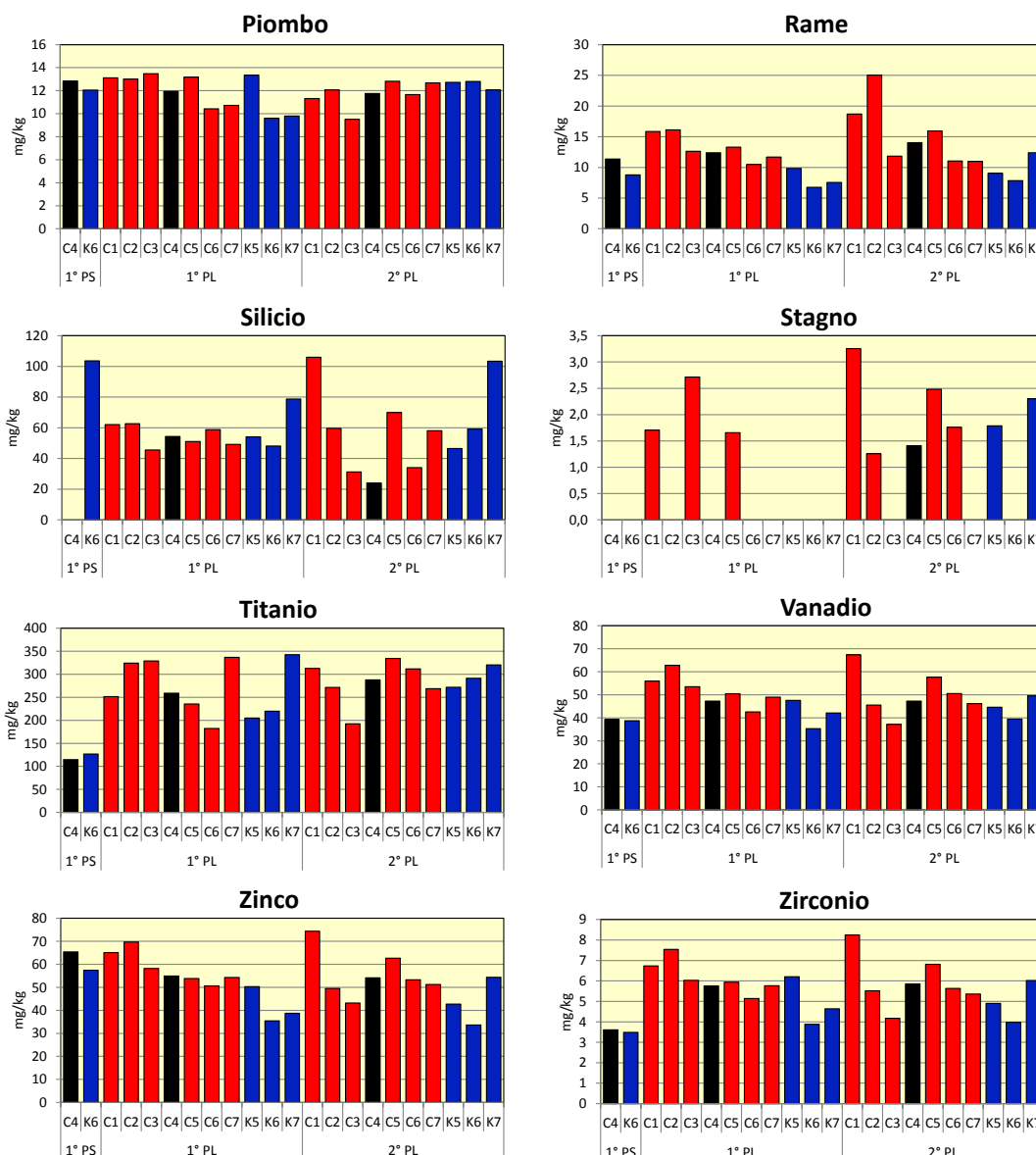


Fig. 3.6 - Continuo.

Silicio - Il silicio è sempre risultato piuttosto variabile, sin dal pre-survey quando era risultato non quantificabile nell'area della futura condotta. Nell'estate 2016 le concentrazioni sono variate tra 23,93 mg/kg (C4) e 106,02 mg/kg (C1), valore quest'ultimo del tutto in linea sia con quello di K7 (103,37 mg/kg), sia con quello rilevato in K5 nel pre-survey (103,60 mg/kg).

Stagno - Anche lo stagno è caratterizzato da un'elevata variabilità. Assente nel pre-survey, nei due monitoraggi post lavori è stato quantificato in alcune stazioni, inclusi due controlli nell'estate 2016. Le differenze tra i siti in cui è risultato rilevabile sono trascurabili.

Titanio - Il titanio, omogeneamente distribuito tra transetto e controlli in ciascun monitoraggio, ha presentato nel 1° post lavori un incremento generalizzato rispetto al pre-

survey e nell'estate 2016 le concentrazioni sono rimaste maggiori sia lungo il transetto che ai controlli. Tra i due gruppi di siti non si rilevano differenze (C: 282,81±46,37; K: 294,40±24,40 mg/kg).

Vanadio - Anche il vanadio è apparso omogeneamente distribuito sin dal pre-survey. Nell'estate 2016 le medie dei due gruppi di stazioni sono risultate perfettamente in linea (C: 50,23±9,73; K: 44,52±5,06 mg/kg). Anche per questo metallo il picco è stato rilevato in C1, corrispondente a 1,5 volte la media dei riferimenti e al massimo assoluto dell'intero periodo di indagine.

Zinco - Lo zinco è sempre stato rilevato in concentrazioni inferiori all'LCNR. Nell'estate 2016, caratterizzata anche da un picco di Zn in C1, corrispondente a 1,7 volte la media dei controlli (43,56±10,38 mg/kg), i tenori sono apparsi del tutto confrontabili o lievemente inferiori con quanto rilevato nel pre-survey.

Zirconio - Lo zirconio aveva presentato un incremento generalizzato nell'inverno 2016 e, nell'estate successiva, le concentrazioni sono rimaste maggiori rispetto al pre-survey, con un picco in C1 (8,24 mg/kg). Anche per lo zirconio è stata rilevata un'elevata omogeneità tra l'area circostante la condotta e i controlli (C: 5,94±1,28; K: 4,97±1,02 mg/kg).

3.2.1.5 Sostanza organica

Durante il pre-survey il tenore di sostanza organica era trascurabilmente maggiore in C4 rispetto a K6 (Tab. 3-VI e fig. 3.7).

A seguito della posa era avvenuto un leggero aumento con concentrazioni lungo il transetto variabili tra 18350 mg/kg (C4) e 26948 mg/kg (C2); esse erano comunque ancora modeste per testimoniare una alterazione dell'area, anche perché mediamente in linea con i controlli (C: 21992±4759; K: 15802±3862 mg/kg).

Nell'estate 2016 è avvenuto un ulteriore aumento; mediamente i tenori sono rimasti comparabili tra i due gruppi di stazioni (C: 27771±7314; K: 20167±3252 mg/kg), ma in C1 è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine corrispondente a 1,8 volte la media dei siti K.

Tab. 3-VI – Sostanza organica (mg/kg) rilevata nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei due monitoraggi post installazione (PL). C4 = sito posto in corrispondenza del sea-line.

	PS	1° PL	2° PL
C1		23843	36300
C2		26948	28100
C3		22282	23700
C4	14400	18350	26800
C5		25253	30100
C6		18386	25100
C7		18885	24300
K5		20186	21300
K6	13100	14322	16500
K7		12900	22700

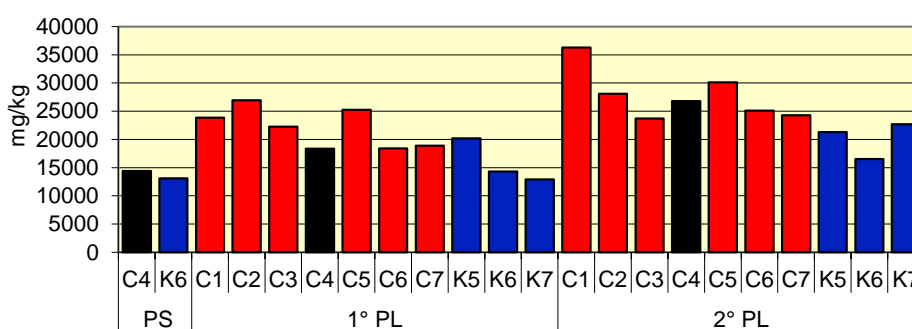


Fig. 3.7 – Sostanza organica (mg/kg) rilevata nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei due monitoraggi post lavori (PL). In nero il sito posto sulla condotta.

3.2.1.6 Total Organic Carbon (TOC)

Prima della posa in opera del sea-line il TOC non era stato rilevato, mentre nel 1° post lavori lungo il transetto le concentrazioni erano risultate tutte inferiori a K6 (2600 mg/kg) dove si registrava il massimo stagionale (Tab. 3-VII e fig. 3.8). Il minimo era invece stato registrato in K7.

Nell'estate 2016 è avvenuto un aumento diffuso. I valori raggiunti lungo il transetto sono comunque risultati in linea con i controlli.

Tab. 3-VII – Total Organic Carbon (mg/kg) rilevato nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei due monitoraggi post lavori (PL). In rosso il sito posto sul sea-line. LQ = limite di quantificazione.

	PS	1° PL	2° PL
C1		1500	4310
C2		1400	3280
C3		870	2310
C4	<LQ	1500	3070
C5		1700	1650
C6		1500	4470
C7		1500	3690
K5		1400	3020
K6	<LQ	2600	5050
K7		350	5500

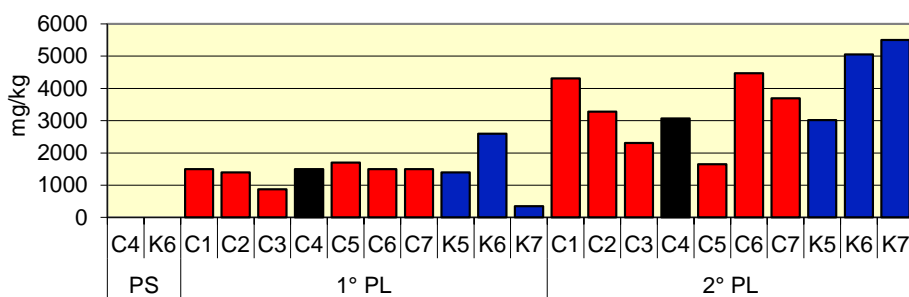


Fig. 3.8 – Total Organic Carbon (mg/kg) rilevato nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei due monitoraggi post lavori (PL). C4 = sito posto in corrispondenza del sea-line.

3.2.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

3.2.2.1 *Dunaliella tertiolecta*

QA-QC - I due test eseguiti nell'estate 2016 come controllo positivo con $K_2Cr_2O_7$ (10,38 mg/l come cromo) sono rientrati nei limiti della carta di controllo del laboratorio (LC=9,58 e UC=10,69 mg/l); i coefficienti di variazione tra le repliche nei campioni non diluiti, alla massima concentrazione, sono risultati conformi perché in tutti i casi inferiori al 15%. La crescita algale nei controlli è sempre stata superiore rispetto al limite minimo consentito (fattore ≥ 16)

Risultati del saggio - I risultati del saggio eseguito con gli elutriati estratti dai sedimenti prelevati nel 2° post lavori sono riportati in Tab. 3-VIII, insieme ai principali parametri del test. In tutti gli elutriati non è avvenuta alcuna inibizione algale rispetto al controllo negativo indicando l'assenza di tossicità.

Tab 3-VIII – Parametri rilevati negli elutriati utilizzati nel saggio di tossicità con *D. tertiolecta* estratti dai sedimenti relativi al 2° survey post lavori. In rosso è indicato il sito in corrispondenza del sea-line. Valori negativi della percentuale di effetto indicano effetto stimolante.

campione	Salinità (‰)	pH	ΔG (%) 72 h	EC20	EC50	Tossicità
C2	34	7,99	6.11%	≥ 90	>100%	Assente
C4	35	8,00	5.18%	≥ 90	>100%	Assente
C6	34	8,00	8.53%	≥ 90	>100%	Assente
K6	34	8,08	-1.38%	≥ 90	>100%	Assente

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

Tab. 3-IX - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *D. tertiolecta* ottenuti nel corso dei tre monitoraggi sinora condotti. In rosso è indicato il sito posto sulla condotta.

campione	PS	1° PL	2° PL
C2	-	Assente	Assente
C4	Assente	Assente	Assente
C6	-	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Assente

3.2.2.2 *Vibrio fischeri* (sistema Microtox®)

QA-QC – Nell'estate 2016 il test è stato effettuato con il lotto batterico n. 14°4003 (scadenza 01/16). Il valore della EC50 (15') = 5,37 mg/l (LC=4,21 e UC=6,84) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio.

Risultati del saggio – Negli elutriati estratti dai sedimenti campionati nell'estate 2016 non è stata rilevata alcuna inibizione della bioluminescenza (Tab. 3-X).

Tab. 3-X - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* relativo al 2° survey post lavori. In rosso è indicato il sito in corrispondenza del sea-line.

campione	Salinità (‰)	pH	% Effetto (15')	%Effetto (30')	EC20 (15/30')	EC50 (15/30')	Tossicità
C2	34	7,99	-14,31	-12,79	>90	>90	Assente
C4	35	8,00	-14,20	-12,24	>90	>90	Assente
C6	34	8,00	12,98	-9,99	>90	>90	Assente
K6	34	8,08	-11,71	-10,11	>90	>90	Assente

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

Tab. 3-XI - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *V. fischeri* ottenuti nel corso dei tre monitoraggi sinora condotti. In rosso è indicato il sito posto sulla condotta.

campione	PS	1° PL	2° PL
C2	-	Assente	Assente
C4	Assente	Assente	Assente
C6	-	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Assente

3.2.2.3 *Corophium orientale*

QA-QC - La sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento ($CdCl_2$) $LC_{50} = 2,75$ ($LC = 2,45$ mg/l e $UC = 3,08$ 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-XII sono indicati i principali parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante dei sedimenti testati misurati all'inizio e alla fine del saggio biologico.

Tab. 3-XII - Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante i sedimenti testati osservati all'inizio e alla fine del test effettuato nell'estate 2016. In rosso il sito in corrispondenza del sea-line.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	15±1	38	8,10	0,5	>85	15±1	36	8,09	0,5-1	>85
C2		38	8,05	0			38	8,06	0	
C4		38	8,06	0,5			38	8,06	1	
C6		38	8,06	0,5			38	8,04	0,5	
K6		38	8,05	0			38	8,00	0	

Risultati del test - Le percentuali di mortalità degli organismi osservate dopo 10 gg nei sedimenti testati dimostrano l'assenza di tossicità acuta in C4 e C6 e la presenza di una tossicità bassa nelle altre due stazioni (Tab. 3-XIII).

Tab. 3-XIII - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. orientale* nei campioni prelevati nel 2° survey post lavori. In rosso il sito in corrispondenza del sea-line.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (\pm incertezza)	% (corretta) degli organismi morti	Tossicità
Controllo	100	1 \pm 3,18	0	-
C2	100	22 \pm 3,67	21	Bassa
C4	100	11 \pm 6,09	10	Assente
C6	100	14 \pm 3,67	13	Assente
K6	100	23 \pm 6,09	22	Bassa

Confronto con i survey precedenti - Si rileva un lieve peggioramento delle proprietà ecotossicologiche nei sedimenti prelevati da C2 e dal controllo K6 (Tab. 3-XIV).

Tab. 3-XIV - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *C. orientale* ottenuti nel corso dei tre monitoraggi sinora condotti. In rosso è indicato il sito posto sulla condotta.

campione	PS	1° PL	2° PL
C2	-	Assente	Bassa
C4	Assente	Assente	Assente
C6	-	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Bassa

3.2.2.4 *Crassostrea gigas*

QA-QC – Il test eseguito nell'estate 2016 con la sostanza di riferimento ha fornito una EC₅₀ di 11,07 μ g/l di Cu (LC=10,36 e UC=11,83), che rientra nei limiti della carta di controllo intra-laboratorio. La percentuale media di larve D-shape normalmente sviluppate nel campione di controllo è risultata conforme in quanto superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio – In tutti i sedimenti campionati nell'estate 2016 non è stata rilevata alcuna tossicità (Tab. 3-XV).

Confronto con i survey precedenti - Nell'estate 2016 è avvenuto un miglioramento nei tre siti in cui, nel survey precedente, era stata rilevata una tossicità bassa, con il ripristino delle condizioni ottimali ovunque per lo sviluppo larvale di *C. gigas* (Tab. 3-XVI).

Tab. 3-XV - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nel 2° survey post lavori. In rosso il sito posizionato in corrispondenza del sea-line.

Campione	Concentrazione	% media di larve normali \pm dev.st	% media di larve malformate	Correzione Abbott larve malformate	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Tossicità
Controllo		83 \pm 1,00	17	0			
C2	100	72 \pm 1,53	28	16	>90	>100	Assente
	50	77 \pm 1,73	23	11			
	25	82 \pm 1,53	18	5			
C4	100	72 \pm 1,53	28	17	>90	>100	Assente
	50	77 \pm 1,15	23	10			
	25	83 \pm 1,53	17	4			
C6	100	70 \pm 1,53	30	19	>90	>100	Assente
	50	77 \pm 1,15	23	11			
	25	82 \pm 2,08	18	5			
K6	100	67 \pm 1,53	33	23	>90	>100	Assente
	50	74 \pm 2,00	26	14			
	25	82 \pm 1,15	18	5			

Tab. 3-XVI - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* ottenuti nel corso dei tre monitoraggi sinora condotti. In rosso è indicato il sito posto sulla condotta.

campione	PS	1° PL	2° PL
C2	-	Bassa	Assente
C4	Assente	Bassa	Assente
C6	-	Assente	Assente
K6	Assente	Bassa	Assente

3.2.2.5 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 2° survey post lavori sono riportati in Tab. 3-XVII, mentre in Tab. 3-XVIII sono indicate le mortalità degli organismi osservate nel test di bioaccumulo. Le percentuali di mortalità rilevate in C2 e K6 sono risultate superiori rispetto a quella del controllo; altrove sono apparse inferiori.

Tab. 3-XVII – Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante i sedimenti testati osservati all'inizio e alla fine del test effettuato nell'estate 2016. In rosso la stazione in corrispondenza del sea-line.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	15 \pm 1	38	8,00	0,5	>85	15 \pm 1	34	8,17	1	>85
C2		38	8,10	0,5			38	8,13	0,5	
C4		38	8,07	0,5			38	8,14	1	
C6		38	8,12	0			37	8,11	0,5	
K6		38	8,12	0			38	8,14	0	

Tab. 3-XVIII - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nel 2° survey post lavori. In rosso la stazione in corrispondenza del sea-line.

Campione	N. organismi esposti	% organismi morti (\pm dev.st %)
controllo	21	14 \pm 0,00
C2	21	38 \pm 8,25
C4	21	5 \pm 8,22
C6	21	3 \pm 8,25
K6	21	38 \pm 8,25

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

Tab. 3-XIX - Concentrazioni (mg/kg; Al in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel 2° post lavori. Bianco = organismi analizzati al tempo 0, prima dell'esposizione al sedimento da testare. Controllo = organismi esposti per 28 gg al sedimento di controllo. n.r.= non rilevabile. In rosso è indicato il sito in corrispondenza del sea-line.

Campione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
bianco	n.r.	2,20	1,20	0,121	n.r.	18,79	392,24	2,24	n.r.	0,30	70,82	n.r.	127,62	0,134
controllo	n.r.	1,70	n.r.	0,125	n.r.	19,20	374,80	3,77	n.r.	0,43	104,15	n.r.	103,40	0,077
C2	n.r.	1,54	5,62	0,149	n.r.	17,23	390,02	3,69	n.r.	0,37	160,33	n.r.	119,62	0,156
C4	n.r.	1,53	n.r.	0,108	n.r.	13,68	290,58	3,24	n.r.	0,30	103,69	n.r.	91,25	0,102
C6	n.r.	0,95	n.r.	0,141	n.r.	17,83	489,39	3,92	n.r.	0,44	235,47	n.r.	132,73	0,108
K6	n.r.	1,45	1,33	0,116	n.r.	16,58	339,58	4,62	n.r.	0,41	123,51	n.r.	91,01	0,149

Tab. 3-XX - Differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti (mg/kg) rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti testati e il bianco (0') nel 2° post lavori. In grassetto le concentrazioni che indicano il bioaccumulo del metallo. In rosso il sito in corrispondenza del sea-line. n.c. = non calcolabile.

Campione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
controllo	n.c.	-0,50	n.c.	0,004	n.c.	0,41	-17,44	1,53	n.c.	0,13	33,33	n.c.	-24,22	-0,057
C2	n.c.	-0,66	4,42	0,028	n.c.	-1,56	-2,22	1,45	n.c.	0,07	89,51	n.c.	-8,00	0,022
C4	n.c.	-0,67	n.c.	-0,013	n.c.	-5,11	-101,66	1,00	n.c.	0,00	32,87	n.c.	-36,37	-0,032
C6	n.c.	-1,25	n.c.	0,020	n.c.	-0,96	97,15	1,68	n.c.	0,14	164,65	n.c.	5,11	-0,026
K6	n.c.	-0,75	0,13	-0,005	n.c.	-2,21	-52,66	2,38	n.c.	0,11	52,69	n.c.	-36,61	0,015

Al, As, Cr, Cu, In, V, Zn e Hg sono risultati non rilevabili negli organismi test o presenti in concentrazioni inferiori o comparabili a quelle del bianco. **Ba e Cd** sono stati bioaccumulati solo in C2 e **Fe** solo in C6. E' stato invece rilevato un bioaccumulo diffuso di **Ni, Si e Pb**, quest'ultimo assente solo in C4.

Confronto con i survey precedenti - I risultati del test di bioaccumulo eseguito nell'estate 2016 dimostrano alcuni cambiamenti della biodisponibilità di metalli pesanti nell'area del

sea-line rispetto all'inverno 2016 (Tab. 3-XXI e fig. 3.9). Un peggioramento ha riguardato il bario e il cadmio in C2, il ferro in C6, silicio e piombo (quest'ultimo eccetto in C4) ovunque, controllo K6 incluso. E' stato invece rilevato un miglioramento in corrispondenza della condotta per quanto riguarda Cd e Hg.

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

Campione	Al			As			Ba			Cd		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	0,10	0,70	-0,50	n.c.	n.c.	n.c.	0,040	0,030	0,004
C2		n.c.	n.c.		-0,72	-0,66		n.c.	n.c.	4,42	-0,120	0,028
C4	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	0,48	-0,67	n.c.	n.c.	n.c.	-0,060	0,040	-0,013
C6		n.c.	n.c.		0,24	-1,25		n.c.	n.c.		0,010	0,020
K6	n.c.	n.c.	n.c.	0,00	0,62	-0,75	n.c.	n.c.	0,13	-0,050	0,020	-0,005

Campione	Cr			Cu			Fe			Ni		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	-5,98	-1,67	0,41	n.c.	-155,35	-17,44	-407,400	-0,03	1,53
C2		n.c.	n.c.		-4,79	-1,56		-288,94	-2,22		0,66	1,45
C4	n.c.	n.c.	n.c.	-7,21	-6,38	-5,11	n.c.	-309,36	-101,66	-504,930	2,04	1,00
C6		n.c.	n.c.		-4,95	-0,96		-249,51	97,15		1,50	1,68
K6	n.c.	n.c.	n.c.	-5,55	-5,47	-2,21	n.c.	-265,98	-52,66	-560,730	2,49	2,38

Campione	In			Pb			Si			V		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,13	0,13	-436,22	-414,45	33,33	n.c.	n.c.	n.c.
C2		n.c.	n.c.		-0,09	0,07		-363,7	89,51		n.c.	n.c.
C4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,06	0,00	-447,23	-407,47	32,87	n.c.	n.c.	n.c.
C6		n.c.	n.c.		0,04	0,14		-397,4	164,65		n.c.	n.c.
K6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,19	0,11	-388,10	-398,22	52,69	n.c.	n.c.	n.c.

Campione	Zn			Hg		
	PS	1° PL	2° PL	PS	1° PL	2° PL
Controllo	10,97	35,31	-24,22	0,088	0,017	-0,057
C2		0,32	-8,00		-0,007	0,022
C4	-17,8	6,03	-36,37	0,049	0,018	-0,032
C6		12,03	5,11		-0,010	-0,026
K6	-31,55	8,31	-36,61	0,054	0,004	0,015

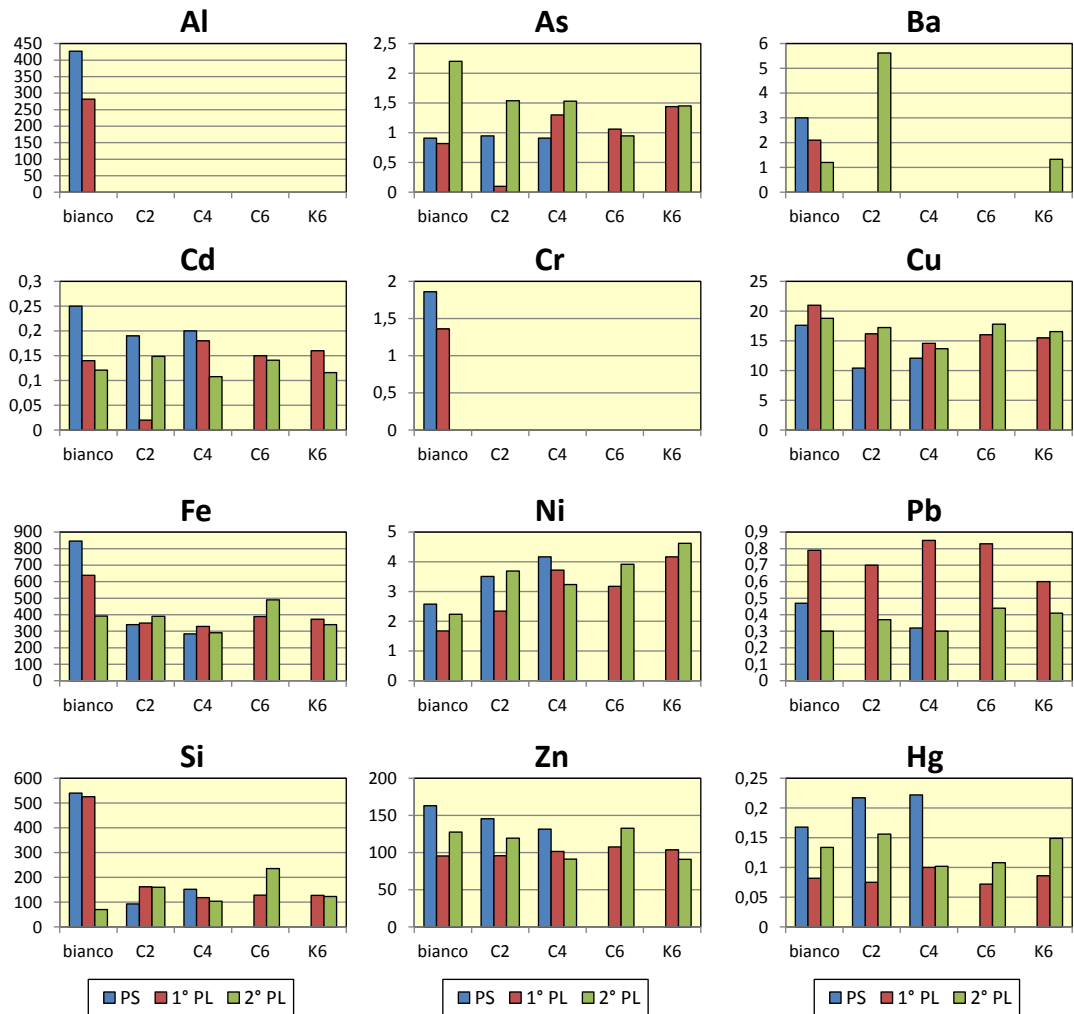


Fig. 3.9 - Concentrazioni dei metalli pesanti rilevate negli organismi di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti da testare e al bianco nei tre survey condotti finora. Non sono riportati In e V in quanto inferiori al limite di rilevabilità strumentale ovunque in tutti i monitoraggi.

3.2.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

3.2.3.1 Densità (N) e Biomassa (P)

Nel 2° survey post lavori la Densità registrata lungo il transetto C è risultata compresa tra $33,33 \pm 6,39$ (C5) e $84,00 \pm 20,60$ ind/0,095 m² (C3) e confrontabile ovunque a causa degli elevati errori standard ad eccezione del sito C5, dove è stato rilevato il minimo assoluto paragonabile unicamente a C6 (fig. 3.10). Ad esclusione di C5, tutti i valori riscontrati sono rientrati nel range ottenuto ai controlli ($45,00 \pm 3,51 \leq N \leq 69,00 \pm 3,06$ ind/0,095 m²).

Rispetto al survey precedente sono avvenuti degli aumenti contenuti nelle stazioni C3, C7, K5 e K6. In corrispondenza della condotta sottomarina ($54,67 \pm 6,77$ ind/0,095 m²) la densità è rimasta notevolmente inferiore rispetto al pre-survey ($115,67 \pm 11,33$ ind/0,095 m²) e simile a quella del 1° survey post lavori ($50,67 \pm 12,35$ ind/0,095 m²). In K6, invece, in cui prima della posa della condotta l'indice era risultato notevolmente inferiore a C4, ha presentato un incremento nei monitoraggi successivi.

Analogamente a tutti i survey precedenti (Tabb. 3-XXII - 3-XXIV) i policheti Paraonidae nd sono risultati il taxon più abbondante in tutte le stazioni, seguiti da *Paradiopatra calliopae* e/o *Ophelina cylindricaudata*, tranne in C1 in cui *P. calliopae* ha presentato un numero di individui superiore a quello dei paraonidi.

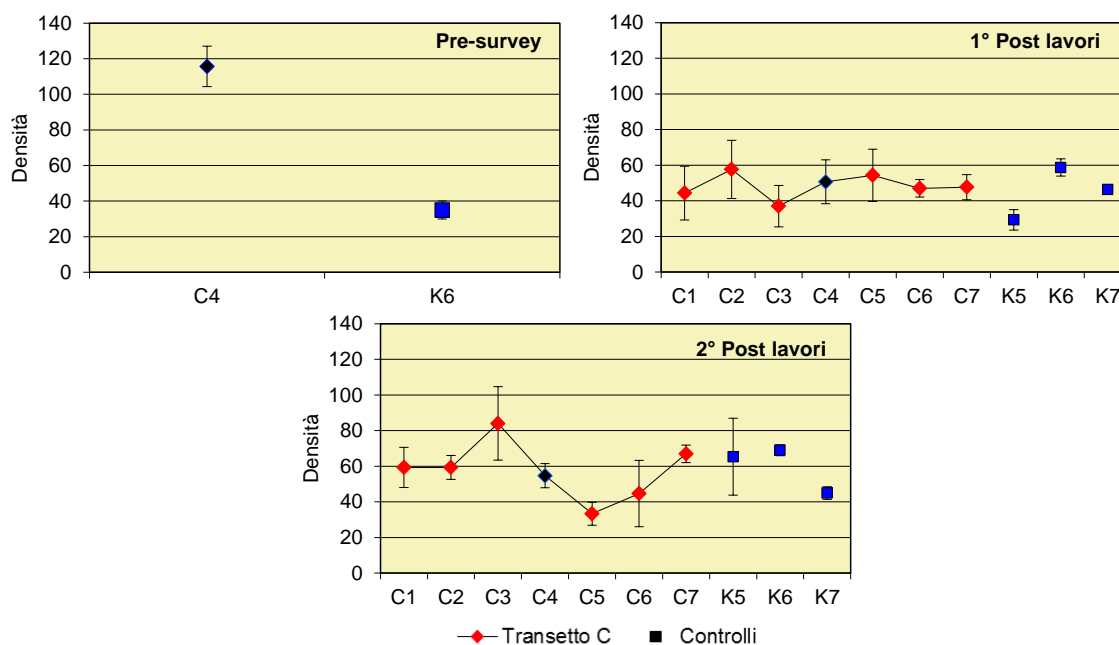


Fig. 3.10 – Densità (\pm e.s.) registrate nei tre survey condotti sinora. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina.

Tab. 3-XXII – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) 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'influsso 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	C4	K6
Distanza dal futuro sea-line (m)			0	2000
Crostacei				
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,33	
	Aoridae nd	-		0,33
Decapodi	<i>Hippomedon bidentatus</i>	VTC	1,33	
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,33	1,33
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33	0,33
	<i>Processa</i> sp	-	0,67	0,33
Echinodermi				
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		0,33
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC	0,33	
Molluschi				
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim toll	0,67	0,33
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	2,00	
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	1,67	0,33
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim	0,33	
	<i>Saccula commutata</i>	Mixt	1,00	
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim	1,00	
Caudofoveata	<i>Falcidens guttuosus</i>	Lim	3,00	
Gasteropodi	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	0,33	0,33
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	0,33	
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,33	
Nemertini				
	Nemertea nd	-	0,67	
Policheti				
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC		0,33
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB		0,67
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	2,33	0,33
	<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	0,33	
	Capitellidae nd	-		0,67
	Chaetopteridae nd	-		0,33
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33
	<i>Chirimia biceps</i>	MO	0,33	
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,67	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,67	0,33
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	4,00	0,67
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	1,67	
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	0,67	0,33
	<i>Ninoe</i> sp	-	3,00	0,33
	<i>Notomastus aberans</i>	MO		1,33
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	7,33	6,33
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab		0,33
	Orbiniidae nd	-		0,33
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	19,00	2,33
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,67	
	Paraonidae nd	-	53,33	11,33
	Pilargidae nd	-		1,33
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab	0,33	
	<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt		0,33
	<i>Prionospio</i> sp	-	0,33	
	<i>Scoletoma</i> sp	-		0,33
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		1,00
	Spionidae nd	-	0,33	
	<i>Syllis</i> sp	-	0,33	
	Terebellidae nd	-	0,33	
Sipunculidi				
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	0,33	0,33
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	2,00	
	<i>Sipuncula</i> nd	-	1,67	1,67
Densità totale			115,67	35,00
Ricchezza specifica totale			39	30

Tab. 3-XXIII – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) 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-XXII.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Briozoi												
	Briozoa nd										0,33	0,33
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi										0,33
Cnidari												
Antozoi	Actiniaria nd							0,33				
	<i>Virgularia mirabilis</i>	VTC										0,33
Idrozoi	Hydroidea nd								0,33			0,33
Crostacei												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE		0,33							0,33	
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	0,33									
	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>	VTC				0,33						
	<i>Gammaropsis</i> sp					0,33						
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC			0,33	0,33						
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB								0,33		
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt		0,33	0,33			0,33				0,33
	<i>Rhachotropis</i> sp			0,33								
Cumacei	Cumacea nd		0,33			0,33						
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt						0,33				
	<i>Leucon siphonatus</i>	Lim							0,33			0,33
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC		0,67			0,67	0,33			0,33	
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim										0,33
	<i>Callianassa subterranea</i>	Lim	0,33	1,33	1,00	0,33	0,33	0,67	1,67	0,67	1,00	3,00
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,67	0,67		0,67	0,33	0,67	1,00		0,33	0,33
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC						0,33				
	Paguridae nd										0,33	
	<i>Processa</i> sp										0,33	
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB									0,33	
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL									0,67	1,33
Isopodi	Bopyridae nd											0,67
	<i>Eurydice</i> sp								0,33			
	<i>Gnathia</i> sp			0,33			0,33				0,33	
Misidiacei	Misidiacea nd										0,67	
Tanaidacei	<i>Apeudes spinosus</i>	HP	0,33									
	<i>Leptognathia</i> sp		0,33									
Echinodermi												
Echinodermi	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		0,33	0,33					0,33		
Oloturoidei	Holothurioidea nd			0,33	0,67	0,33			0,33	0,33		0,33
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC		0,33								
	<i>Trachythone elongata</i>	VTC							0,33			
Molluschi												
Bivalvi	<i>Anomia ephippium</i>	Lre									0,33	
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt	0,33									
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim		0,33			0,33				0,33	
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim	0,33	0,33	0,33							
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt										0,33
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab								0,33		
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt	0,33				0,33	0,33				
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim		0,33	0,33							
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre						0,33	0,33		0,33	0,33
Caudofoveati	<i>Falcidens guttuosus</i>	Lim	1,67	1,00	1,33	0,33	1,00		0,67	0,33		
Gasteropodi	<i>Hyala vitrea</i>	VTC			0,67	0,67	1,00	0,33				
	<i>Symola fasciata</i>	HP								0,33		
	<i>Turritella communis</i>	VTC						0,67			0,33	
Nemertini												
	Nemertea nd		0,33	0,67	0,33	1,33	0,33		0,33		0,33	
Platelminti												
	Platelminta nd						0,33					
Policheti												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33						0,67	0,33		0,33
	Ampharetidae nd		0,33	0,33			0,33		0,33	0,67	5,67	2,67
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim						0,33				
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33				0,67	0,33				
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	2,33	2,00	2,33	3,67	3,33	1,33	0,33	0,33	3,33	3,33
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67		0,67	0,33			0,67		0,67	
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,33								0,33	0,33

Tab. 3-XXIII – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Policheti											
<i>Capitella capitata</i>	MO							0,67			
Capitellidae nd		0,33			0,67	0,33	0,67	1,00	1,00		0,33
Chaetopteridae nd				0,33		0,33				0,33	
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33				0,67				
<i>Chirimia biceps</i>	MO							0,33			
Cirratulidae nd			0,67			0,33					
<i>Glycera alba</i>	Lim	0,33									
<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33					0,67			1,00	0,67
<i>Glycera</i> sp		0,33	0,67	0,33	0,67	1,67	0,33	1,33	0,67	2,00	1,00
<i>Glycera tessellata</i>	Sd	0,33			0,33				0,67	0,33	1,00
<i>Goniada maculata</i>	VTC					0,33					
<i>Harmothoe</i> sp											0,33
<i>Inermonephthys inermis</i>	Mixt								0,33		
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC	0,33				0,33		0,33			
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab						0,33	0,33		0,33	
Maldanidae nd		0,33									
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,67	2,67	1,00	1,67	0,67	1,33		1,33	0,33	1,00
<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33		0,67			0,33	0,33		0,33	
<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	Sab toll		0,33								
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	0,67			0,33						
<i>Nephtys hystrix</i>	VTC			0,33	0,67	0,67	0,33	1,67		1,33	0,67
Nereididae nd					0,33						
<i>Ninoe</i> sp		0,67	0,33	0,33	0,67	1,00	0,33	0,33			
<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,00		0,33	0,67	1,00	1,00	2,33	2,67	0,33	1,33
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	8,00	6,67	4,67	5,33	7,00	12,00	8,67	4,00	6,00	5,00
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab								0,33	0,33	0,33
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC				0,33						
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	3,33	3,67	1,33	3,33	2,33	1,33	2,33	1,33	4,33	0,67
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,67	1,00	2,00	3,67	1,00
Paraonidae nd		11,67	25,33	16,33	19,33	19,67	15,00	13,33	8,67	13,67	14,33
<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC									0,33	
Phyllodocidae nd						0,33					
Pilargidae nd			0,33		0,33	0,33		0,67		1,33	0,33
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab		0,67					0,33	0,33		
<i>Prionospio</i> sp		1,00				0,33	0,67	0,33		0,33	
Sabellidae nd										1,00	0,33
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim		0,33		0,33	0,33					
<i>Scoletoma</i> sp		0,33		0,33	1,00	0,33	0,33	0,33		0,33	
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		0,67	0,33	1,67	1,33	1,67	1,00	1,00		0,33
Sphaerodoridae nd						0,33					0,33
Spionidae nd				0,33	1,33	1,00		0,33	0,33	1,00	1,67
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC				0,33						
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC		0,33								
<i>Syllis parapari</i>	SFBC - Mixt									0,33	
<i>Syllis</i> sp								0,33			
Terebellidae nd						0,33					
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,33					0,33			0,33	
<i>Trachytrypae jeffreysii</i>	VTC					0,33					
Sipunculidi											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO					0,67				0,33	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,33	1,33			1,33	0,67	0,33			
<i>Phascalion strombus</i>	Lre									0,33	
<i>Sipuncula</i> nd		1,00	1,33	0,67	0,33	1,33	0,67	2,33	0,67	1,67	0,67
Densità totale		44,33	57,67	37,00	50,67	54,33	47,00	47,67	29,33	58,67	46,33
Ricchezza specifica totale		38	34	27	33	40	34	37	25	46	36

Tab. 3-XXIV – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 2° 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-XXII.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Briozoi	Briozoa nd										0,33	
Cnidari												
Idrozoi	Hydroidea nd			0,33						0,33	0,33	0,67
Crostacei												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,33		0,33		0,33		0,33	0,67	0,33	
	<i>Corophium</i> sp					0,33	0,33					
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB		0,33							0,33	
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC				0,67						0,67
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC									0,33	
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	MO						0,33				0,33
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC		0,33			0,33					
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC, VB										1,00
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt		0,67	0,33	0,33		0,67			0,33	0,67
	<i>Phtisica marina</i>	Lre										0,33
Copepodi	Copepoda nd											0,33
Cumacei	Cumacea nd				0,33							0,33
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt			0,33					0,33		0,67
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC								0,33	0,33	
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim		0,33	1,67	0,33	0,33	0,33	1,33	0,67	2,67	1,33
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC				0,33	0,33		0,33			
	<i>Processa</i> sp		0,33									0,33
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL		0,33								0,33
Tanaidacei	<i>Leptognathia</i> sp			0,33							0,67	
Echinodermi												
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB					0,33			0,33	0,33	
Oloturoidei	Holothuroidea nd		1,33	0,33	0,67	1,33		0,67		0,67		
Molluschi												
Bivalvi	<i>Abra nitida</i>	VTC excl								0,33		
	<i>Abra prismatica</i>	DC excl			0,67							
	<i>Loripes lacteus</i>	Sab		0,33								
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim			1,00				0,33			
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim			0,33					0,33		
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC										0,67
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim				0,33						
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim									0,33	
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre		0,33							0,33	
Caudofoveati	<i>Falcidens guttuerosus</i>	Lim	2,00	1,33	1,33		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67
Gasteropodi	<i>Hyala vitrea</i>	VTC		0,67	1,00				0,33	0,33	0,33	
	<i>Turritella communis</i>	VTC					0,33		0,67		0,33	
Nemertini												
Nemertini	Nemertea nd		1,00		1,67	0,67	1,00				0,67	0,67
Pantopodi												
Picnogonidi	Pycnogonida nd								0,33			
Policheti												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33		0,67	0,33	0,33			0,67	1,00	0,33
	Ampharetidae nd		0,33		2,00			0,33		1,00	0,67	0,33
	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	VB			0,33		1,00	0,67	0,33			
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	2,00	4,00	3,33	2,00	1,00	1,33	2,67	2,33	5,33	3,00
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO			0,67			0,33	0,33		0,67	0,33
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim										0,33
	Capitellidae nd			0,33	3,00	0,67		0,33	0,67		2,00	0,67
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim								0,33		
	Cirratulidae nd			0,67		0,67		0,67		0,33	0,67	0,67

Tab. 3-XXIV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Policheti											
<i>Ditrupa arietina</i>	MI							0,33			
<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C									0,33	
<i>Drilonereis filum</i>	Lim				0,33			0,33	0,33	0,33	
<i>Glycera alba</i>	Lim			0,33							
<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33	0,33	0,67		0,33	0,67	0,33		0,67	0,33
<i>Glycera sp</i>		0,33	0,67	2,33	1,00	1,33	1,00	2,00	1,00	3,67	0,67
<i>Glycera tessellata</i>	Sd							0,33	1,67	1,00	
<i>Glycera tridactyla</i>	SFBC							0,33			
<i>Harmothoe sp</i>			0,33					0,33			
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd			0,33					0,33		
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC		0,33					0,33			
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab							0,33	1,33		0,67
<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab									0,33	
Maldanidae nd				0,67				0,33	0,33		0,33
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,33	2,33	0,67	1,67	0,67	1,33	1,00	1,00	0,67	1,00
<i>Melinna palmata</i>	Minut		0,33	0,33	1,00	0,33		0,33	0,67	0,33	
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO		0,67		0,33				0,33	0,33	
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC		0,67						0,67		0,33
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC		0,67		0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	1,00
Nereididae nd		0,33	0,33					0,33		0,33	
<i>Ninoe sp</i>		0,67	0,67	0,33	1,00	0,33		0,33			
<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,33	0,33	1,67	0,33		1,00	1,67	1,00	3,67	1,00
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	7,33	5,33	6,00	3,67	2,00	11,33	18,00	8,33	9,67	4,33
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,33	0,33					0,67		0,33	
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC							0,33			
<i>Panthalis oerstedii</i>	VB			0,33							
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	21,67	3,00	6,67	4,33	1,00	4,67	3,33	4,33	5,33	2,00
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,33	0,67	2,33	0,33		2,33	1,33	1,33	3,33	0,33
Paraonidae nd		16,00	26,00	32,67	26,67	18,33	11,67	22,67	22,00	14,67	12,00
Phyllodocidae nd						0,33					
<i>Phylo norvegica</i>	Lim				0,33						
Pilargidae nd			0,33	0,67	0,33				2,00	0,67	0,67
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab			0,67	0,67						
<i>Pista cristata</i>	Lim								0,67		
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC								0,33		
<i>Prionospio sp</i>		1,00			1,00	0,33		0,33	0,33	0,33	0,67
Sabellidae nd				0,33	0,33				0,67	0,67	0,33
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt										0,33
<i>Scoletoma sp</i>		0,67	1,00	0,33	0,67					0,33	0,33
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	0,33	0,33	0,67	0,33	0,33	1,33	1,00	2,00		
<i>Serpula vermicularis</i>	AP	0,33	0,33			0,33					
Serpulidae nd			0,33								
Sphaerodoridae nd							0,33				
Spionidae nd			1,00	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC				0,33				0,33		
<i>Syllis parapar</i>	SFBC - Mixt			0,33							
<i>Syllis sp</i>				0,33							
Terebellidae nd									0,67	0,33	0,33
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,33								0,67	0,33
Sipunculidi											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO			0,33		0,33	0,33			0,33	0,67
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB		2,00	1,33		0,33		0,33	1,33	0,33	0,67
<i>Phascolion strombus</i>	Lre			0,67							
<i>Sipuncula nd</i>			0,33	2,67	1,33	0,33	0,33	2,33	1,33	1,33	2,33
Densità totale		59,33	59,33	84,00	54,67	33,33	44,67	67,00	65,33	69,00	45,00
Ricchezza specifica totale		24	40	44	34	29	30	35	44	48	43

In termini di Biomassa (fig. 3.11 e Tabb. 3-XXV - 3-XXVII), analogamente al 1° survey post lavori anche nell'ultimo monitoraggio sono stati rinvenuti dei picchi caratterizzati da errori standard molto elevati. I valori lungo il transetto sono risultati compresi tra un minimo di $0,05 \pm 0,00$ (C1) e un massimo di $1,98 \pm 1,60$ gr/0,195 m² (C3). Tutte le stazioni eccetto C1 sono rientrate nel range ottenuto ai controlli, dove P è oscillata tra $0,34 \pm 0,24$ (K7) e $1,79 \pm 1,22$ gr/0,195 m² (K6). I picchi rilevati in C4 e K6 sono stati determinati dal

rinvenimento in una replica rispettivamente di esemplari del mollusco bivalve *Nucula sulcata* e del riccio di mare *Brissopsis atlantica mediterranea*.

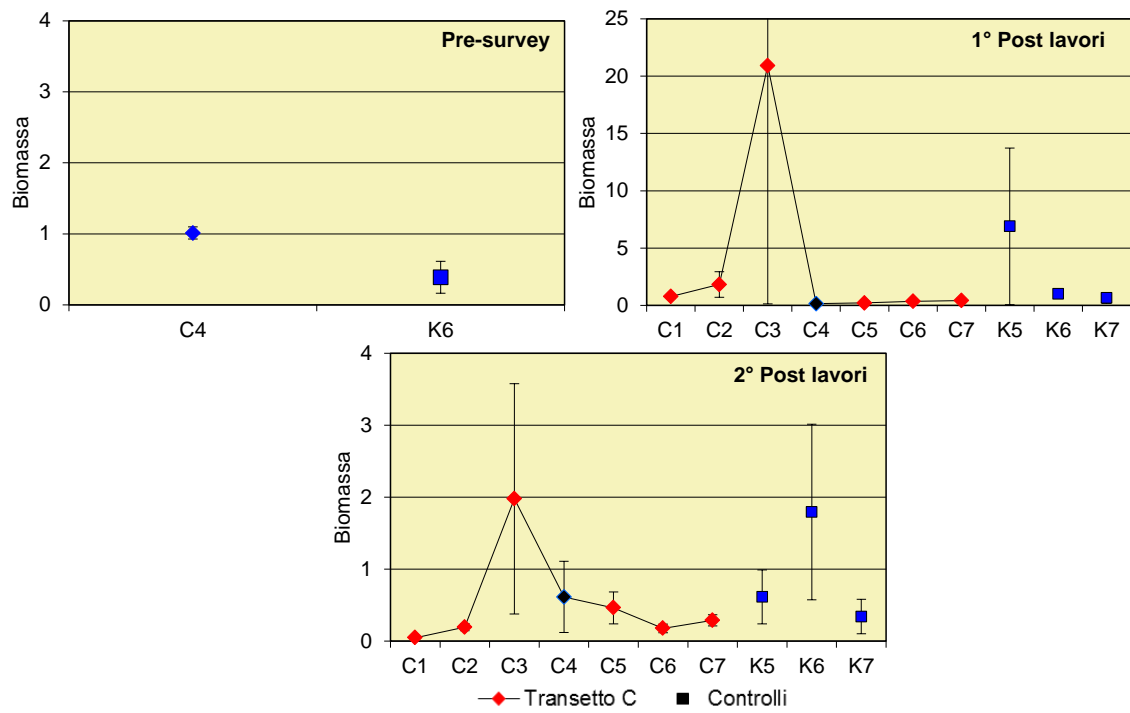


Fig. 3.11 - Biomassa (\pm e.s.) registrata nei tre survey condotti sinora. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina.

Tab. 3-XXV – Lista e biomassa (gr/0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate durante il **pre-survey**. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. * = <0,001 gr/0,095 m².

Stazione	C4	K6
Distanza dal futuro sea-line (m)	0	2000
Crostacei		
Anfipodi <i>Ampelisca diadema</i>	0,002	
Aoridae nd		*
<i>Hippomedon bidentatus</i>	0,001	
Decapodi <i>Callinassa subterranea</i>	0,003	0,016
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,001	0,067
<i>Processa</i> sp	0,002	0,001
Echinodermi		
Echinoidei <i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		0,161
Ofiuroidei <i>Amphiura chiajei</i>	0,031	
Molluschi		
Bivalvi <i>Abra alba</i>	0,103	0,008
<i>Myrtea spinifera</i>	0,279	
<i>Nucula nitidosa</i>	0,451	0,056
<i>Nucula sulcata</i>	0,004	
<i>Saccella commutata</i>	0,014	
<i>Thyasira succisa</i>	*	
Caudofoveata <i>Falcidens guttuosus</i>	0,003	
Gasteropodi <i>Hyala vitrea</i>	*	*
<i>Mangelia coarctata</i>	0,001	
<i>Turritella communis</i>	0,002	
Nemertini		
Nemertea nd	0,002	
Policheti		
<i>Ampharete acutifrons</i>		0,001
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>		*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,002	*
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	
Capitellidae nd		0,001
Chaetopteridae nd		*
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,004
<i>Chirimia biceps</i>	0,022	
<i>Glycera rouxii</i>	0,007	
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,001	0,001
<i>Marphysa bellii</i>	0,011	0,025
<i>Melinna palmata</i>	0,002	
<i>Minuspio cirrifera</i>	*	
<i>Nephtys hystricis</i>	0,013	0,009
<i>Ninoe</i> sp	0,017	0,001
<i>Notomastus aberans</i>		0,007
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,002
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		*
Orbiniidae nd		0,018
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,027	0,003
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	
Paraonidae nd	0,004	0,002
Pilargidae nd		*
<i>Pilargis verrucosa</i>	0,001	
<i>Prionospio ehlersi</i>		0,003
<i>Prionospio</i> sp	*	
<i>Scoletoma</i> sp		0,001
<i>Scoloplos armiger</i>		*
Spionidae nd	0,002	
<i>Syllis</i> sp	*	
Terebellidae nd	0,001	
Sipunculidi		
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,001	*
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,002	
<i>Sipuncula</i> nd	0,001	0,001
Biomassa totale	1,012	0,388

Tab. 3-XXVI – Lista e biomassa (gr./0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 1° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. * = <0,001 gr. 0,095 m⁻².

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Briozoi										
Briozoa nd									0,005	*
<i>Triticella flava</i>										*
Cnidari										
Antozoi										
Actiniaria nd						0,087				
<i>Virgularia mirabilis</i>										0,005
Idrozoi										*
Hydroidea nd							0,008			
Crostacei										
Anfipodi										
<i>Ampelisca diadema</i>		0,001							*	
<i>Ampelisca intermedia</i>	*									
<i>Carangoliopsis spinulosa</i>				*						
<i>Gammaropsis</i> sp				*						
<i>Harpinia dellavallei</i>			*	*						
<i>Othomaera schmidtii</i>								*		
<i>Paraphoxus oculatus</i>		*	*			*				*
<i>Rhachotropis</i> sp		*								
Cumacei										
Cumacea nd	*			*						
<i>Eudorella truncatula</i>						*				
<i>Leucon siphonatus</i>							*			*
Decapodi										
<i>Alpheus glaber</i>		0,053			0,018	0,028			0,009	
<i>Anapagurus bicorniger</i>										0,014
<i>Callinassa subterranea</i>	0,019	0,001	0,002	0,001	0,001	0,006	0,009	0,021	0,006	0,048
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,016	0,136		0,012	0,003	0,014	0,159		0,009	0,006
<i>Jaxea nocturna</i>						0,001				
Paguridae nd									*	
<i>Processa</i> sp									*	
<i>Solenocera membranacea</i>									0,524	
<i>Upogebia deltaura</i>									0,016	0,416
Isopodi										0,003
Bopyridae nd							*			
<i>Eurydice</i> sp										
<i>Gnathia</i> sp		*			*				*	
Misidiacei									0,001	
Misidiacea nd										
Tanaidacei										
<i>Apseudes spinosus</i>	*									
<i>Leptognathia</i> sp	*									
Echinodermi										
Echinodermi										
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		0,838	20,580					6,288		*
Oloturoidei										
Holothuriodea nd		*	0,001	*				*		*
<i>Labidoplax digitata</i>		0,298								
<i>Trachythione elongata</i>							0,165			
Molluschi										
Bivalvi										
<i>Anomia ephippium</i>									0,010	
<i>Azorinus chamasolen</i>	0,339									
<i>Nucula nitidosa</i>		0,002			*				0,002	
<i>Nucula sulcata</i>	0,188	0,002	0,235							
<i>Parvicardium minimum</i>										*
<i>Phaxas adriaticus</i>								0,484		
<i>Saccella commutata</i>	0,011				0,006	0,007				
<i>Thyasira biplicata</i>		0,019	0,002							
<i>Timoclea ovata</i>						*	*		*	*
Caudofoveati										
<i>Falcidens guttuosus</i>	0,001	0,001	0,001	*	0,001		0,001	*		
Gasteropodi										
<i>Hyala vitrea</i>			0,001	0,001	0,001	*		*		
<i>Symola fasciata</i>										
<i>Turritella communis</i>						0,121			0,232	
Nemertini										
Nemertea nd	*	*	*	0,049	*		*		*	
Platelminti										
Platelminta nd						*				
Policheti										
<i>Ampharete acutifrons</i>	*						*	*		*
Ampharetidae nd	*	*			0,001		*	0,003	0,002	0,001
<i>Amphicteis gunneri</i>										
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*				0,001	*				
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,003	*	*	0,051	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*		*	*			*		*	
<i>Aponuphis brementi</i>	0,003								0,013	0,007

Tab. 3-XXVI – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Policheti										
<i>Capitella capitata</i>							*			
Capitellidae nd	*			0,001	*	*	0,003	*		0,001
Chaetopteridae nd			0,038		0,026				*	
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,001				0,001				
<i>Chirimia biceps</i>							*			
Cirratulidae nd		0,002			*					
<i>Glycera alba</i>	0,001									
<i>Glycera rouxii</i>	0,003					0,013			0,006	0,004
<i>Glycera</i> sp	*	*	*	*	*	*	0,001	*	0,001	*
<i>Glycera tessellata</i>	*			0,002				*	*	0,001
<i>Goniada maculata</i>					*					
<i>Harmothoe</i> sp									*	
<i>Inermonephtys inermis</i>								*		
<i>Labioleanira yhleni</i>	0,002				0,057		0,013			
<i>Lumbrineris gracilis</i>						0,001	0,001		*	
Maldanidae nd	*									
<i>Marphysa bellii</i>	0,152	0,045	0,044	0,068	0,048	0,031		0,093	0,028	0,109
<i>Melinna palmata</i>	0,001		0,002			0,001	*		0,001	
<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>		*								
<i>Minuspio cirrifera</i>	*			*						
<i>Nephtys hystrius</i>			0,001	0,006	0,009	0,001	0,033		0,010	0,017
Nereididae nd				*						
<i>Ninoe</i> sp	0,009	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001			
<i>Notomastus aberans</i>	0,004		*	0,001	0,020	0,011	0,012	0,010	0,007	0,011
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>								*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>				*						
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,003	0,001
Paraonidae nd	0,001	0,003	0,001	0,003	0,003	0,030	0,002	0,001	0,003	0,001
<i>Paraprionospio pinnata</i>									0,002	
Phyllococidae nd					*					
Pilargidae nd		*		*	*		0,001		*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>		*					0,001	*		
<i>Prionospio</i> sp	0,001				0,001	*	*		*	*
Sabellidae nd									*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>		0,001		*	0,001				*	*
<i>Scoletoma</i> sp	*		0,002	0,010	*	0,002	0,002		*	*
<i>Scoloplos armiger</i>		*	*	*	*	*	*	*		*
Sphaerodoridae nd					*				*	*
Spionidae nd			*	0,001	*		*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>				*						
<i>Sternaspis scutata</i>		0,413								
<i>Syllis parapari</i>									0,002	
<i>Syllis</i> sp							*			
Terebellidae nd					0,001					
<i>Terebellides stroemi</i>	0,021					0,002			*	
<i>Trachytrypa jeffreysii</i>					0,001					
Sipunculidi										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>					0,012				0,029	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	0,001			0,001	0,001	0,001			
<i>Phascolion strombus</i>									0,030	
Sipuncula nd	0,001	0,003	0,006	*	0,001	0,001	0,017	*	0,002	*
Biomassa totale	0,781	1,831	20,920	0,161	0,221	0,367	0,437	6,904	1,009	0,649

Tab. 3-XXVII – Lista e biomassa (gr./0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 2° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. * = <0,001 gr. 0,095 m⁻².

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal futuro sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Briozoi									0,004	
Briozoa nd									0,004	
Cnidari										
Idrozoi		*						*	0,006	0,009
Crostacei										
Anfipodi	0,004		*		*		*	0,001	0,001	
<i>Ampelisca diadema</i>					*					
<i>Corophium</i> sp					*					
<i>Eriopisa elongata</i>		0,001							*	
<i>Harpinia dellavallei</i>				0,001					*	*
<i>Leucothoe incisa</i>									*	*
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>						*				*
<i>Metaphoxus simplex</i>		*			*					*
<i>Orchomene grimaldii</i>		*							*	*
<i>Paraphoxus oculatus</i>		*	*	*		*			*	*
<i>Phtisica marina</i>										*
Copepodi										*
Copepoda nd										*
Cumacei			*							*
Cumacea nd			*							*
<i>Eudorella truncatula</i>								*		*
Decapodi								0,049	0,003	
<i>Alpheus glaber</i>								0,006	0,022	0,023
<i>Callinassa subterranea</i>		*	0,010	0,003	0,006	0,001	0,012	0,006		
<i>Goneplax rhomboides</i>				0,405	0,019		0,006			
<i>Processa</i> sp	*									0,002
<i>Upogebia deltaura</i>		*								0,002
<i>Leptognathia</i> sp		*							*	
Tanaidacei										
Echinodermi										
Echinoidei					0,245			0,348	1,351	
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>					0,245			0,348	1,351	
Oloturoidei	0,001	*	0,001	*		*		*		
Holothurioidea nd										
Molluschi										
Bivalvi								0,011		
<i>Abra nitida</i>								0,011		
<i>Abra prismatica</i>			*							
<i>Loripes lacteus</i>		0,010								
<i>Nucula nitidosa</i>			1,728				0,036			
<i>Nucula sulcata</i>			0,128					0,081		
<i>Plagiocardium papillosum</i>										*
<i>Thyasira biplicata</i>				0,023						
<i>Thyasira succisa</i>									*	
<i>Timoclea ovata</i>		*							0,001	
Caudofoveati	*	0,001	*		*	*	*	*		
<i>Falcidens gutturosus</i>		0,001	*		*	*	*	*		
Gasteropodi		*	0,001				0,001	*	*	0,001
<i>Hyalia vitrea</i>		*	0,001				0,001	*	*	0,001
<i>Turritella communis</i>					0,052		0,135		0,060	
Nemertini										
Nemertea nd	0,003		0,002	0,117	*				*	0,002
Pantopodi										
Picnogonidi							*			
Pycnogonida nd										
Policheti										
<i>Ampharete acutifrons</i>	*		0,001	*	*			0,002	*	*
Ampharetidae nd	*		0,001			*		*	*	*
<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>			*		*	*	*		*	*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	0,001	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>			*		*	*	*	*	*	*
<i>Aponuphis brementi</i>										0,012
Capitellidae nd		*	0,007	*		*	*		0,020	0,002
<i>Chaetozone caputesocis</i>								0,002		
<i>Ditrupa arietina</i>							0,001			
<i>Dorvillea rubrovittata</i>									*	
<i>Drilonereis filum</i>				0,001			*	0,001	*	
<i>Glycera alba</i>			*							
<i>Glycera rouxii</i>	0,001	0,001	0,002		0,006	0,082	*		0,035	0,225
<i>Glycera</i> sp	*	*	0,002	0,001	0,001	0,006	0,001	*	0,002	*
<i>Glycera tessellata</i>							*	0,002	0,024	
<i>Glycera tridactyla</i>						0,024				
Cirratulidae nd		0,001		*		*		*	0,025	0,001

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal futuro sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Policheti										
<i>Hamothoe</i> sp		0,005				0,004		*		
<i>Hydroides norvegicus</i>			*					*		
<i>Labioleanira yhleni</i>		0,021				0,001				
<i>Lumbrineris gracilis</i>							0,001	0,002		0,001
<i>Macroclymene santanderensis</i>									0,069	
Maldanidae nd			0,004				0,004	0,085		*
<i>Marphysa bellii</i>	0,001	0,125	0,005	0,044	0,117	0,043	0,026	0,002	0,068	0,002
<i>Melinna palmata</i>		0,001	*	0,002	*		*	*	*	
<i>Minuspio cirrifera</i>		*		*				*	*	
<i>Nephtys hombergi</i>		0,007						0,001		0,003
<i>Nephtys hystricis</i>		0,001		*	0,001	0,003	0,052	*	0,002	0,029
Nereididae nd	*	*				*			0,001	
<i>Ninoe</i> sp	0,001	0,001	0,001	0,002	*		0,001			
<i>Notomastus aberans</i>	0,007	0,005	0,017	0,001		0,006	0,003	0,005	0,039	0,011
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	0,001	*				*	*	*	*	
<i>Owenia fusiformis</i>							*			
<i>Panthalis oerstedii</i>			0,047							
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,011	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	*	0,001	*		*	*	0,001	0,002	*
Paraonidae nd	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	*	0,002	0,003	0,002	0,002
Phyllodocidae nd					*					
<i>Phylo norvegica</i>				0,008						
Pilargidae nd		*	*	*				0,001	*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>			*	*						
<i>Pista cristata</i>								0,001		
<i>Poecilochetus serpens</i>								0,001		
<i>Prionospio</i> sp	*			*	*		*	0,001	*	*
Sabellidae nd			*	*				*	*	*
<i>Scoletoma impatiens</i>										*
<i>Scoletoma</i> sp	0,013	0,006	0,002	0,001					0,001	0,001
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Serpula vermicularis</i>	*	*			*					
Serpulidae nd		*								
Sphaerodoridae nd						*				
Spionidae nd		0,001	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Spiophanes bombyx</i>				*				*		
<i>Syllis parapari</i>			*							
<i>Syllis</i> sp			*							
Terebellidae nd								0,001	*	*
<i>Terebellides stroemi</i>	*								0,019	0,001
Sipunculidi										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>			0,001		0,009	0,005			0,028	0,001
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		0,002	0,001		*		0,001	0,002	0,001	0,001
<i>Phascolion strombus</i>			0,005							
Sipuncula nd		*	0,003	0,001	*	*	0,001	0,003	0,005	0,005
Biomassa totale	0,048	0,194	1,978	0,615	0,462	0,178	0,290	0,616	1,794	0,342

3.2.3.2 Affinità biocenotiche delle specie rinvenute

In tutti i monitoraggi i popolamenti rinvenuti sono risultati composti ovunque quasi esclusivamente da organismi di fondo mobile, sia in termini di numero di taxa che di Densità (Tabb. 3-XVIIIa e 3-XXVIIIb). Gli organismi Limicoli (Lim) hanno continuato a dominare in tutte le stazioni, eguagliati in C1 per numero di specie dagli organismi indicatori di Materia Organica (MO), risultati secondi per importanza in tutti gli altri siti, seguiti dai Sabulicoli (Sab).

I restanti gruppi continuano a rimanere poco rappresentati nei vari popolamenti, come già riscontrato precedentemente.

Tab. 3-XXVIII – Numero di specie (a) e di individui (b) rinvenuti nei tre survey sinora effettuati suddivisi in base alla loro affinità biocenotica. In giallo sono indicati i gruppi più numerosi. Per la legenda delle Biocenosi si rimanda alla Tab. 3-XXII. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina.

a)

Pre-Survey

	C4	K6
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)	1	
Limicoli (Lim, VTC, VB)	16	13
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2	2
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	2	1
Fondi mobili instabili (MI)		
Minuticoli (Minut)	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	8	3
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1

1° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	13	16	11	11	16	14	11	8	12	11
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	2		2		1	2	3	3	1
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	2	2	1		1	3		1	2	3
Fondi Mobili Instabili (MI)										
Minuticoli (Minut)	1		1			1	1		1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	7	2	4	5	4	5	6	3	7	4
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	2			1				2	1	1
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1	1	1	1	2	2	1	3	2

2° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	5	10	13	11	12	8	13	17	14	11
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	4	2	2	1	2	3	3	3	2
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1	2	4	1	1	1	1	2	2	5
Fondi Mobili Instabili (MI)							1			
Minuticoli (Minut)		1	1	1	1		1	1	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	5	5	6	4	3	7	5	4	8	8
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	1	1	1		1		1	2	2	
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1

Tab. 3-XXVIII – Continuo.

b)

Pre-Survey

	C4	K6
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)	0,33	
Limicoli (Lim, VTC, VB)	42,67	14,00
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1,00	0,67
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1,33	0,33
Fondi mobili instabili (MI)		
Minuticoli (Minut)	0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	9,33	2,00
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1,00

1° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	19,00	20,67	11,67	14,00	17,67	20,00	18,00	8,67	15,33	12,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,33	1,00		0,67		0,33	0,67	1,00	1,00	0,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	0,67	0,67	0,33		0,33	1,00		0,33	1,00	2,00
Fondi Mobili Instabili (MI)										
Minuticoli (Minut)	0,33		0,67			0,33	0,33		0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	6,33	4,00	4,33	7,00	6,00	5,00	5,33	5,00	9,67	6,33
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	0,67			0,33				1,00	0,33	1,00
Larga ripartizione ecologica (Lre)		0,67	0,33	1,67	1,33	2,00	1,33	1,00	1,00	0,67

2° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	32,67	16,33	21,67	12,67	7,33	19,33	27,67	20,33	22,33	13,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,33	1,67	1,00	1,00	0,33	0,67	1,33	2,33	1,00	1,00
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	0,33	1,00	1,67	0,33	0,33	0,67	0,33	1,00	0,67	2,67
Fondi Mobili Instabili (MI)							0,33			
Minuticoli (Minut)		0,33	0,33	1,00	0,33		0,33	0,67	0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	3,33	6,00	9,00	3,00	1,67	6,33	6,33	5,00	15,00	6,33
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33	2,00	1,33	
Larga ripartizione ecologica (Lre)	0,33	0,67	1,33	0,33	0,33	1,33	1,00	2,00	0,33	0,33

3.2.3.3 Dominanza

Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati i 9 taxa che complessivamente hanno costituito più del 70% delle comunità, includendo i rimanenti nella categoria “altro” (fig. 3.12).

Analogamente a quanto riscontrato nei campionamenti precedenti, anche nell'estate 2016 i policheti paraonidi sono risultati il taxon principale in quasi tutte le stazioni, con percentuali comprese tra 21,26% (K6) e 55,00% (C5); solo in C1 per *P. calliopae* è stata ottenuta una percentuale superiore a quella dei paraonidi (36,52% e 26,97% rispettivamente), aumentando notevolmente di importanza rispetto al survey precedente. Un'altra specie importante, spesso presente con percentuali simili a quelle dei paraonidi, è stata *O. cylindricaudata*, che ha raggiunto il massimo in C7 (26,87%). Tutti gli altri taxa riportati in fig. 3.12 hanno presentato percentuali inferiori al 10%.

Le specie secondarie, inserite in “altro”, hanno costituito una porzione del popolamento importante in quasi tutti i siti, oscillando tra 19,10% (C1) e 40,74% (K7). La presenza di

un popolamento meno diversificato nella stazione C1 rispetto alle altre, fortemente dominato da poche specie, è messa in evidenza dal distacco della curva cumulativa relativa a questo sito (fig. 3.13).

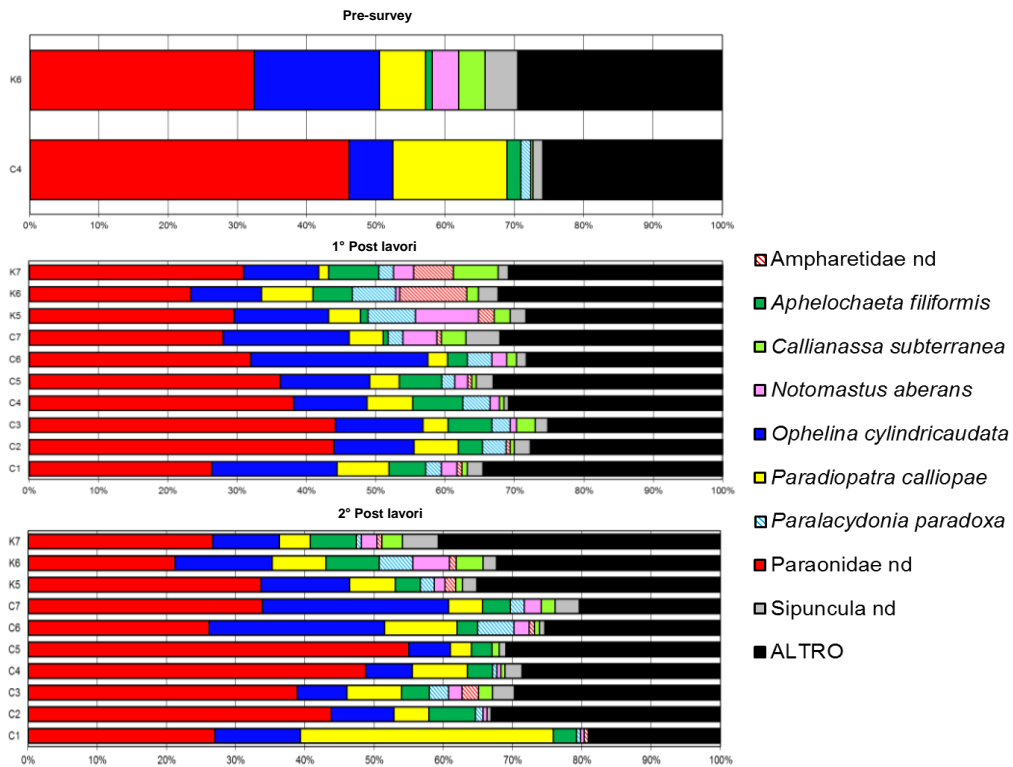


Fig. 3.12 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nei tre survey condotti sinora. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina.

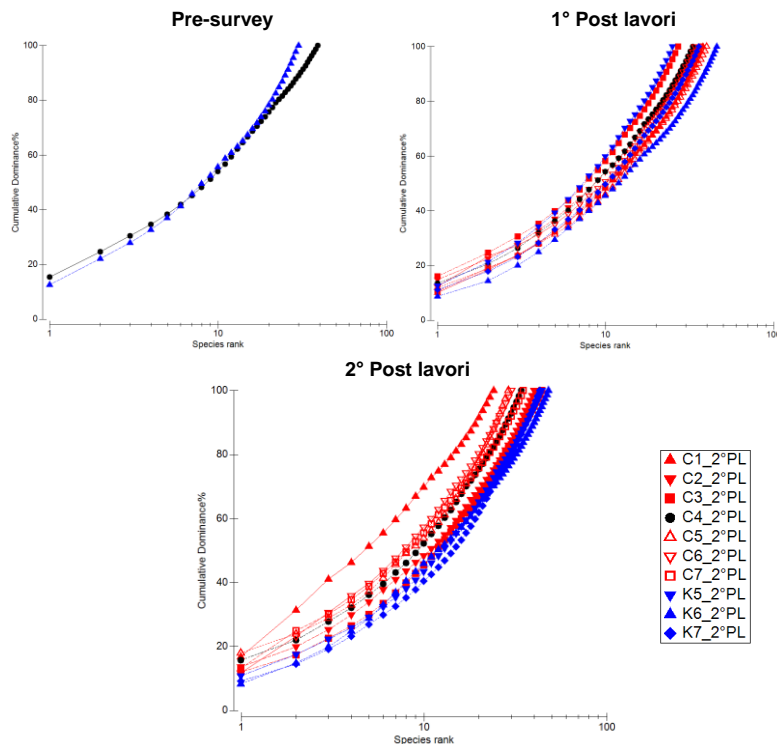


Fig. 3.13 – Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nei tre survey condotti finora.

3.2.3.4 Ricchezza specifica totale (S)

Nell'ultimo survey in tutta l'area indagata sono stati rinvenuti 99 taxa, principalmente policheti, crostacei e molluschi (Tab. 3-XXIX). Rispetto all'inverno è dunque avvenuto un decremento determinato soprattutto dai crostacei.

Tab. 3-XXIX - Numero complessivo di taxa suddivisi nei gruppi tassonomici rinvenuti nel pre-survey (PS) e nei due monitoraggi post lavori (PL).

	PS	1° PL	2° PL
Briozoi		2	1
Cnidari		3	1
Crostacei	6	26	19
Echinodermi	2	4	2
Molluschi	10	13	12
Nemertini	1	1	1
Platelminti		1	
Policheti	31	55	58
Pantopodi			1
Sipunculidi	3	4	4
Totale	53	109	99

Lungo il transetto è avvenuto un incremento da C1, in cui è stato registrato il minimo stagionale (24), a C3 (44; massimo per il transetto), seguito da una riduzione sino a C5 e da una ripresa sino a C7 (fig. 3.14). Ai controlli i valori sono risultati superiori a quasi tutti quelli ottenuti lungo il transetto C e compresi tra 43 (K7) e 48 (K6).

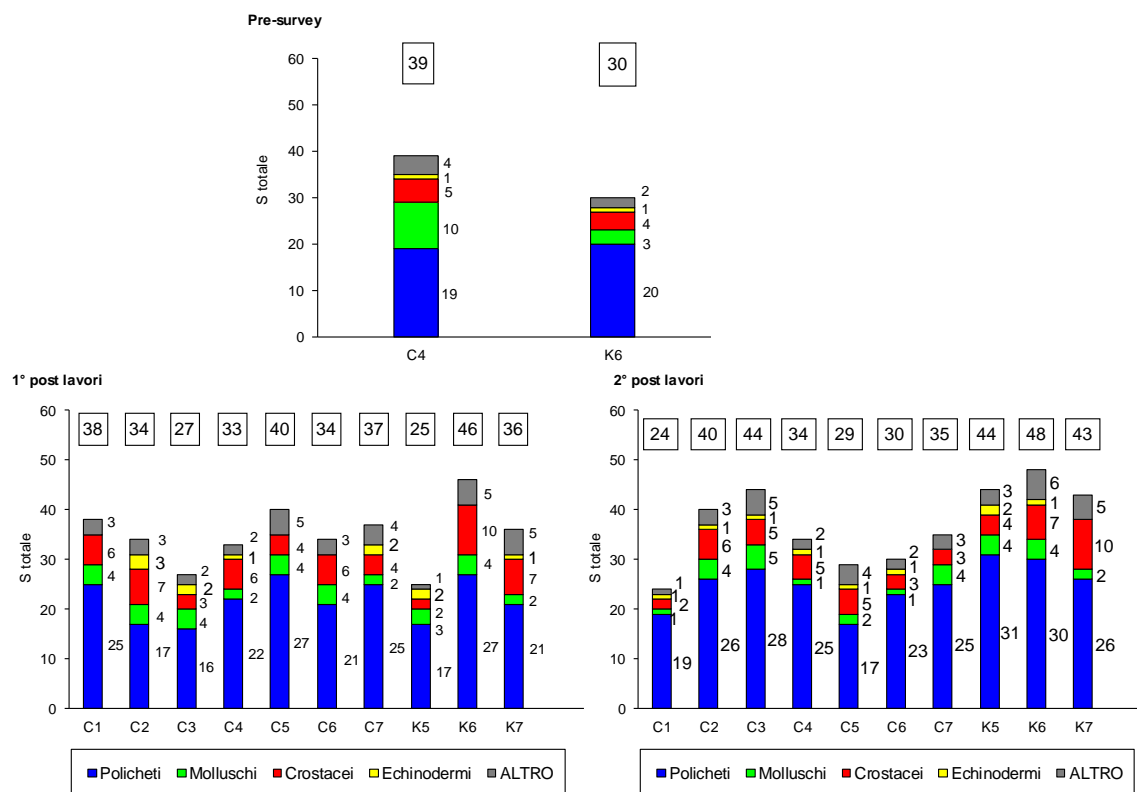


Fig. 3.14 - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nei tre survey condotti finora. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri).

Ad esclusione del tratto C2-C4, tutti i valori di Ricchezza Specifica sono risultati inferiori rispetto a quelli ottenuti nel campionamento precedente. Mentre in C4 S non ha ancora raggiunto il valore del pre-survey, in K6 è stato superato abbondantemente.

I policheti hanno rappresentato il gruppo principale in tutte le stazioni, seguiti da crostacei e/o molluschi. Gli echinodermi, ove presenti, sono stati rappresentati al massimo da 2 specie (K5).

Il numero di specie censite in un unico sito è risultato contenuto, rappresentando dal 3,5% (C5) al 15,9% (C3) dei popolamenti, valori molto inferiori rispetto ad entrambi i campionamenti precedenti e che evidenziano una notevole omogeneità tra le comunità rinvenute nei diversi siti monitorati (Tab. 3-XXII). C1 è risultato l'unica stazione senza taxa esclusivi.

3.2.3.5 Ricchezza specifica media (S_m)

L'andamento della Ricchezza specifica media è risultato analogo a quello già descritto per N e S, con il massimo registrato in C3 ($25,67 \pm 3,93$) e il minimo in C1 ($12,33 \pm 2,19$; fig. 3.15). Tutti i valori ad eccezione di C1 sono risultati confrontabili con almeno un controllo dove S_m è oscillata tra $22,00 \pm 4,16$ (K5) e $25,00 \pm 2,08$ (K6).

Così come per N, le variazioni di S_m rispetto ai survey precedenti sono risultate minime tranne il notevole aumento in C3. Da sottolineare come il valore ottenuto nel sito in corrispondenza della condotta sottomarina ($17,00 \pm 2,89$) sia rimasto pressoché costante in tutti i survey condotti sinora.

3.2.3.6 Diversità specifica (H')

Anche la Diversità specifica ha mostrato lo stesso andamento già descritto per N, S e S_m (fig. 3.16). Nel 2° survey post lavori è stata riscontrata una maggiore variabilità lungo il transetto, oscillando l'indice tra $1,78 \pm 0,13$ (C1) e $2,49 \pm 0,06$ (C3), e solo le stazioni C3, C4 e C6 sono rientrate nel range ottenuto ai controlli ($2,44 \pm 0,10 \leq H' \leq 2,73 \pm 0,12$).

A causa della netta dominanza di poche specie nelle diverse stazioni (paraonidi, *O. cylindricaudata*, e *P. calliopae*; cfr. Cap. 3.2.3.3), i valori di questo indice sono risultati molto costanti e contenuti in tutti i survey condotti, con variazioni degne di nota rispetto al campionamento precedente solo in C1 e C5, dove l'indice è diminuito, e C3, dove invece è aumentato. Non si riscontrano differenze in C4 e K6 con quanto era stato registrato nel pre-survey.

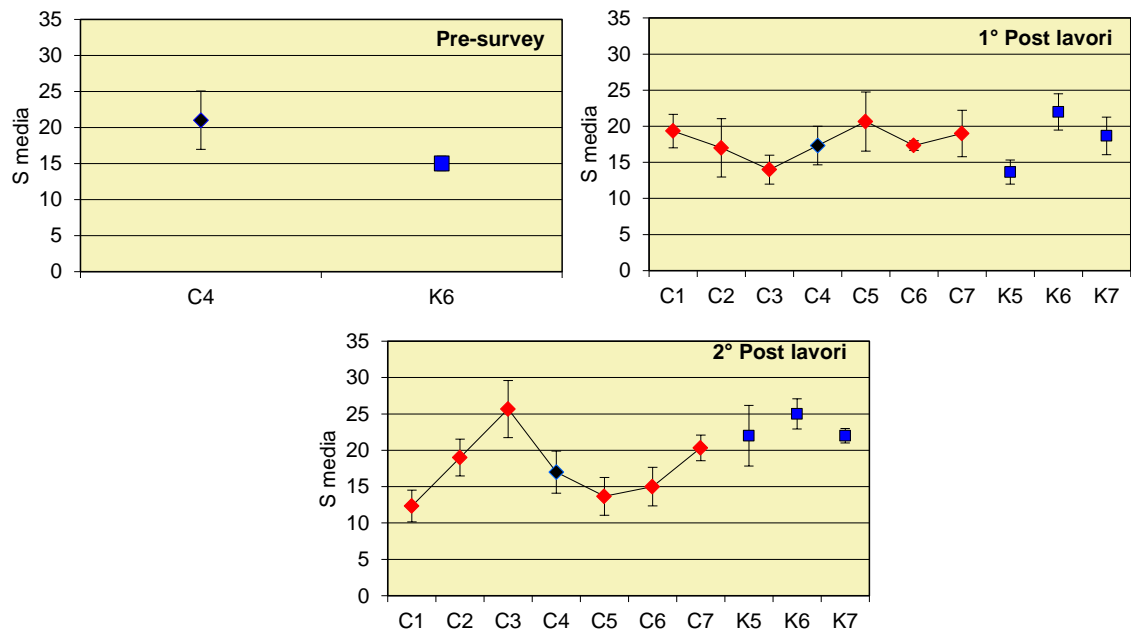


Fig. 3.15 – Ricchezza specifica media ($\pm e.s.$) registrata presso i siti monitorati nell'intero periodo di indagine.

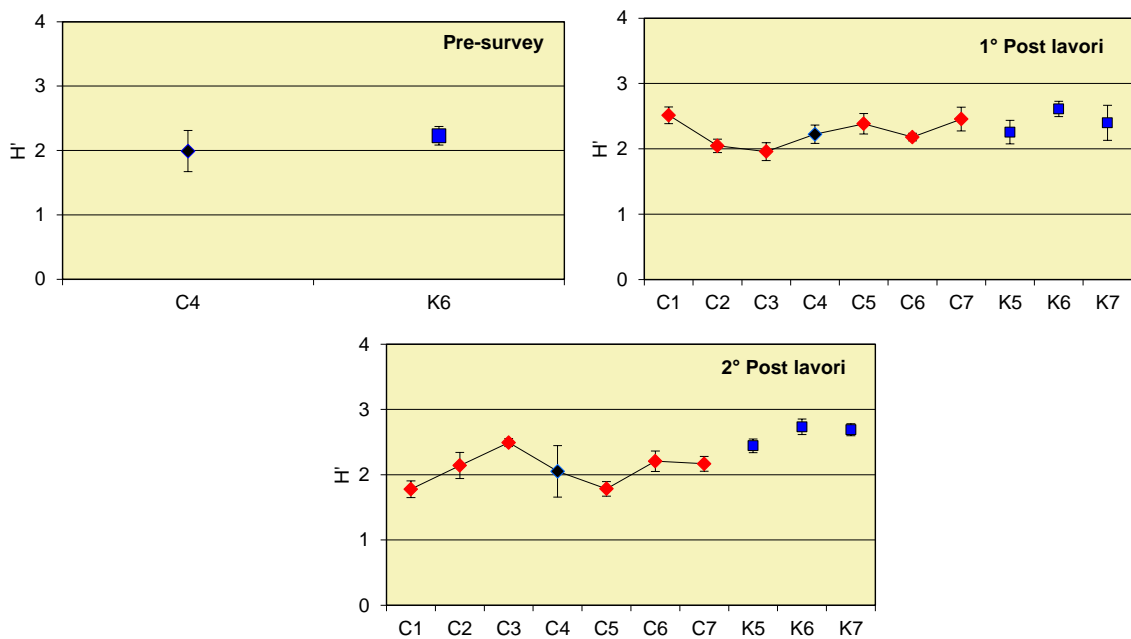


Fig. 3.16 – Diversità specifica ($\pm e.s.$) registrata presso i siti monitorati nell'intero periodo di indagine.

3.2.3.7 MultiDimensional Scaling (MDS)

Il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità dei singoli taxa campionati nel corso dei tre survey ha messo in evidenza, con una similarità del 53%, la somiglianza tra le stazioni dei diversi survey (raggruppati in un unico cluster), e la differenza tra queste e il sito C4 campionato nel pre-survey (figg. 3.17a e 3.17b). Tale isolamento è conseguenza

dei diversi quantitativi di taxa sia principali (es. *P. calliopae* e paraonidi; figg. 3.17c e 3.17d), che secondari (es. *Minuspio cirrifera* e *Marphysa bellii*; fig 3.17e), oltre che per la presenza di numerose specie non censite altrove come, ad esempio, *Amphiura chiajei* (fig. 3.17f), *Hippomedon bidentatus*, *Mangelia coarctata* o *Myrtea spinifera*.

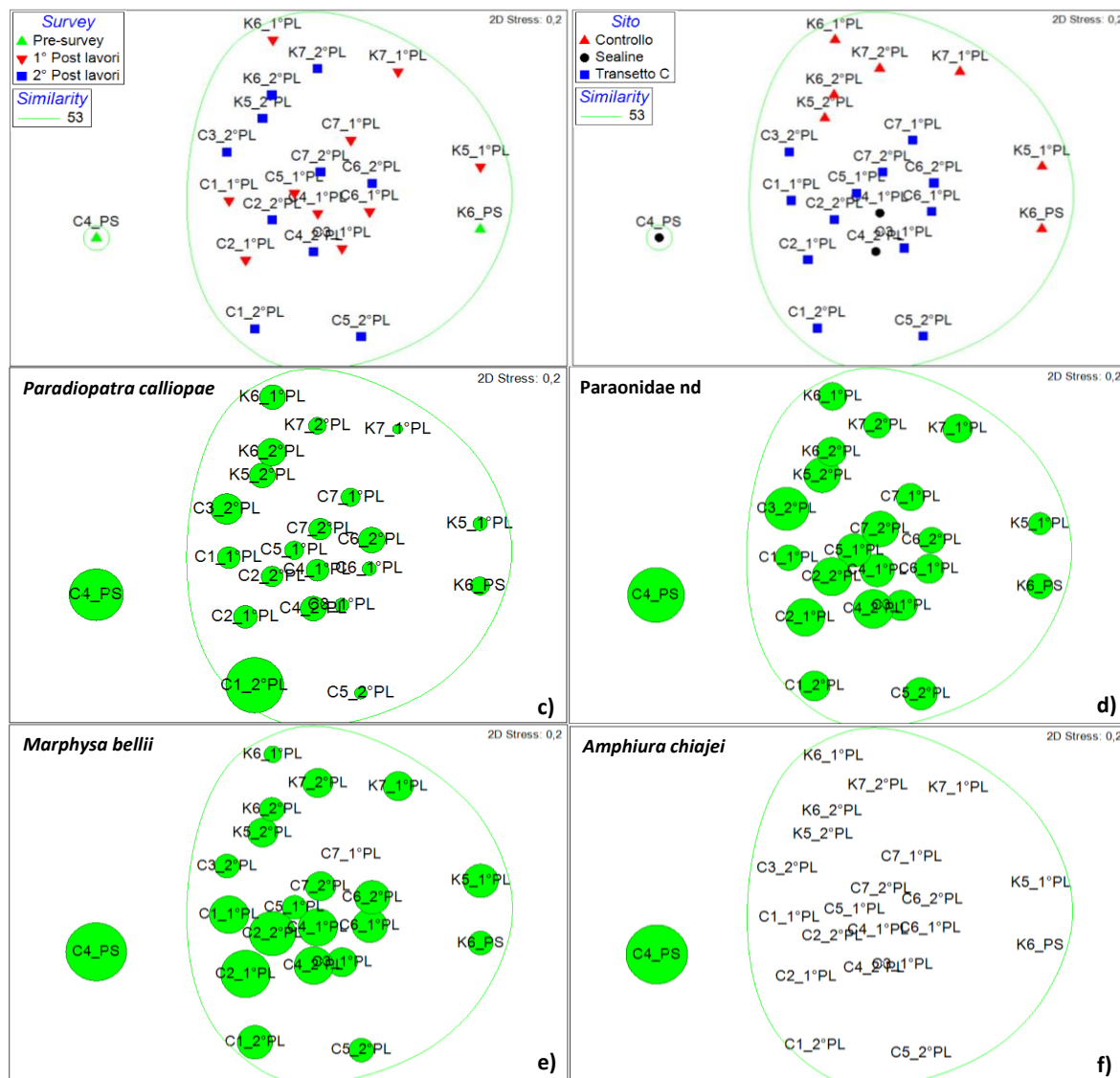


Fig. 3.17 – Rappresentazione bidimensionale dei siti monitorati nell'intero periodo di indagine tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi verdi indicano i quantitativi in termini di densità delle singole specie.

3.2.3.8 Valutazione dello stato ambientale

Indice W di Clarke

L'indice W di Clarke ha evidenziato un lieve peggioramento presso le stazioni poste a 100 m dalla condotta sottomarina e in C2, in cui è stato evidenziato un disturbo moderato, e un miglioramento analogamente lieve nel tratto C4-C6, passato da moderatamente a leggermente impattato (Tab. 3-XXX).

Tab. 3-XXX – Valori dell’indice W di Clarke ottenuti per i siti monitorati nell’intero periodo. In rosso il sito corrispondente alla condotta sottomarina.

	Stazione	W	Classificazione ambientale
PS	C4	0,210	Moderatamente disturbato
	K6	0,300	Leggermente disturbato
1° Post lavori	C1	0,390	Leggermente disturbato
	C2	0,402	Leggermente disturbato
	C3	0,595	Leggermente disturbato
	C4	0,296	Moderatamente disturbato
	C5	0,273	Moderatamente disturbato
	C6	0,285	Moderatamente disturbato
	C7	0,342	Leggermente disturbato
	K5	0,606	Leggermente disturbato
	K6	0,336	Leggermente disturbato
	K7	0,402	Leggermente disturbato
2° Post lavori	C1	0,021	Moderatamente disturbato
	C2	0,223	Moderatamente disturbato
	C3	0,388	Leggermente disturbato
	C4	0,369	Leggermente disturbato
	C5	0,446	Leggermente disturbato
	C6	0,308	Leggermente disturbato
	C7	0,270	Moderatamente disturbato
	K5	0,332	Leggermente disturbato
	K6	0,358	Leggermente disturbato
	K7	0,360	Leggermente disturbato

Indice AMBI

L’indice AMBI ha fornito risultati più ottimistici rispetto a W e rispetto al survey precedente, classificando come non impattate anche le stazioni C6 e C7 in aggiunta a C1 (Tab. 3-XXXI). In tutti i siti hanno prevalso nettamente gli organismi appartenenti al II gruppo ecologico (indifferenti all’arricchimento organico), ad eccezione di C1, dove le specie sensibili ad arricchimento organico sono risultate percentualmente superiori. I taxa tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti (III gruppo), che avevano dominato nel pre-survey, hanno rappresentato il terzo gruppo, confermando i risultati del 1° survey post lavori, anche se con percentuali generalmente inferiori. Infine, il IV e il V gruppo ecologico (specie opportuniste di II e I ordine, rispettivamente) sono risultati nuovamente poco presenti o del tutto assenti.

Indice BENTIX

L’indice BENTIX ha mostrato una situazione lievemente peggiore rispetto al survey precedente, classificando come moderatamente impattate, in aggiunta a C3 e C4, anche le stazioni C2 e C5 (Tab. 3-XXXII).

Tab. 3-XXXI – Suddivisione percentuale delle specie rinvenute in ciascun sito monitorato nell'intero periodo 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) e classificazione del disturbo ambientale secondo l'indice AMBI. In giallo è riportato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione. In rosso il sito corrispondente alla condotta sottomarina.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
PS	C4	34,50	12,80	51,00	1,70	0	1,80	Leggermente disturbato
	K6	41,30	7,70	47,10	1,90	1,90	1,73	Leggermente disturbato
1° Post lavori	C1	43,75	40,63	10,94	3,91	0,78	1,16	Non disturbato
	C2	30,99	57,31	9,94	1,75	0	1,24	Leggermente disturbato
	C3	28,83	54,05	15,32	1,80	0	1,35	Leggermente disturbato
	C4	24,67	53,33	19,33	1,33	1,33	1,52	Leggermente disturbato
	C5	31,88	51,25	15,63	0,63	0,63	1,30	Leggermente disturbato
	C6	36,69	48,20	12,23	1,44	1,44	1,24	Leggermente disturbato
	C7	39,01	42,55	13,48	1,42	3,55	1,32	Leggermente disturbato
	K5	28,24	50,59	17,65	0	3,53	1,50	Leggermente disturbato
	K6	33,97	51,92	12,18	1,92	0	1,23	Leggermente disturbato
	K7	25,00	51,56	22,66	0	0,78	1,50	Leggermente disturbato
2° Post lavori	C1	57,23	36,42	6,36	0	0	0,74	Non disturbato
	C2	27,84	58,52	10,80	2,27	0,57	1,34	Leggermente disturbato
	C3	30,61	51,43	13,06	1,22	3,67	1,44	Leggermente disturbato
	C4	24,85	60,87	11,18	1,86	1,24	1,41	Leggermente disturbato
	C5	17,17	68,69	14,14	0	0	1,46	Leggermente disturbato
	C6	41,67	43,94	11,36	2,27	0,76	1,15	Non disturbato
	C7	39,00	48,00	11,50	0,50	1,00	1,15	Non disturbato
	K5	34,38	50,52	13,54	1,56	0	1,23	Leggermente disturbato
	K6	31,53	43,35	19,70	2,46	2,96	1,53	Leggermente disturbato
	K7	36,64	45,80	13,74	2,29	1,53	1,29	Leggermente disturbato

Tab. 3-XXXII - Risultati dell'indice BENTIX e relativa classificazione del disturbo ambientale per i siti monitorati nell'intero periodo di indagine. In rosso il sito corrispondente al sea-line.

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
PS	C4	3,61	Leggermente disturbato
	K6	3,92	Leggermente disturbato
1° Post lavori	C1	3,95	Leggermente disturbato
	C2	3,57	Leggermente disturbato
	C3	3,41	Moderatamente disturbato
	C4	3,26	Moderatamente disturbato
	C5	3,64	Leggermente disturbato
	C6	3,76	Leggermente disturbato
	C7	3,93	Leggermente disturbato
2° Post lavori	K5	3,61	Leggermente disturbato
	K6	3,73	Leggermente disturbato
	K7	3,54	Leggermente disturbato
	C1	4,38	Leggermente disturbato
	C2	3,42	Moderatamente disturbato
	C3	3,40	Moderatamente disturbato
	C4	3,32	Moderatamente disturbato
	C5	3,20	Moderatamente disturbato
	C6	4,09	Leggermente disturbato
	C7	3,95	Leggermente disturbato
K5	3,59	Leggermente disturbato	
K6	3,80	Leggermente disturbato	
K7	3,90	Leggermente disturbato	

Stato ecologico

In Tab. 3-XXXIII è riportato lo stato ecologico derivato dalla combinazione dei tre indici per i tre campionamenti effettuati.

Nell'estate 2016 entro i 30 m dalla condotta sottomarina è stato ottenuto uno stato buono/

moderato, equivalente a un lieve miglioramento per quanto riguarda il sito C4 in cui lo stato ecologico era stato classificato come moderato in inverno. A 60 m, in C6 è stato evidenziato un lieve miglioramento (da buono/moderato a buono), mentre in C2 lo stato ecologico è peggiorato essendo passato da buono a moderato. Nelle stazioni a 100 m di distanza e ai controlli è stato invece confermato uno stato ecologico buono.

Tab. 3-XXXIII – Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici. In rosso il sito corrispondente al sea-line.

PS	Classificazione ambientale	W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico	
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale		
1° Post lavori	C4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	C1	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	C2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
	C3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
	C4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato	
	C5	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
	C6	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato	
	C7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	K5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
	2° Post lavori	C1	Moderatamente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
		C2	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
C3		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
C4		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
C5		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
C6		Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono	
C7		Moderatamente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono	
K5		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono	
K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono		
K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono		

3.3. CONCLUSIONI

Per la condotta sottomarina collegante le piattaforme Bonaccia NW e Bonaccia è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti i sedimenti (granulometria, IPA, idrocarburi totali, metalli pesanti, sostanza organica, TOC, ecotossicologia, bioaccumulo) e la composizione quali-quantitativa della comunità bentonica.

Il monitoraggio comprende 3 fasi:

- a. fase precedente alla posa in opera (pre-survey);
- b. fase di esercizio;
- c. fase di fine esercizio.

Data la lunghezza limitata del sea-line (2,5 km) le indagini sono state svolte lungo un transetto intersecante la struttura lungo il quale sono state posizionate a distanze crescenti 7 stazioni di campionamento e in tre controlli.

Nella presente relazione sono riportati i risultati ottenuti nell'intero periodo di indagine, dal pre-survey al 2° monitoraggio successivo alla posa in opera della struttura (estate 2016).

Caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti - I sedimenti presenti nell'area interessata dalla posa del sea-line e i controlli sono stati classificati come sabbia siltosa o come loam. Le tre principali frazioni granulometriche hanno subito nel tempo variazioni più o meno ampie e diverse da sito a sito sia attorno alla condotta che nei riferimenti.

Le concentrazioni dei contaminanti sono apparse modeste ovunque e del tutto confrontabili tra tutti i siti indagati. Gli IPA sono stati rilevati ovunque, a differenza del 1° survey post lavori in cui erano risultati non quantificabili in tutti i siti, ma le loro concentrazioni sono risultate estremamente inferiori agli LCB riportati nel Manuale ICRAM-APAT (2007). Gli Idrocarburi totali leggeri ($C < 12$) non sono mai stati rilevati e i pesanti ($C > 12$) sono risultati superiori al proprio limite strumentale esclusivamente nel pre-survey.

Per quanto concerne i metalli pesanti, tutte le concentrazioni sono apparse modeste. Per la maggior parte di essi (Al, Ba, Cr, Fe, Hg, Ni, Si, Sn, V, Zn e Z) è stato rilevato un picco a 100 m a SW della condotta (C1), sito caratterizzato dalle percentuali maggiori di pelite che, come è noto, trattiene i contaminanti molto più della sabbia. Si tratta comunque anche in questi casi di concentrazioni modeste eccetto quella relativa al Ni, corrispondente a oltre il doppio del Livello Chimico di Riferimento Nazionale. Nulla da segnalare per quanto concerne la sostanza organica, anche se rispetto all'inverno i contenuti sono aumentati e se, anche in questo caso, in C1 è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo. Un aumento diffuso ha riguardato anche il TOC.

Ecotossicologia dei sedimenti - Nel 2° survey condotto dopo la posa della condotta sottomarina i sedimenti si sono dimostrati ottimali per la crescita algale di *Dunaliella tertiolecta*, per la bioluminescenza di *Vibrio fischeri* e per lo sviluppo larvale del mollusco bivalve *Crassostrea gigas*, mostrando quest'ultimo un miglioramento rispetto all'inverno 2016 e il ripristino delle condizioni rilevate nel pre-survey. Per quanto concerne la sopravvivenza dell'anfipode *Corophium orientale*, invece, in estate è stato rilevato un lieve peggioramento rispetto ai campionamenti precedenti nella stazione C2 posizionata a 60 m a SW dalla condotta sottomarina e nel controllo K6 (tossicità bassa). La presenza di tossicità in quest'ultima stazione tende ad indicare l'estraneità del sea-line a questo risultato.

Infine, la maggior parte dei metalli ricercati nel test di bioaccumulo condotto utilizzando policheti afferenti alla specie *Hediste diversicolor* è risultata in quantità inferiori al limite di rilevabilità o alla concentrazione relativa al bianco analogamente ai survey precedenti. Sono però stati osservati alcuni cambiamenti della disponibilità di alcuni elementi, in particolare per quanto riguarda bario e cadmio risultati biodisponibili in C2, silicio e piombo (quest'ultimo eccetto in corrispondenza del sea-line) ovunque, controllo K6 incluso. E' stato invece rilevato un miglioramento in corrispondenza della condotta per quanto riguarda cadmio e mercurio.

Comunità bentonica – In tutti i campionamenti sinora condotti la maggior parte dei taxa censiti è risultata tipica di fondo mobile, con una netta predominanza di organismi limicoli, sempre seguiti dagli organismi indicatori della presenza di materia organica nei sedimenti. Tutte le altre categorie biocenotiche sono risultate scarsamente rappresentate, compresi i sabulicoli nonostante i sedimenti siano composti per lo più da sabbia. Anche nel 2° survey post lavori hanno prevalso i policheti, seguiti da crostacei e molluschi; gli echinodermi rimangono poco rappresentati nelle comunità bentoniche campionate essendo stati rinvenuti con al massimo 2 specie.

Tutti gli indici biotici hanno confermato la presenza di una comunità scarsamente diversificata e molto omogenea in tutta l'area monitorata, con una netta dominanza di pochi taxa (in particolare, i policheti paraonidi, *O. cylindricaudata* e *P. calliopae*), anche se nei due survey successivi alla posa della condotta l'importanza delle specie secondarie sembra essere lievemente aumentata. Le variazioni nella Ricchezza e Diversità specifica sono risultate molto contenute e tale omogeneità è stata confermata anche dall'MDS che ha nuovamente raggruppato tutte le stazioni in un unico cluster. L'unica eccezione è stata la stazione a ridosso della condotta (C4) campionata nel pre-survey, risultata separata da tutte

le altre monitorate nei vari periodi a causa della presenza di un popolamento bentonico differente sia in termini di densità delle specie più comuni, sia per la presenza esclusiva di alcuni taxa.

La valutazione dello stato ecologico ha messo in evidenza un lieve miglioramento rispetto al 1° survey post lavori delle condizioni ambientali nel sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina, dove è stato rilevato uno stato buono/moderato analogamente al pre-survey. Altre variazioni hanno riguardato i siti posizionati a 60 m caratterizzati da un leggero miglioramento verso NE (C6) e un peggioramento (da buono a moderato) verso SW (C2).

4. BIBLIOGRAFIA

- 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
- 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.
- Azzali M. 1980. Summary of the results of the research project "Evaluation of pelagic resources using electroacoustic instruments" from 1975 to 1980. *FAO Fish Rep.*, 239:33-42.
- Azzali M., Cosimi G., Luna M. 1983. Some applications and preliminary results of acoustic methods in monitoring resources in the north and middle Adriatic sea. *FAO Fish Rep.*, 290:201-215.
- Azzali M., Buracchi G., Conti S., Gambetti S., Luna M. 1985. Relationships between the forms of pelagic fish distribution and nycthemeral periods. A tentative model of behaviour. *Oebalia*, 11:471-488.
- Azur Environmental. 1994. *Microtox® M500 manual* (A toxicity testing handbook).
- Baltëza B. 1985. On the structural characteristics of sardine schools (*Sardina pilchardus* Walb.) along the Albanian coast in the winter period. *FAO Fish Rep.*, 342:161-163.
- 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.
- Bettencourt A., Bricker S.B., Ferreira J.G., Franco A., Marques J.C., Melo J.J., Nobre A., Ramos L., Reis C.S., Salas F., Silva M.C., Simas T., Wolff W. 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.
- 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.
- 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. Pollut. 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- EPA. 1993. *Guidance manual, Bedded sediment Bioaccumulation Tests*. EPA/600/R-93/183. 246 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 METHODS 8015D. 37 pp.
- EPA. 2007a. *Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry*. EPA METHOD 7473. 15 pp.
- EPA. 2007b. *Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry*. EPA METHOD 7010. 24 pp.
- EPA. 2007c. *Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*. EPA METHOD 6010C. 34 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. 2004. *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., 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., 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., 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., Bolognini L., De Ranieri S., Domenichetti F., Nasci C., Penna P., Santelli A., Spagnolo A. 2015a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. II anno dopo la posa in opera della piattaforma, III anno dopo la posa del sea-line - Rapporto finale (estate 2006 - estate 2009)*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 307 + XLV 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., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cassin D., De Biasi A., Kozinkova L., Salvalaggio V., Spagnolo A. 2016b. *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., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Ferrà Vega C., Gaetani A., Kozinkova L., Salvalaggio V. 2016c. *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., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gaetani A., Gomiero A., Kozinkova L. 2017. *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.
- Fisher W., Bauchot M.L., Schneider M. (Eds). 1987. *Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1) Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. 1. Végétaux et Invertébrés*. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organizations. Rome, FAO. 760 pp.
- Grasshoff K., Cremling K., Erhardt M. 1999. *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, Germany. 600 pp.
- 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.
- 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. Poll. Bul.*, 9: 321-324.
- Leusch F., Bartkow M., 2010. *A short primer on benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX) in the environment and in hydraulic fracturing fluids*. Griffith University and Smart Water Research Centre, <<http://www.ehp.qld.gov.au/management/coal-seam-gas/pdf/btexreport.pdf>>.
- Lindman H.R 1992. *Analysis of variance in experimental design*. Springer-Verlag Eds., New York. 531 pp.
- 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.*, 59:2 94-299.
- 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.
- 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). *Ecology and Evolution of Communities*, 4.
- 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.
- Mužinić R. 1964. Neka opažanja o reagiranju srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) na svjetlo u eksperimentalnim uvjetima. *Acta Adriatica*, 11(30):219-226.
- 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.
- Palomera I. 1999. Vertical distribution of eggs and larvae of *Engraulis encrasicolus* in stratified waters of the western Mediterranean. *Mar Biol.*, 111: 37-44.
- Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoume*, 31(47). 137 pp.
- 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. Functions of shoaling behaviour in teleosts. Pagg. 294-337, in: Pitcher T.J. (Ed.), *The behaviour of teleost fishes*. John Hopkins Press, Baltimore.
- Plounevez S., Champalbert G. 1999. Feeding behaviour and trophic environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biscay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 49: 177-191.
- Plounevez S., Champalbert G. 2000. Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanol. Acta*, 23:175-192.
- 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. and 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.
- 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, Vol. 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., 2016. *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*. Prox. 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. *Medit. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- 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 associates with a petroleum platform in the northern gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquatic 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.
- 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. Plankton Res.*, 22(9): 1735-1756.
- UNI EN ISO. 2000. *Saggio di inibizione della crescita di alghe marine con Skeletonema costatum e Phaeodactylum tricornutum*. UNI EN ISO 10253:2000. 14 pp.
- 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.
- 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): 1-23.
- 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. *Cont. 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.
- 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: 227-263.
- 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.

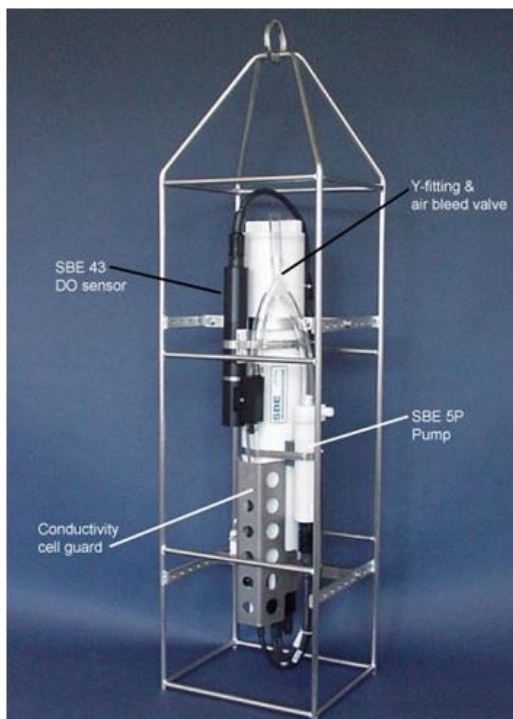
ALLEGATO A

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
Conducibilità	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,0005 \text{ S m}^{-1}$	0 : 9 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 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.



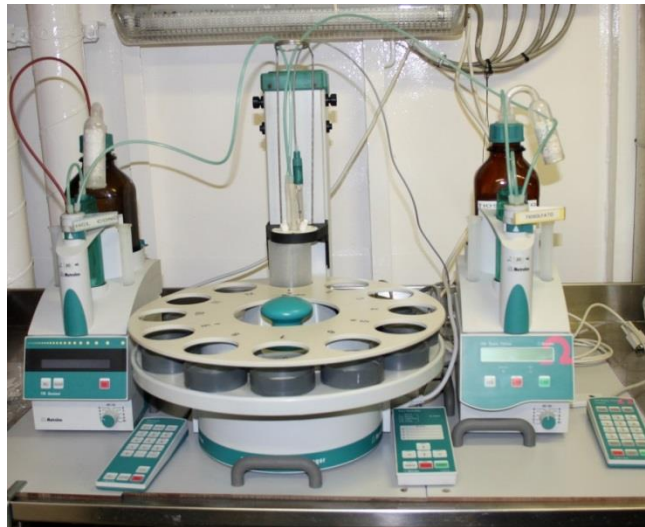
A1-II ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)



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



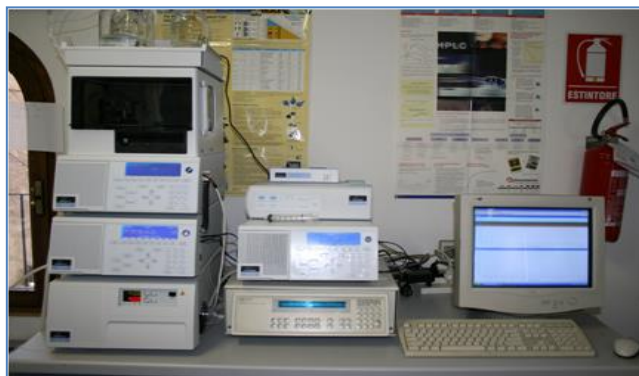
A1- VIII Analisi BTEX - Spettrofotometro di massa quadrupolare HEWLWTT-PACKARD GC/MS 5973 Network



**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 ²)
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

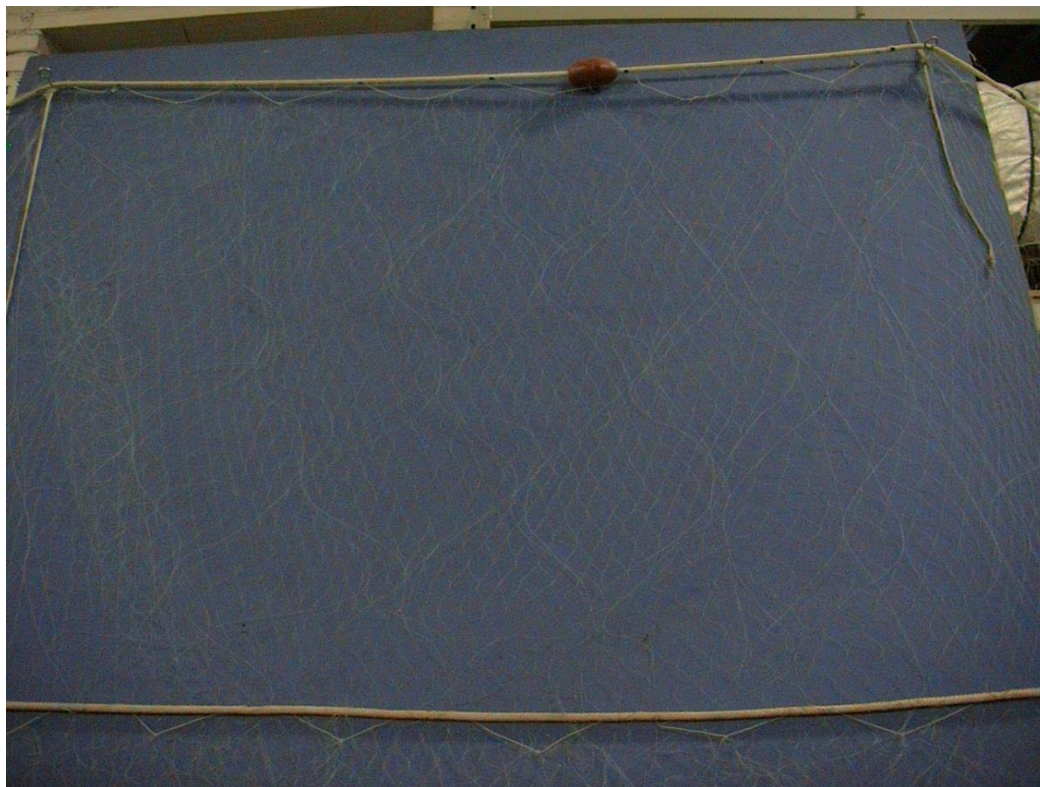


Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Capacità
Bilancia elettronica	Mettler Toledo	ML204	0,0001 g	220 g

A4

INDAGINI SULLA COMUNITA' ITTICA

A4-I RETE TREMAGLIO



Lunghezza totale: 300 m

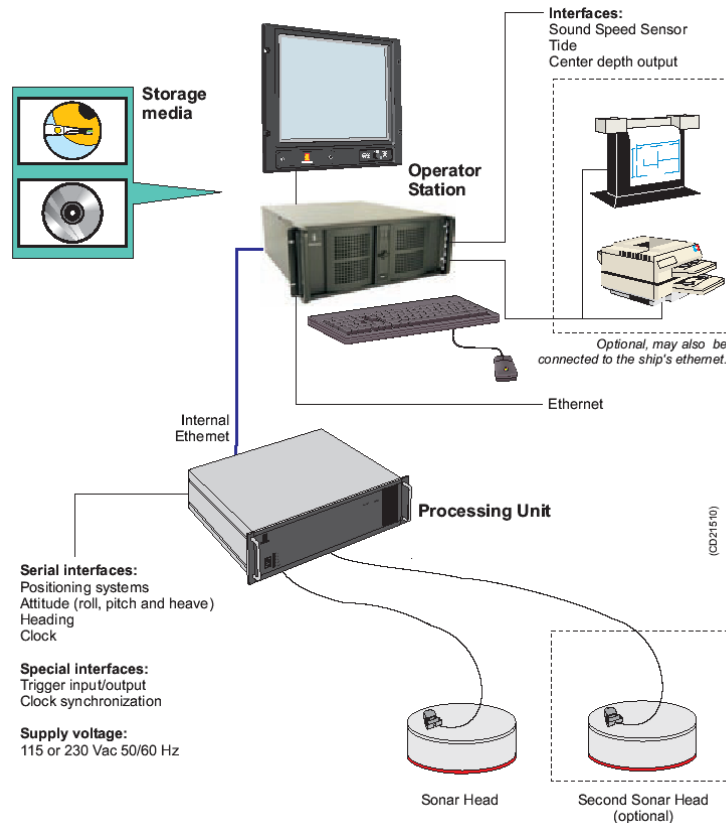
	Pannello interno	Pannello esterno
materiale	Monofilamento di poliammide	Monofilamento di poliammide
altezza (m)	6	3
apertura maglia stirata (mm)	72	400
diametro filo (mm)	0,18	0,30
rapporto di armamento	0,35	0,50

	Lima dei galleggianti	galleggianti	Lima dei piombi
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 μ s
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 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 alloggiato 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.

ALLEGATO B

SCHEDE GRANULOMETRICHE DEI SITI POSTI NELL'AREA DELLA PIATTAFORMA BONACCIA NW E DEI CONTROLLI

K1 - K4

2° SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE

2° semestre 2016



Stazione A1 (250 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	26,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,15	5	2,04
Mediana	Md	3,41	16	2,40
Classazione	σ	2,24	25	2,69
Asimmetria	S _{sk}	0,59	50	3,41
Appuntimento	K _g	2,01	75	4,27
			84	6,66
			95	9,81

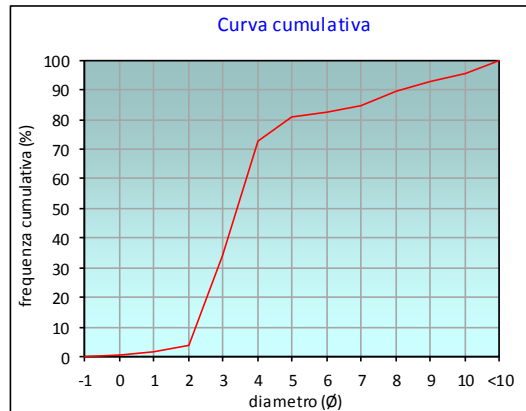
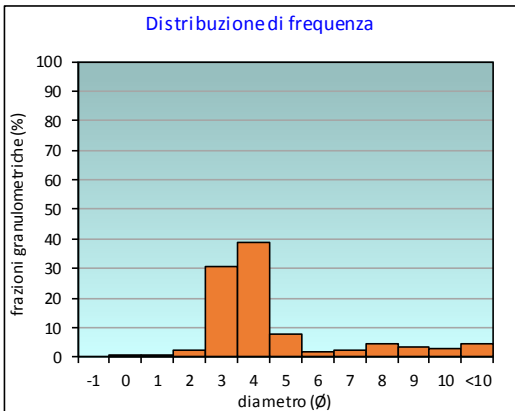
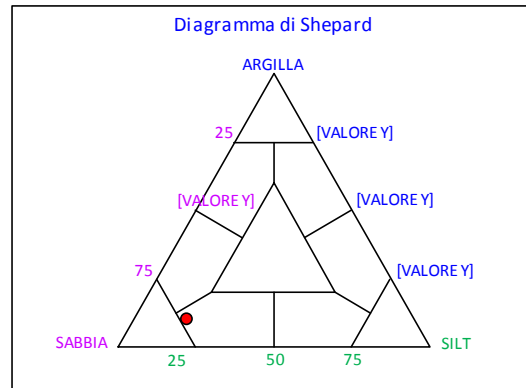
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,8	0,8
	1	500	0,8	1,6
	2	250	2,2	3,8
	3	125	30,5	34,3
LIMO	4	62,5	38,5	72,9
	5	31,2	7,7	80,6
	6	15,6	1,9	82,5
	7	7,8	2,3	84,8
ARGILLA	8	3,9	4,5	89,3
	9	2	3,4	92,7
	10	0,98	2,9	95,6
	<10	<0,98	4,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	72,9	16,4	10,7

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A2 (120 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	24,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,02
Mediana	M _d	3,45
Classazione	σ	2,03
Asimmetria	S _{ki}	0,53
Appuntimento	K _c	1,71

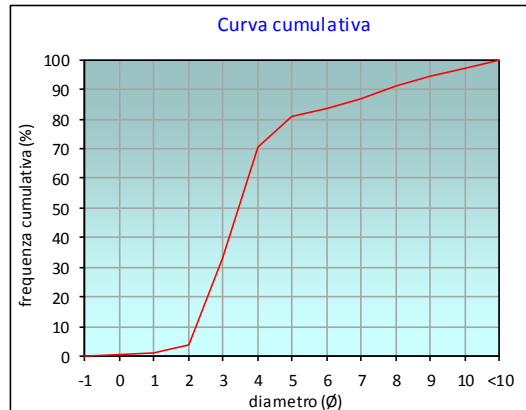
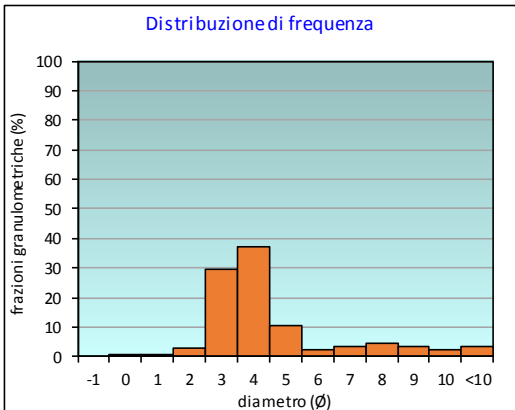
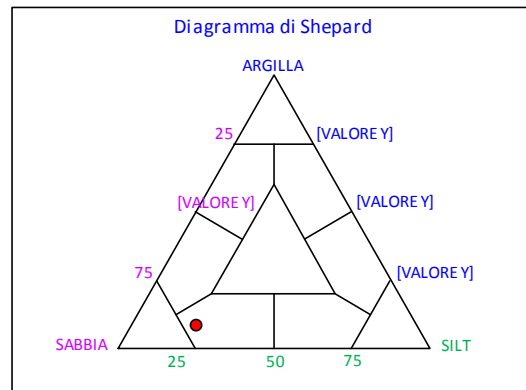
PERCENTILE	∅
5	2,04
16	2,42
25	2,73
50	3,45
75	4,44
84	6,20
95	9,22

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,4	0,4
SABBIA	1	500	0,7	1,1
	2	250	2,6	3,8
	3	125	29,3	33,1
	4	62,5	37,3	70,4
LIMO	5	31,2	10,4	80,8
	6	15,6	2,6	83,4
	7	7,8	3,3	86,6
	8	3,9	4,5	91,1
ARGILLA	9	2	3,4	94,5
	10	0,98	2,4	96,9
	<10	<0,98	3,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	70,4	20,7	8,9

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A3 (60 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	36,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

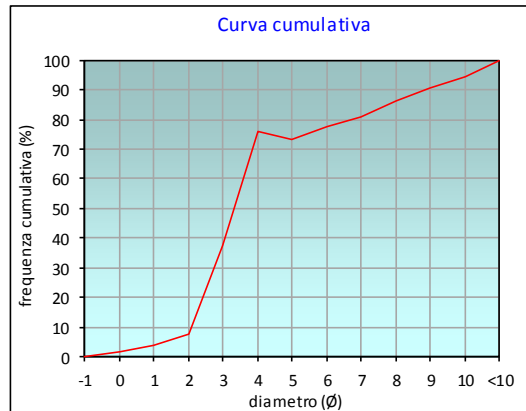
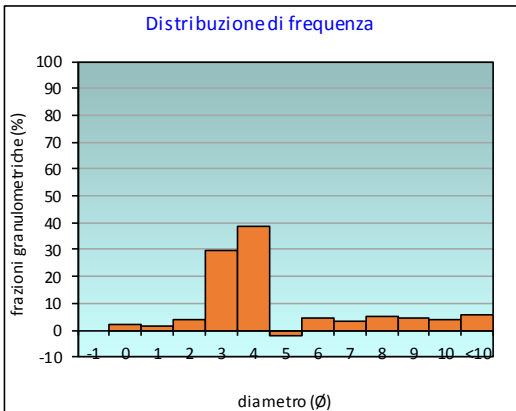
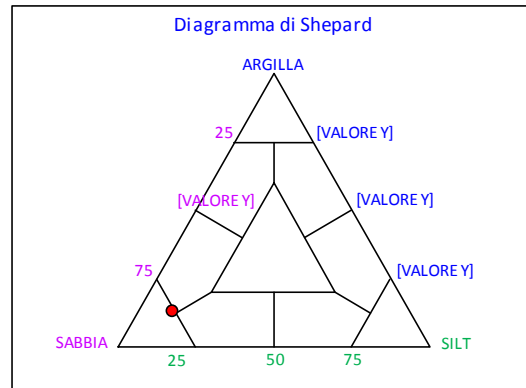
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,39	5	1,37
Mediana	Md	3,33	16	2,29
Classazione	σ	2,64	25	2,59
Asimmetria	S _{ki}	0,58	50	3,33
Appuntimento	K _a	2,57	75	3,98
			84	7,56
			95	10,09

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,9	1,9
SABBIA	1	500	1,7	3,6
	2	250	3,9	7,4
	3	125	29,8	37,3
	4	62,5	38,4	75,7
LIMO	5	31,2	2,3	73,4
	6	15,6	4,3	77,7
	7	7,8	3,3	81,0
	8	3,9	5,4	86,4
ARGILLA	9	2	4,4	90,7
	10	0,98	3,8	94,5
	<10	<0,98	5,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	75,7	10,7	13,6

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A4 (30 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	28,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

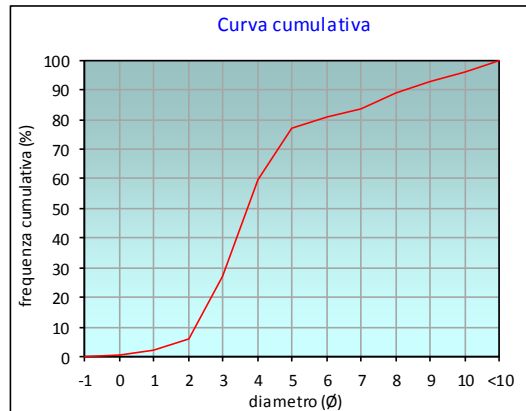
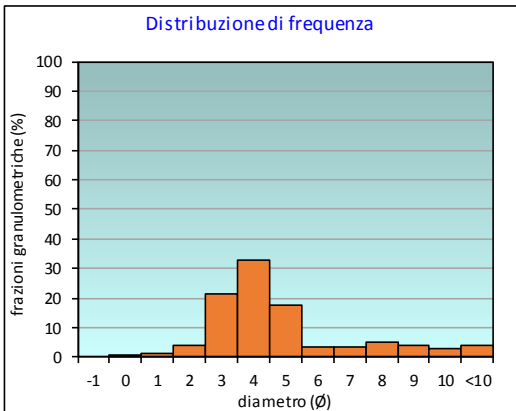
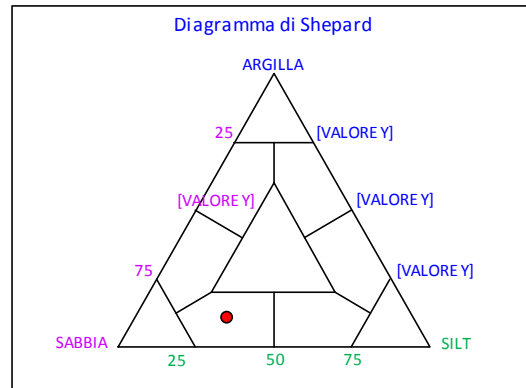
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,41	5	1,77
Mediana	Md	3,70	16	2,48
Classazione	σ	2,34	25	2,90
Asimmetria	S _{sk}	0,49	50	3,70
Appuntimento	K _g	1,64	75	4,87
			84	7,06
			95	9,65

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,6	0,6
	1	500	1,4	2,1
	2	250	3,8	5,9
	3	125	21,2	27,1
LIMO	4	62,5	32,6	59,7
	5	31,2	17,6	77,2
	6	15,6	3,3	80,6
	7	7,8	3,1	83,7
ARGILLA	8	3,9	5,2	88,9
	9	2	4,2	93,0
	10	0,98	3,0	96,1
	<10	<0,98	3,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	59,7	29,2	11,1

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione BO NW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	21,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

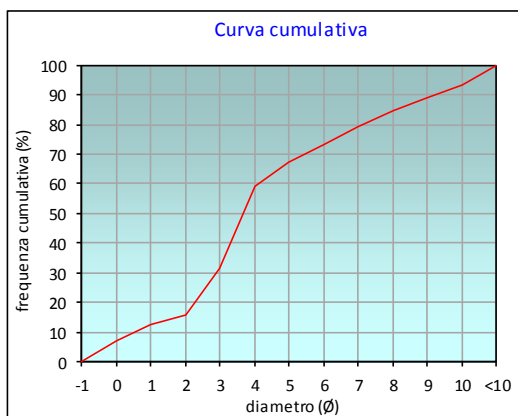
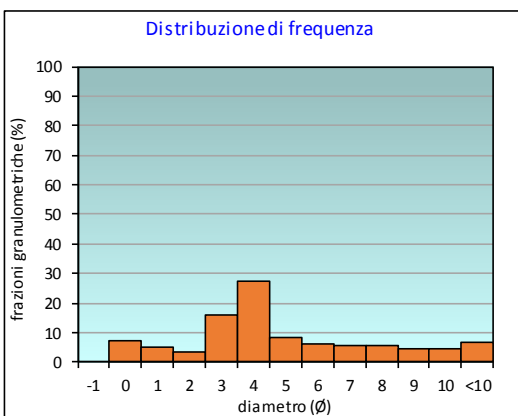
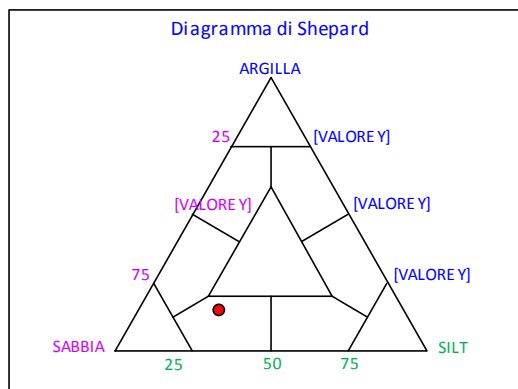
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,52	5	-0,32
Mediana	Md	3,66	16	2,00
Classazione	σ	3,07	25	2,57
Asimmetria	S _{sk}	0,34	50	3,66
Appuntimento	K _a	1,18	75	6,26
			84	7,88
			95	10,27

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	7,3	7,3
SABBIA	1	500	5,1	12,4
	2	250	3,5	15,9
	3	125	15,8	31,7
	4	62,5	27,5	59,2
LIMO	5	31,2	8,1	67,4
	6	15,6	6,1	73,5
	7	7,8	5,8	79,3
	8	3,9	5,4	84,7
ARGILLA	9	2	4,3	88,9
	10	0,98	4,2	93,2
	<10	<0,98	6,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	59,2	25,4	15,3

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione BO SE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	27,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	3,84	5	1,56
Mediana	Md	3,43	16	2,37
Classazione	σ	2,07	25	2,72
Asimmetria	S _{sk}	0,45	50	3,43
Appuntimento	K _a	2,25	75	4,20
			84	5,72
			95	9,68

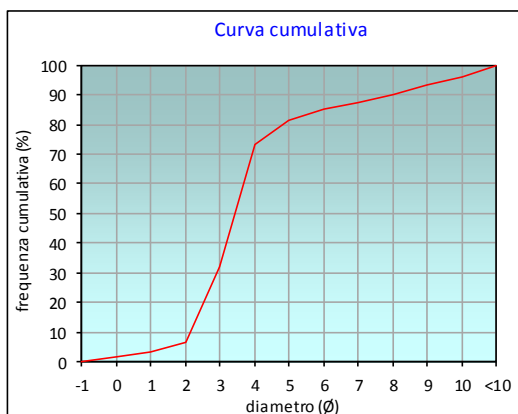
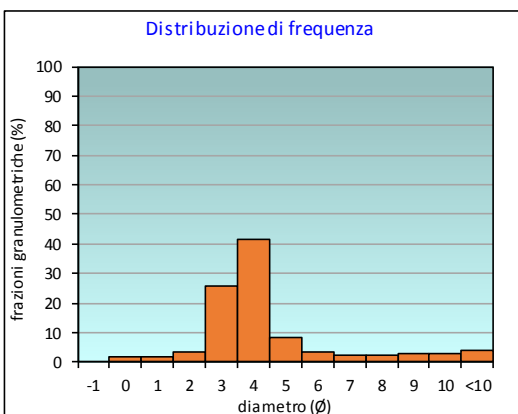
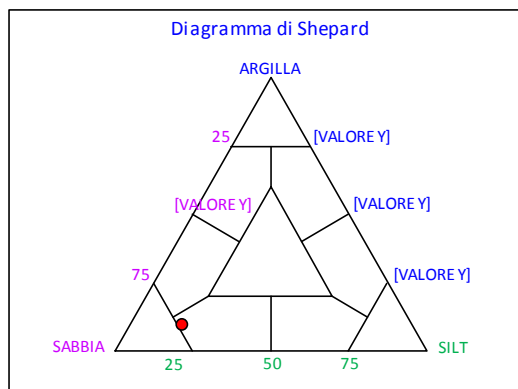
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,5	1,5
SABBIA	1	500	1,5	3,0
	2	250	3,5	6,5
	3	125	25,6	32,1
	4	62,5	41,3	73,4
LIMO	5	31,2	8,1	81,5
	6	15,6	3,5	85,0
	7	7,8	2,5	87,5
	8	3,9	2,4	90,0
ARGILLA	9	2	3,1	93,0
	10	0,98	2,9	95,9
	<10	<0,98	4,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	73,4	16,6	10,0

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

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 ³)	n.d.
Umidità (%)	23,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,46	5	1,47
Mediana	M _d	3,70	16	2,43
Classazione	σ	2,46	25	2,85
Asimmetria	S _{wi}	0,47	50	3,70
Appuntimento	K _G	1,69	75	4,87
			84	7,24
			95	9,77

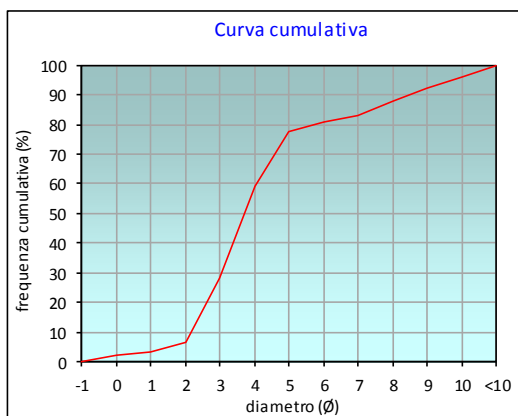
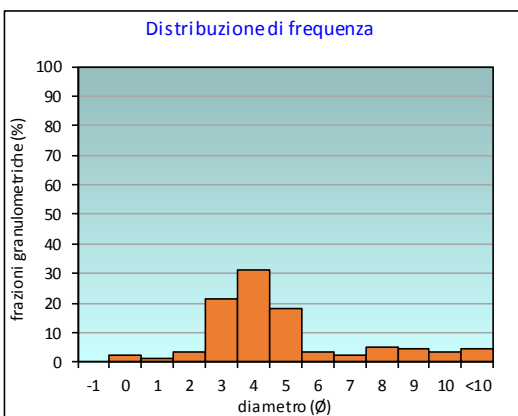
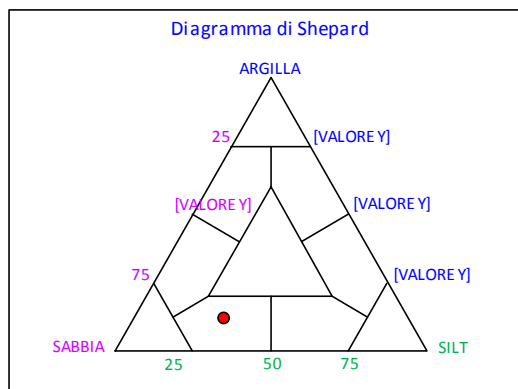
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	2,3	2,3
SABBIA	1	500	1,1	3,4
	2	250	3,4	6,8
	3	125	21,4	28,1
	4	62,5	31,1	59,3
LIMO	5	31,2	18,2	77,4
	6	15,6	3,2	80,6
	7	7,8	2,2	82,8
	8	3,9	5,0	87,8
ARGILLA	9	2	4,6	92,4
	10	0,98	3,3	95,8
	<10	<0,98	4,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	59,3	28,5	12,2

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

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 ³)	n.d.
Umidità (%)	32,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,75
Mediana	M _d	3,75
Classazione	σ	2,58
Asimmetria	S _{ki}	0,56
Appuntimento	K _c	1,04

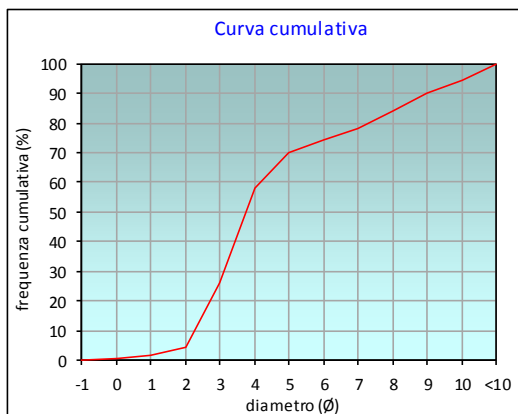
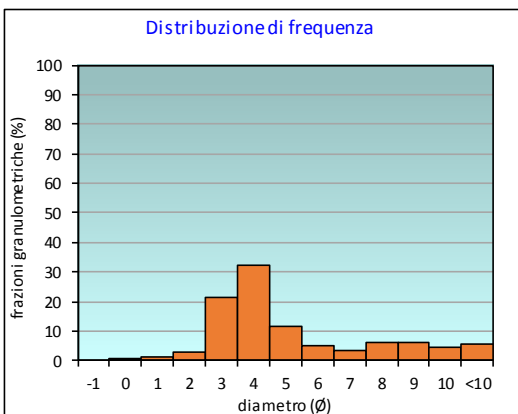
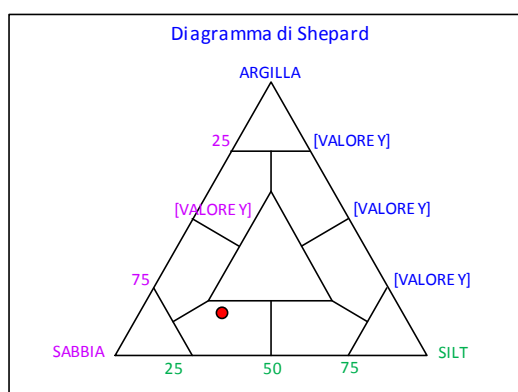
PERCENTILE	Ø
5	2,03
16	2,54
25	2,95
50	3,75
75	6,13
84	7,96
95	10,09

	Ø	µm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,6	0,6
SABBIA	1	500	1,0	1,5
	2	250	2,8	4,4
	3	125	21,6	26,0
	4	62,5	32,0	58,0
LIMO	5	31,2	11,8	69,7
	6	15,6	4,8	74,5
	7	7,8	3,5	78,1
	8	3,9	6,2	84,3
ARGILLA	9	2	5,9	90,2
	10	0,98	4,4	94,5
	<10	<0,98	5,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	58,0	26,3	15,7

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 µm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica



Stazione A7 (120 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	38,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

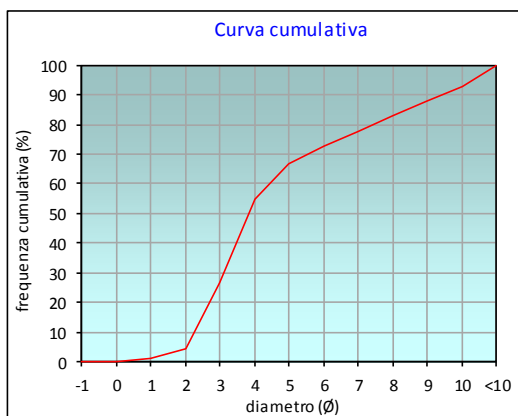
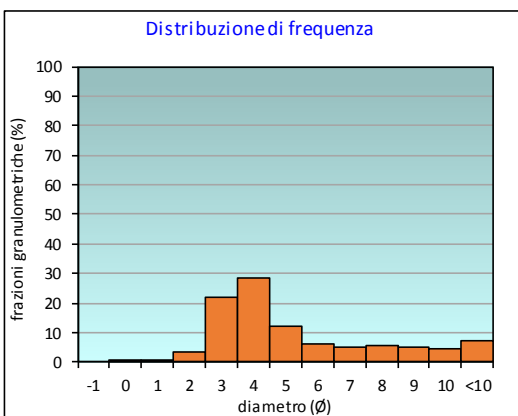
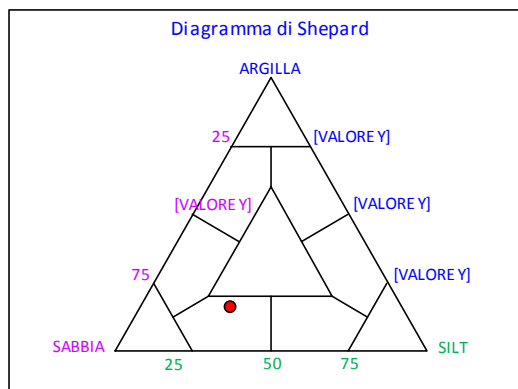
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,84	5	2,02
Mediana	Md	3,83	16	2,52
Classazione	σ	2,67	25	2,94
Asimmetria	S _{ki}	0,55	50	3,83
Appuntimento	K _a	0,97	75	6,44
			84	8,16
			95	10,31

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,9	1,2
	2	250	3,4	4,6
	3	125	21,8	26,4
	4	62,5	28,5	54,9
LIMO	5	31,2	12,1	66,9
	6	15,6	5,9	72,8
	7	7,8	5,0	77,8
	8	3,9	5,4	83,2
ARGILLA	9	2	4,8	88,0
	10	0,98	4,7	92,7
	<10	<0,98	7,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	54,9	28,3	16,8

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica



Stazione A8 (250 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	35,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

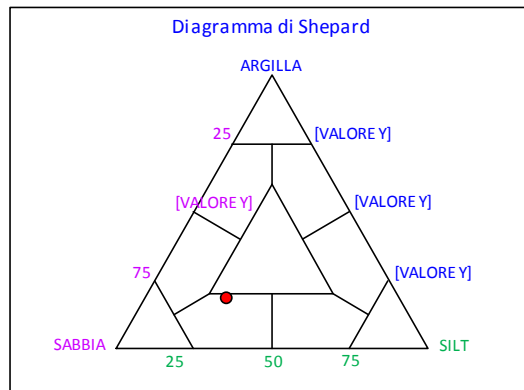
PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,97
Mediana	M _d	3,84
Classazione	σ	2,70
Asimmetria	S _{ki}	0,58
Appuntimento	K _c	0,84

PERCENTILE	∅
5	2,08
16	2,64
25	3,06
50	3,84
75	7,10
84	8,45
95	10,34

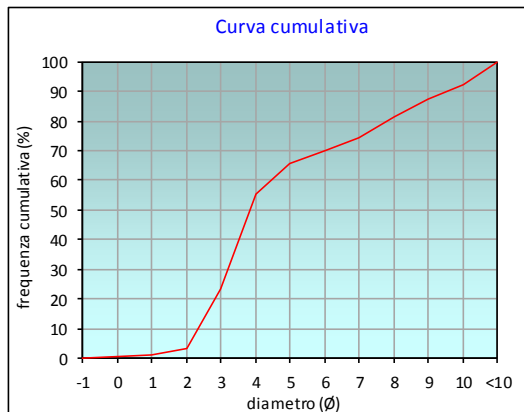
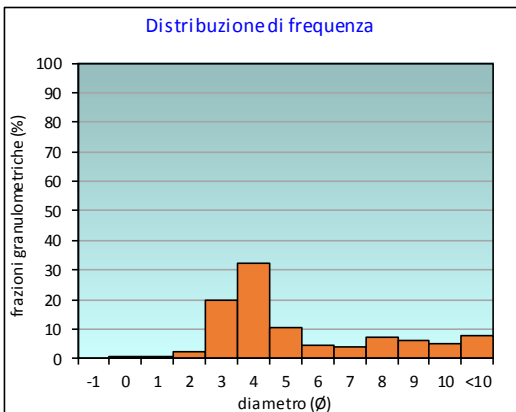
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,6	0,9
	2	250	2,5	3,4
	3	125	19,8	23,2
	4	62,5	32,1	55,2
LIMO	5	31,2	10,4	65,6
	6	15,6	4,6	70,2
	7	7,8	4,1	74,3
	8	3,9	7,0	81,3
ARGILLA	9	2	6,0	87,3
	10	0,98	5,1	92,4
	<10	<0,98	7,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	55,2	26,1	18,7

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni



CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione B1 (250 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	33,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

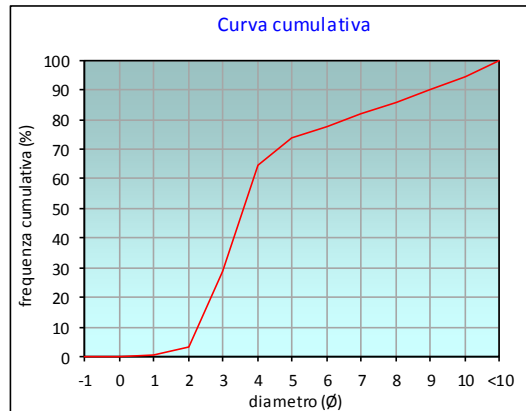
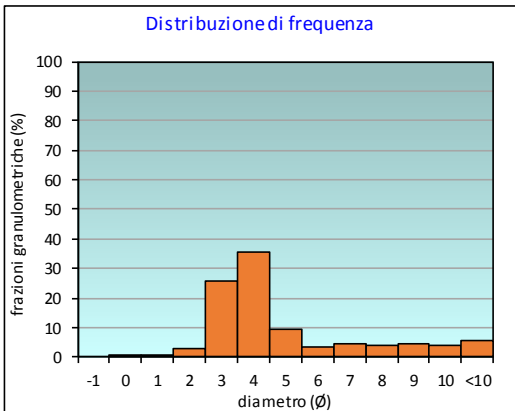
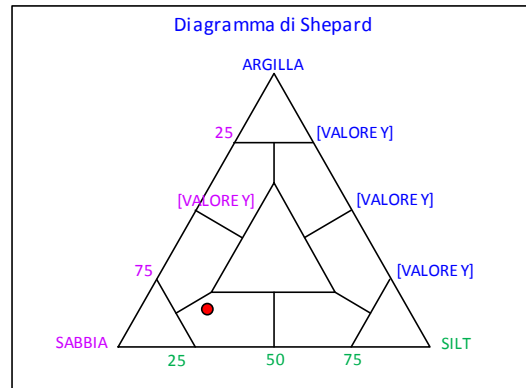
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,56	5	2,07
Mediana	Md	3,59	16	2,50
Classazione	σ	2,49	25	2,84
Asimmetria	S _{sk}	0,60	50	3,59
Appuntimento	K _a	1,33	75	5,33
			84	7,59
			95	10,11

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,5	0,6
	2	250	2,6	3,2
	3	125	25,9	29,0
LIMO	4	62,5	35,5	64,5
	5	31,2	9,4	73,8
	6	15,6	3,5	77,4
	7	7,8	4,3	81,7
ARGILLA	8	3,9	3,9	85,6
	9	2	4,7	90,3
	10	0,98	4,1	94,4
	<10	<0,98	5,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	64,5	21,1	14,4

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione B2 (120 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	36,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	5,06
Mediana	M _d	3,97
Classazione	σ	2,68
Asimmetria	S _{ki}	0,56
Appuntimento	K _c	0,83

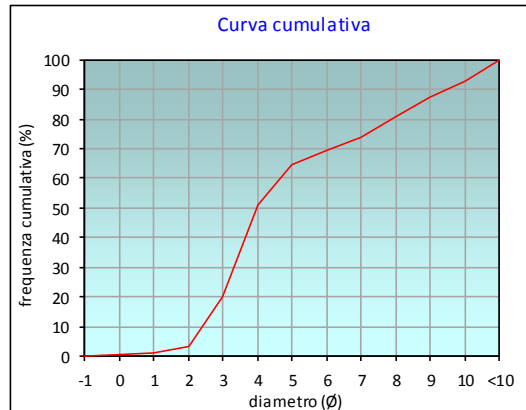
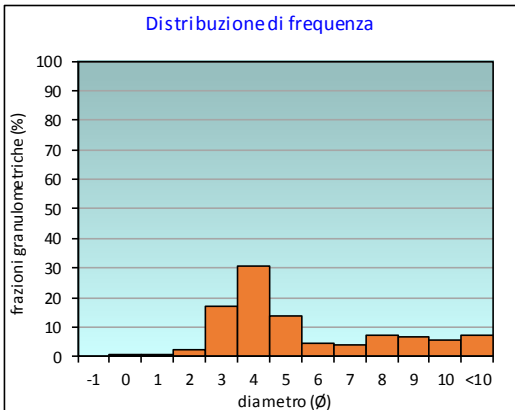
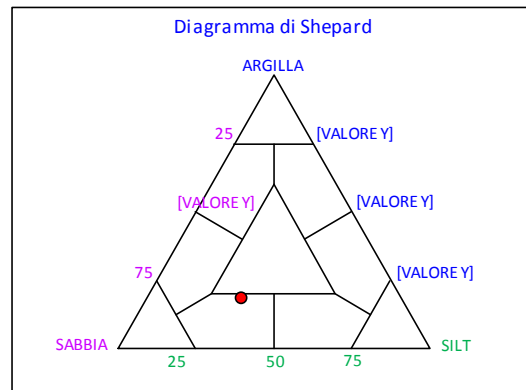
PERCENTILE	Ø
5	2,10
16	2,75
25	3,15
50	3,97
75	7,19
84	8,48
95	10,31

	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	2,3	3,3
	3	125	17,0	20,3
	4	62,5	30,7	51,0
LIMO	5	31,2	13,8	64,8
	6	15,6	4,7	69,6
	7	7,8	4,1	73,6
	8	3,9	7,2	80,9
ARGILLA	9	2	6,5	87,4
	10	0,98	5,3	92,7
	<10	<0,98	7,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	51,0	29,9	19,1

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 µm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione B3 (60 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	33,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,68	5	2,07
Mediana	Md	3,78	16	2,62
Classazione	σ	2,47	25	3,04
Asimmetria	S _{sk}	0,56	50	3,78
Appuntimento	K _g	1,13	75	5,95
			84	7,64
			95	10,08

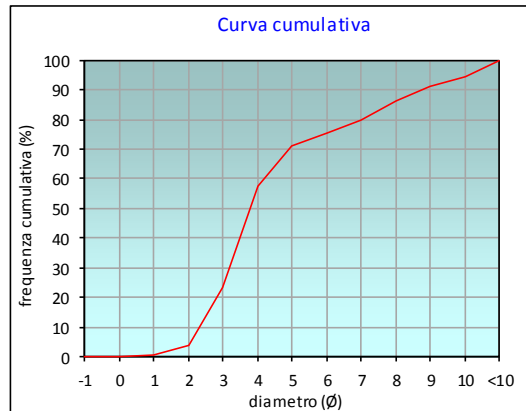
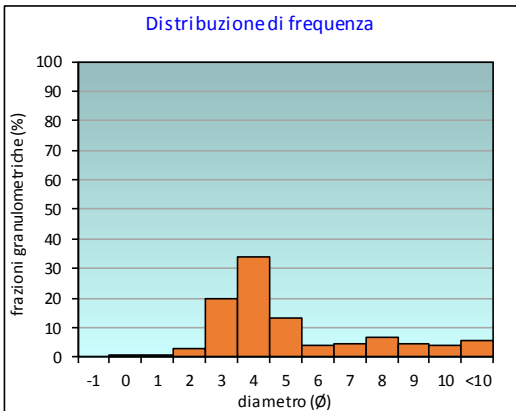
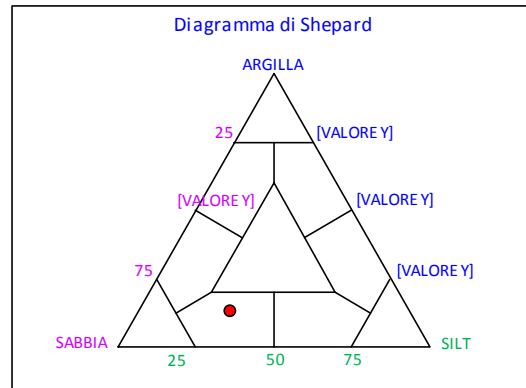
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,6	0,8
	2	250	2,7	3,5
	3	125	19,9	23,5
LIMO	4	62,5	34,1	57,6
	5	31,2	13,5	71,1
	6	15,6	4,1	75,2
	7	7,8	4,5	79,8
ARGILLA	8	3,9	6,7	86,4
	9	2	4,5	90,9
	10	0,98	3,7	94,6
	<10	<0,98	5,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	57,6	28,8	13,6

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione B4 (30 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	25,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

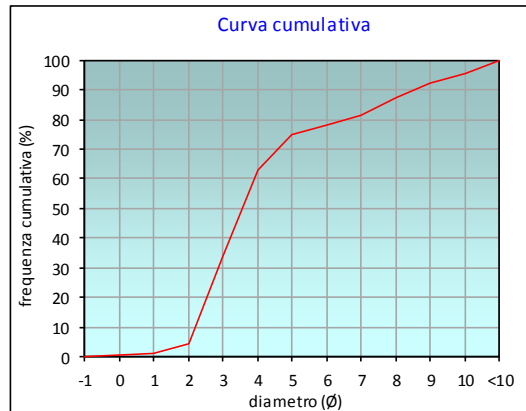
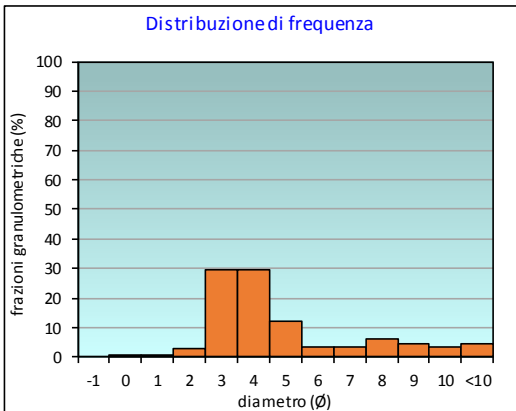
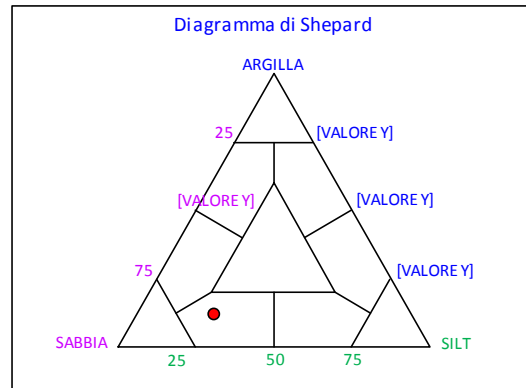
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,46	5	2,03
Mediana	M _d	3,56	16	2,40
Classazione	σ	2,44	25	2,71
Asimmetria	S _w	0,58	50	3,56
Appuntimento	K _a	1,41	75	5,00
			84	7,41
			95	9,90

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,4	0,4
	1	500	0,9	1,3
	2	250	2,9	4,2
	3	125	29,4	33,6
LIMO	4	62,5	29,5	63,1
	5	31,2	11,9	75,0
	6	15,6	3,4	78,4
	7	7,8	3,2	81,5
ARGILLA	8	3,9	6,0	87,5
	9	2	4,4	92,0
	10	0,98	3,4	95,3
	<10	<0,98	4,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	63,1	24,4	12,5

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione BO NE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	32,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

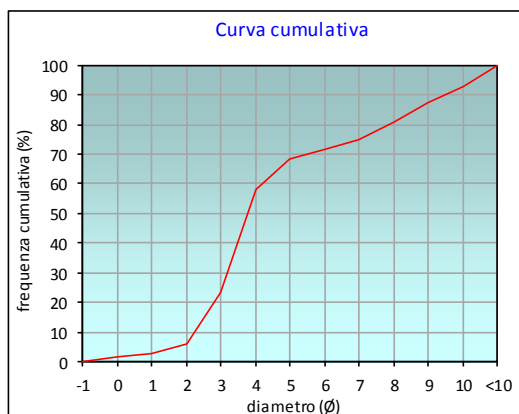
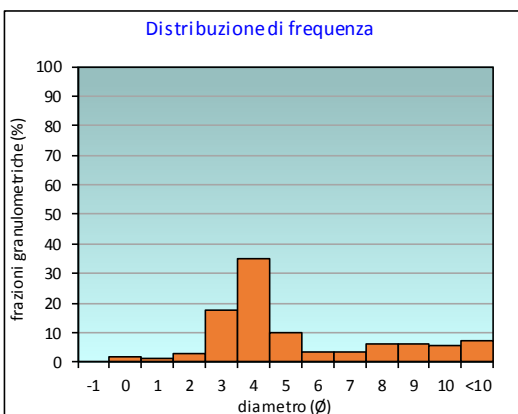
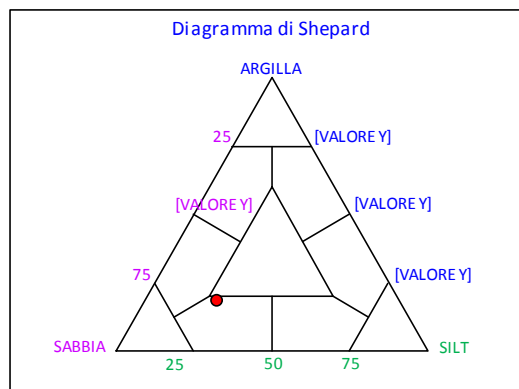
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,94	5	1,71
Mediana	Md	3,76	16	2,58
Classazione	σ	2,78	25	3,04
Asimmetria	S _{sk}	0,56	50	3,76
Appuntimento	K _a	0,89	75	7,02
			84	8,49
			95	10,33

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,5	1,5
SABBIA	1	500	1,4	2,9
	2	250	2,9	5,8
	3	125	17,6	23,5
	4	62,5	34,8	58,3
LIMO	5	31,2	10,2	68,5
	6	15,6	3,2	71,7
	7	7,8	3,2	74,9
	8	3,9	6,0	80,9
ARGILLA	9	2	6,4	87,3
	10	0,98	5,3	92,6
	<10	<0,98	7,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	58,3	22,6	19,1

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione BO SW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	26,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	3,93
Mediana	M _d	3,42
Classazione	σ	2,15
Asimmetria	S _{ki}	0,44
Appuntimento	K _c	2,44

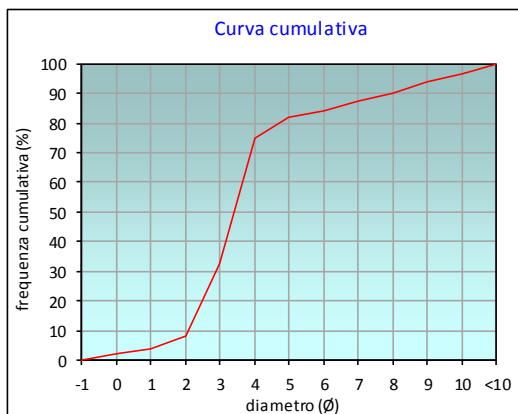
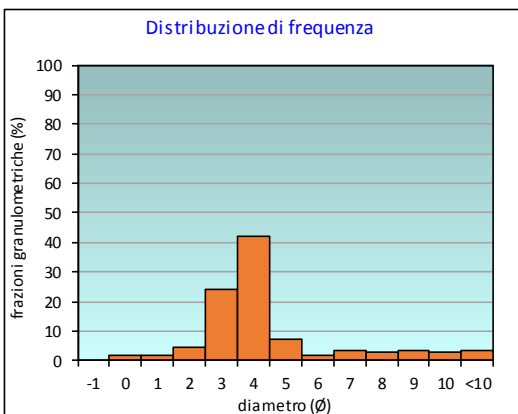
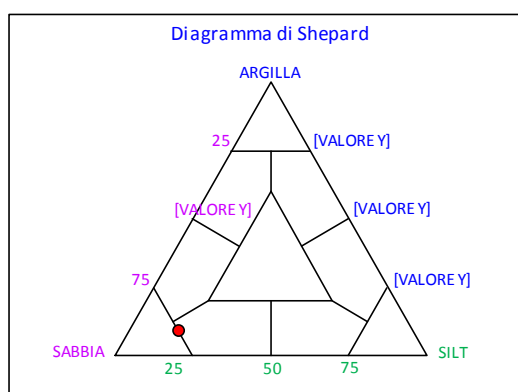
PERCENTILE	∅
5	1,31
16	2,33
25	2,70
50	3,42
75	4,06
84	6,03
95	9,38

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	2,0	2,0
SABBIA	1	500	1,7	3,7
	2	250	4,3	8,0
	3	125	24,3	32,3
	4	62,5	42,3	74,6
LIMO	5	31,2	7,3	81,9
	6	15,6	2,0	83,9
	7	7,8	3,6	87,5
	8	3,9	2,8	90,3
ARGILLA	9	2	3,6	93,9
	10	0,98	2,8	96,7
	<10	<0,98	3,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	74,6	15,7	9,7

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



tazione B5 (30 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	28,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,13	5	1,75
Mediana	Md	3,45	16	2,36
Classazione	σ	2,20	25	2,68
Asimmetria	S _{sk}	0,52	50	3,45
Appuntimento	K _g	1,67	75	4,54
			84	6,57
			95	9,33

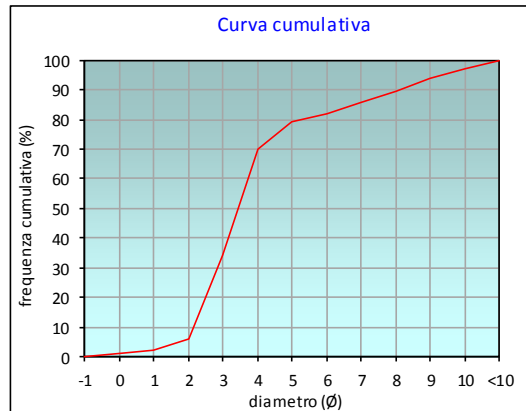
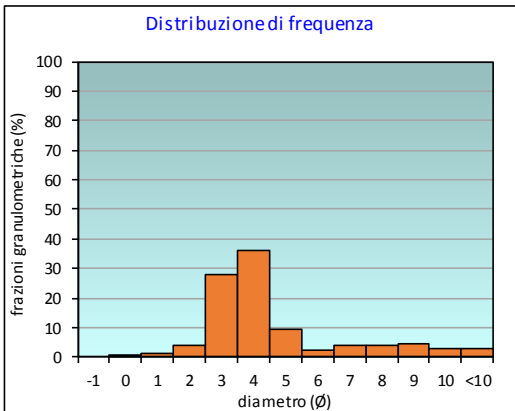
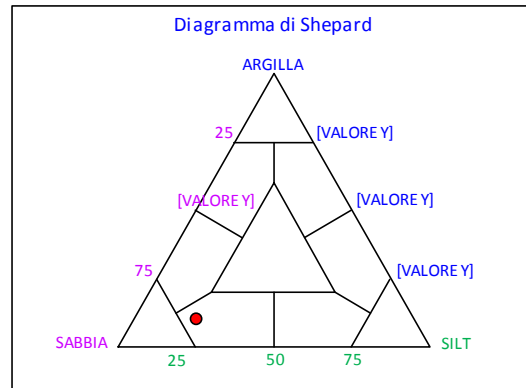
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,8	0,8
SABBIA	1	500	1,3	2,1
	2	250	3,8	5,9
	3	125	28,0	33,9
	4	62,5	36,0	69,9
LIMO	5	31,2	9,5	79,3
	6	15,6	2,5	81,8
	7	7,8	3,8	85,6
	8	3,9	3,8	89,4
ARGILLA	9	2	4,6	94,0
	10	0,98	3,1	97,0
	<10	<0,98	3,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	69,9	19,5	10,6

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

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 ³)	n.d.
Umidità (%)	27,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

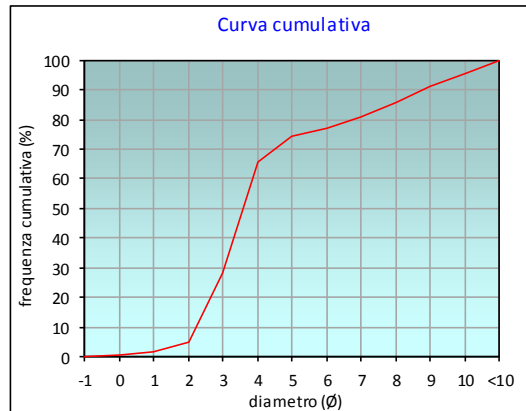
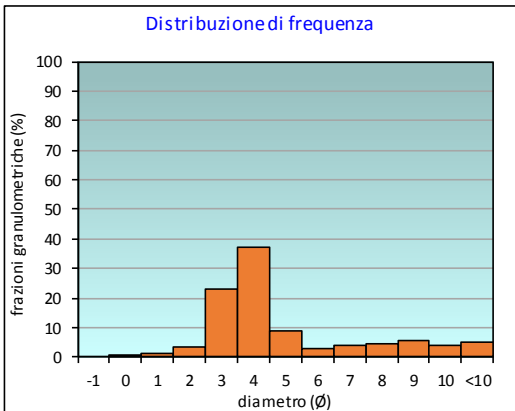
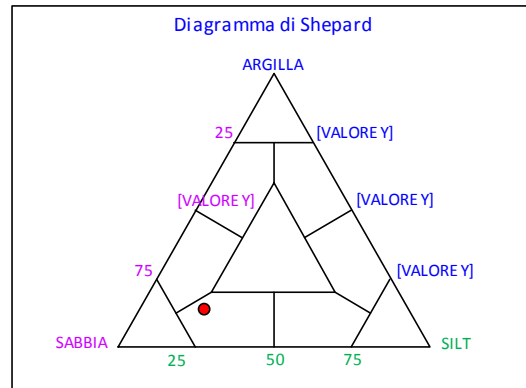
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,57	5	2,00
Mediana	Md	3,58	16	2,48
Classazione	σ	2,50	25	2,86
Asimmetria	S _{wi}	0,59	50	3,58
Appuntimento	K _G	1,37	75	5,24
			84	7,64
			95	9,95

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,6	0,6
	1	500	1,0	1,6
	2	250	3,3	4,9
	3	125	23,2	28,2
LIMO	4	62,5	37,4	65,6
	5	31,2	8,8	74,3
	6	15,6	2,8	77,2
	7	7,8	3,9	81,0
ARGILLA	8	3,9	4,6	85,7
	9	2	5,5	91,1
	10	0,98	4,1	95,2
	<10	<0,98	4,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	65,6	20,1	14,3

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione B7 (120 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	33,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

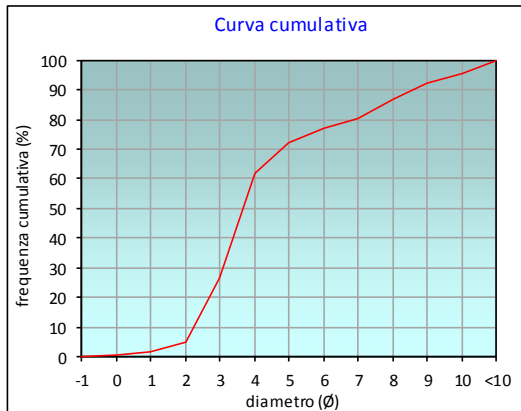
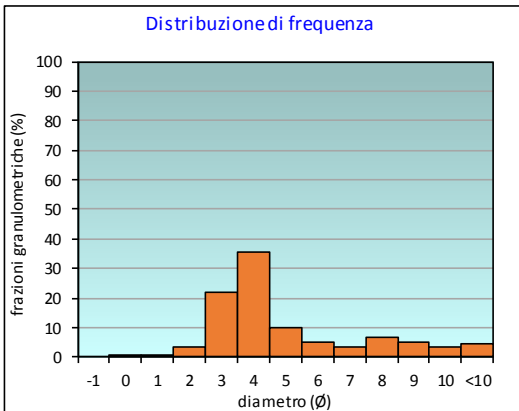
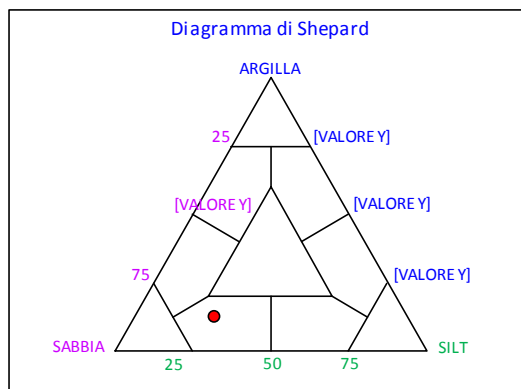
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,57	5	2,00
Mediana	Md	3,66	16	2,51
Classazione	σ	2,45	25	2,92
Asimmetria	S _{ki}	0,56	50	3,66
Appuntimento	K _a	1,21	75	5,58
			84	7,55
			95	9,85

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,7	0,7
SABBIA	1	500	0,9	1,6
	2	250	3,4	5,0
	3	125	21,7	26,7
	4	62,5	35,3	62,0
LIMO	5	31,2	10,2	72,2
	6	15,6	4,9	77,0
	7	7,8	3,2	80,2
	8	3,9	6,8	87,0
ARGILLA	9	2	5,0	92,0
	10	0,98	3,5	95,5
	<10	<0,98	4,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	62,0	25,0	13,0

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione B8 (250 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	36,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,96	5	2,01
Mediana	Md	3,87	16	2,63
Classazione	σ	2,69	25	3,08
Asimmetria	S _{wi}	0,56	50	3,87
Appuntimento	K _a	0,85	75	7,06
			84	8,37
			95	10,31

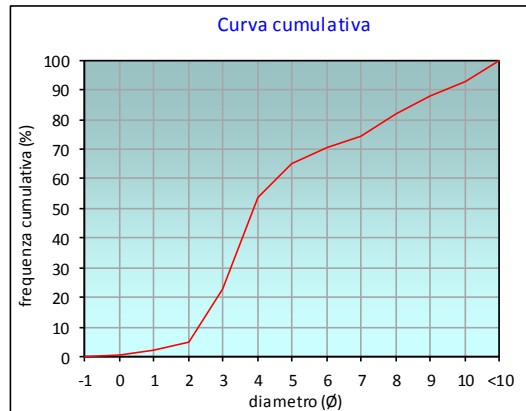
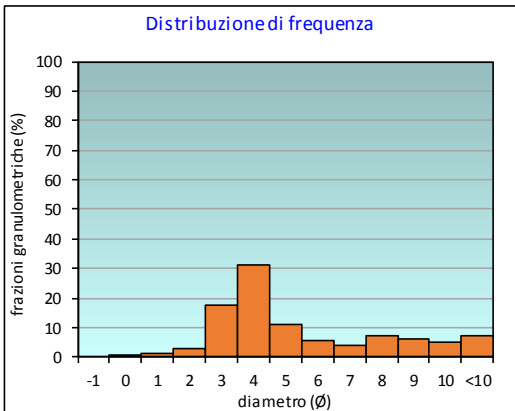
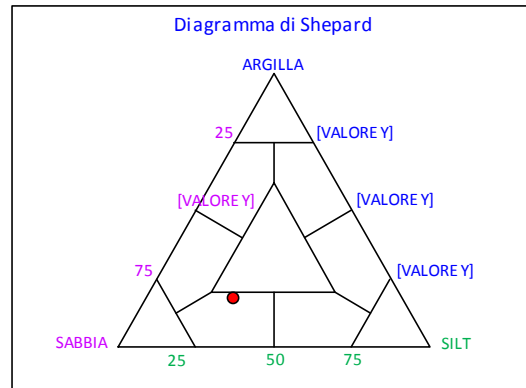
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,7	0,7
	1	500	1,2	1,9
	2	250	2,9	4,9
	3	125	17,7	22,6
LIMO	4	62,5	31,3	53,9
	5	31,2	11,0	64,9
	6	15,6	5,6	70,4
	7	7,8	4,1	74,5
ARGILLA	8	3,9	7,2	81,7
	9	2	6,1	87,8
	10	0,98	5,0	92,8
	<10	<0,98	7,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	53,9	27,8	18,3

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione K1

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm ³)		n.d.
Umidità (%)		28,9
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,50
Mediana	M _d	3,53
Classazione	σ	2,62
Asimmetria	S _{ki}	0,54
Appuntimento	K _G	1,60

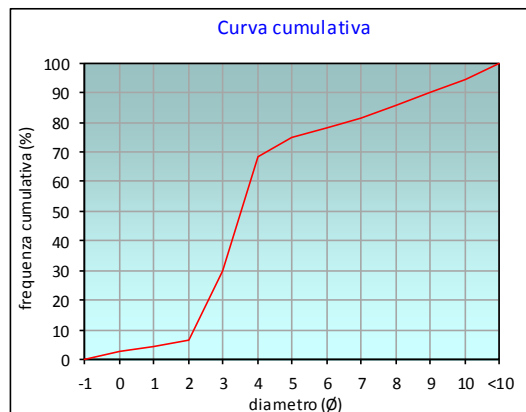
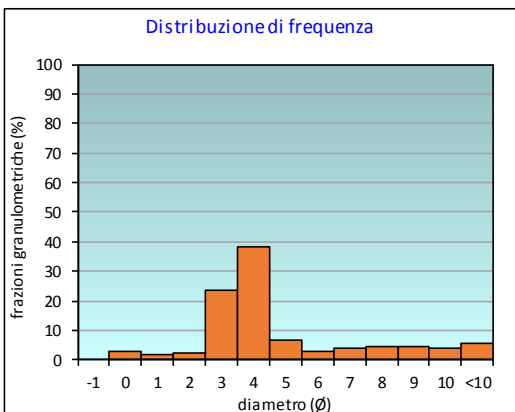
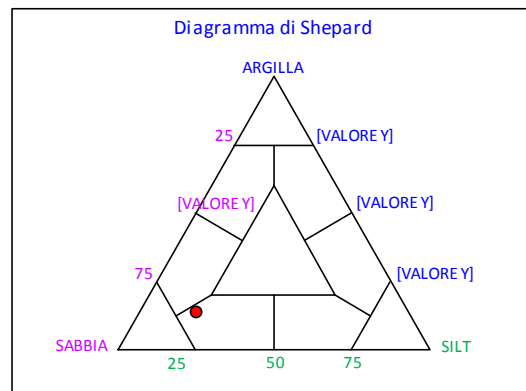
PERCENTILE	φ
5	1,38
16	2,41
25	2,79
50	3,53
75	5,04
84	7,57
95	10,14

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	2,6	2,6
SABBIA	1	500	1,6	4,2
	2	250	2,2	6,4
	3	125	23,5	29,9
	4	62,5	38,3	68,2
LIMO	5	31,2	6,7	74,9
	6	15,6	3,0	77,9
	7	7,8	3,7	81,5
	8	3,9	4,3	85,8
ARGILLA	9	2	4,4	90,2
	10	0,98	4,0	94,2
	<10	<0,98	5,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	68,2	17,7	14,2

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione K2

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	27,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,42	5	2,02
Mediana	Md	3,48	16	2,39
Classazione	σ	2,46	25	2,70
Asimmetria	S _{sk}	0,60	50	3,48
Appuntimento	K _a	1,47	75	4,92
			84	7,39
			95	9,99

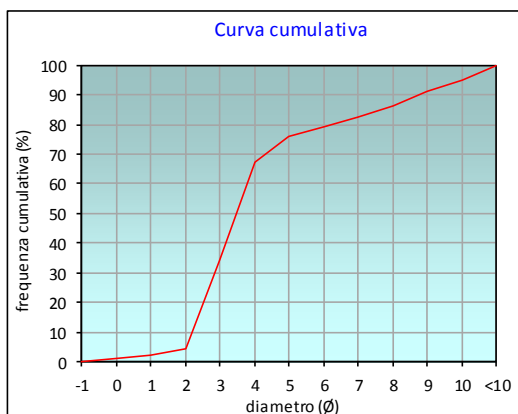
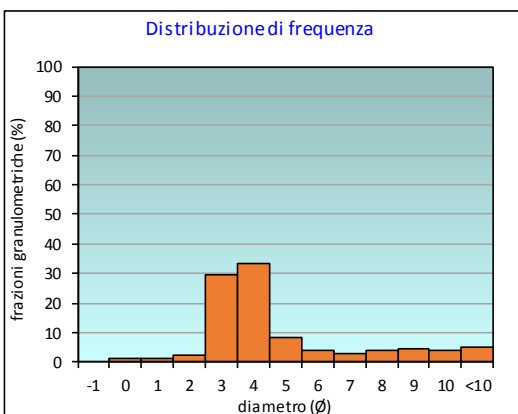
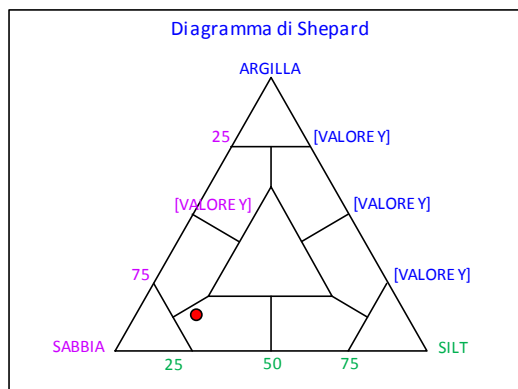
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,0	1,0
SABBIA	1	500	1,2	2,2
	2	250	2,1	4,3
	3	125	29,6	33,9
	4	62,5	33,3	67,2
LIMO	5	31,2	8,4	75,7
	6	15,6	3,7	79,4
	7	7,8	3,1	82,4
	8	3,9	3,9	86,4
ARGILLA	9	2	4,7	91,1
	10	0,98	3,9	95,0
	<10	<0,98	5,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	67,2	19,1	13,6

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione K3

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	29,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

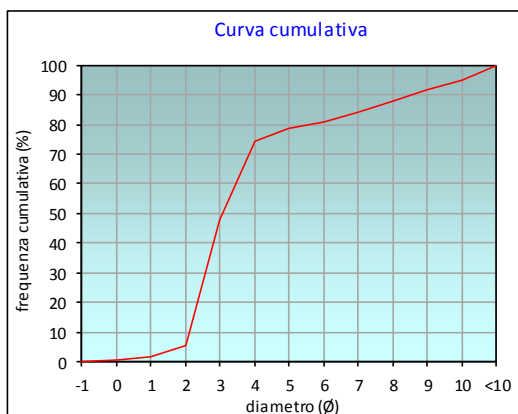
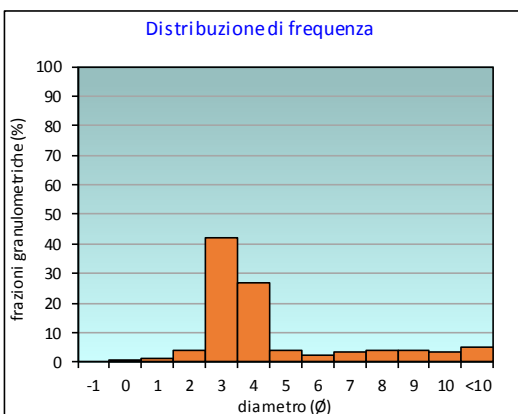
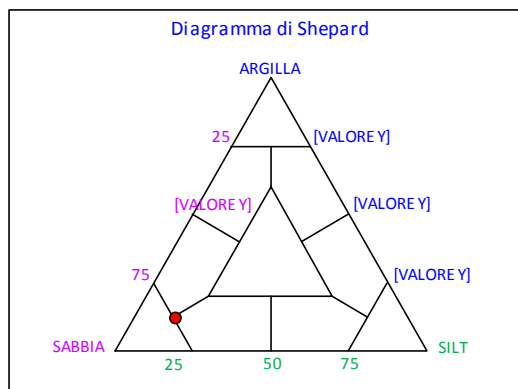
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,10	5	1,85
Mediana	Md	3,09	16	2,25
Classazione	σ	2,41	25	2,46
Asimmetria	S _{sk}	0,67	50	3,09
Appuntimento	K _a	2,00	75	4,13
			84	6,96
			95	10,00

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,6	0,6
SABBIA	1	500	1,1	1,8
	2	250	3,8	5,6
	3	125	42,0	47,6
	4	62,5	26,9	74,5
LIMO	5	31,2	3,9	78,4
	6	15,6	2,6	81,0
	7	7,8	3,2	84,1
	8	3,9	3,7	87,8
ARGILLA	9	2	3,8	91,6
	10	0,98	3,4	95,0
	<10	<0,98	5,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	74,5	13,3	12,2

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione K4

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	44,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	6,20
Mediana	M _d	5,76
Classazione	σ	2,84
Asimmetria	S _{ki}	0,17
Appuntimento	K _c	0,78

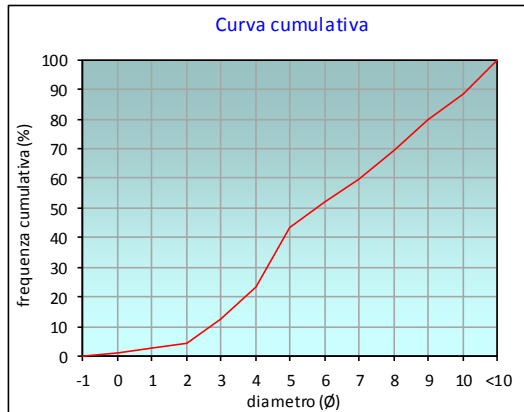
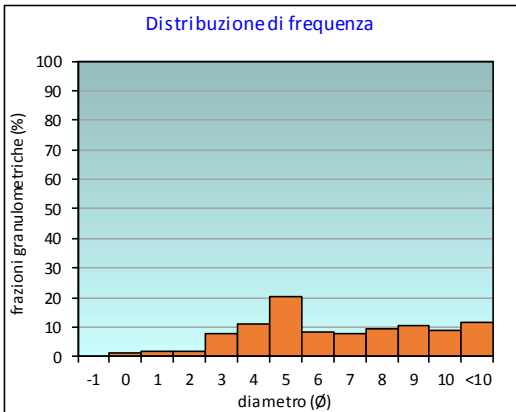
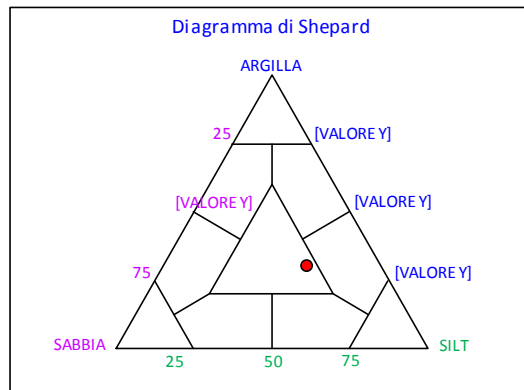
PERCENTILE	∅
5	2,06
16	3,33
25	4,08
50	5,76
75	8,56
84	9,51
95	10,57

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,2	1,2
SABBIA	1	500	1,5	2,6
	2	250	1,9	4,5
	3	125	7,8	12,4
	4	62,5	11,1	23,5
LIMO	5	31,2	20,2	43,6
	6	15,6	8,3	52,0
	7	7,8	7,6	59,6
	8	3,9	9,6	69,2
ARGILLA	9	2	10,4	79,5
	10	0,98	8,8	88,3
	<10	<0,98	11,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	23,5	45,7	30,8

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



ALLEGATO C

SEA-LINE BONACCIA NW - BONACCIA

SCHEDE GRANULOMETRICHE

DEI SITI POSTI LUNGO IL TRANSETTO C E DEI

CONTROLLI K5-K7

2° SURVEY POST LAVORI (2° SEMESTRE 2016)



Stazione C1 (100 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	49,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	5,93	5	0,09
Mediana	M _d	5,97	16	2,33
Classazione	σ	3,38	25	3,44
Asimmetria	S _w	-0,07	50	5,97
Appuntimento	K _a	0,84	75	8,56
			84	9,51
			95	10,58

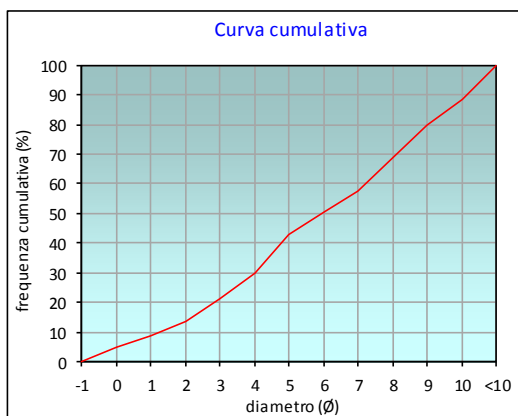
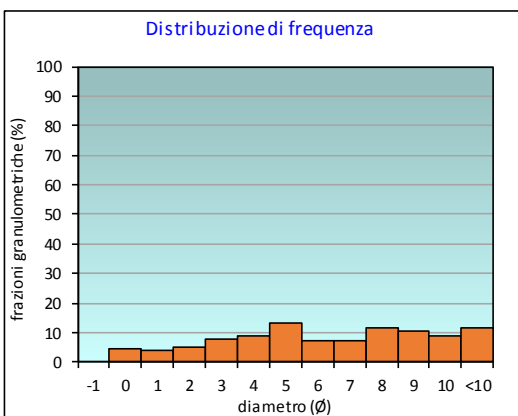
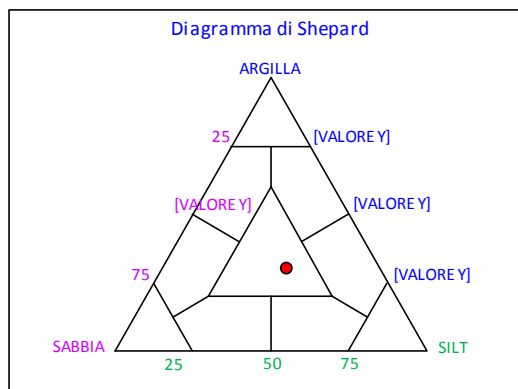
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	4,7	4,7
SABBIA	1	500	4,0	8,6
	2	250	4,9	13,5
	3	125	7,7	21,2
	4	62,5	8,7	29,8
LIMO	5	31,2	13,1	42,9
	6	15,6	7,3	50,3
	7	7,8	7,2	57,4
	8	3,9	11,7	69,1
ARGILLA	9	2	10,5	79,7
	10	0,98	8,6	88,2
	<10	<0,98	11,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	29,8	39,3	30,9

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



Stazione C2 (60 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	36,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

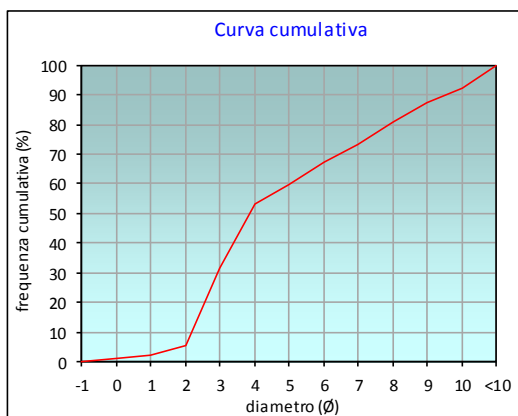
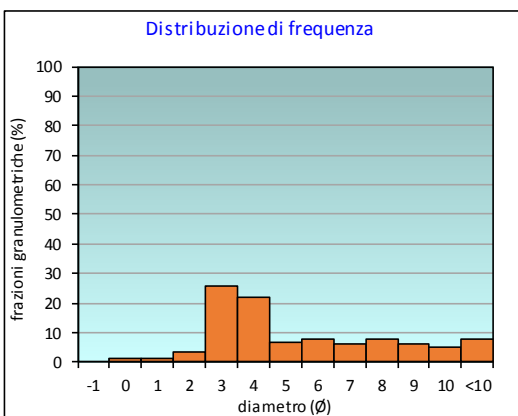
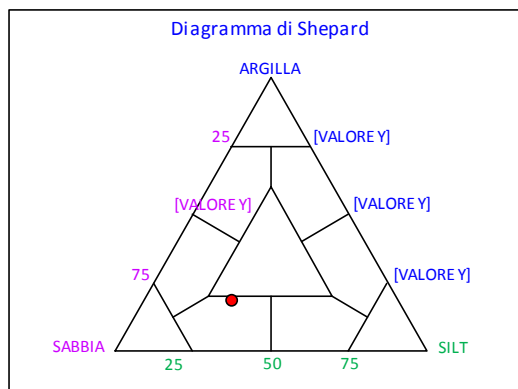
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,92	5	1,80
Mediana	Md	3,86	16	2,40
Classazione	σ	2,81	25	2,75
Asimmetria	S _{sk}	0,52	50	3,86
Appuntimento	K _a	0,79	75	7,21
			84	8,48
			95	10,34

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,0	1,0
SABBIA	1	500	1,3	2,4
	2	250	3,3	5,6
	3	125	25,7	31,3
	4	62,5	21,7	53,0
LIMO	5	31,2	6,6	59,6
	6	15,6	7,9	67,4
	7	7,8	6,0	73,4
	8	3,9	7,6	81,0
ARGILLA	9	2	6,2	87,2
	10	0,98	5,2	92,4
	<10	<0,98	7,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	53,0	28,0	19,0

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione C3 (30 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	34,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

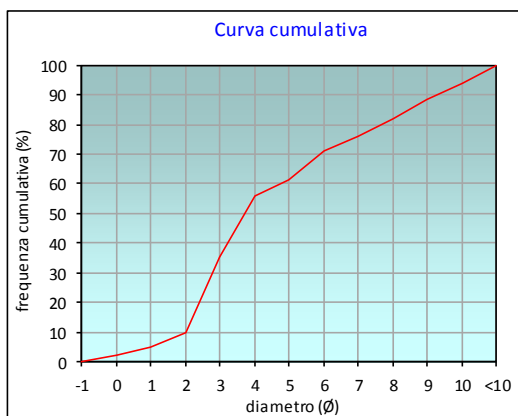
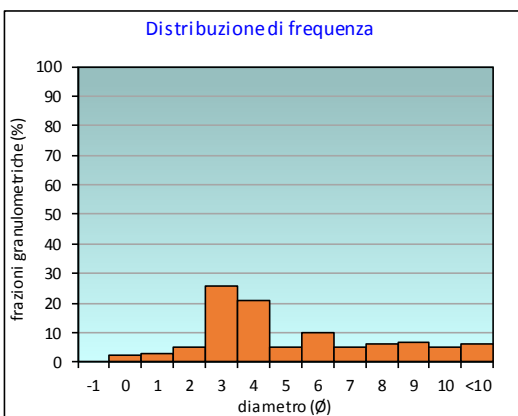
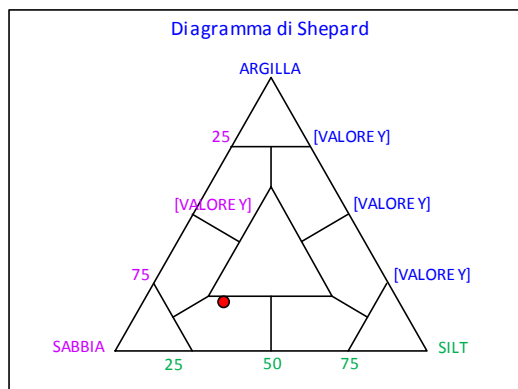
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,77	5	1,07
Mediana	Md	3,71	16	2,25
Classazione	σ	2,91	25	2,60
Asimmetria	S _{sk}	0,47	50	3,71
Appuntimento	K _a	0,88	75	6,85
			84	8,34
			95	10,19

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	2,0	2,0
	1	500	2,6	4,7
	2	250	5,1	9,7
	3	125	25,5	35,2
LIMO	4	62,5	20,8	55,9
	5	31,2	5,3	61,2
	6	15,6	9,7	70,9
	7	7,8	4,8	75,7
ARGILLA	8	3,9	5,9	81,7
	9	2	6,9	88,5
	10	0,98	5,3	93,8
	<10	<0,98	6,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	55,9	25,7	18,3

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione C4 (SEA-LINE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	38,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

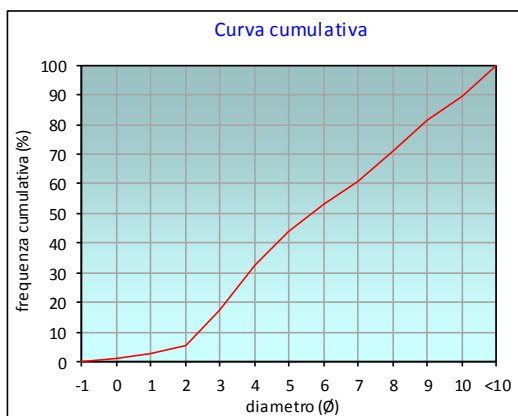
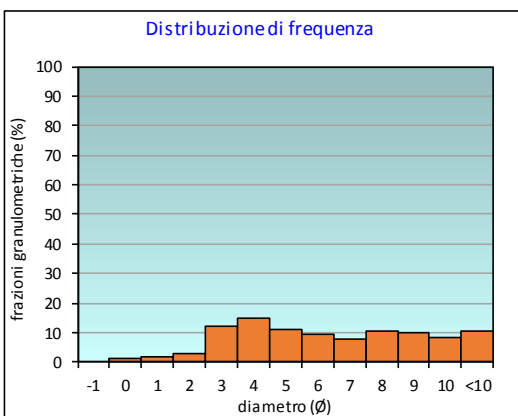
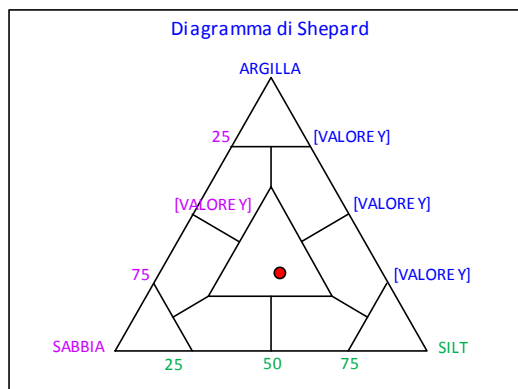
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	5,96	5	1,88
Mediana	Md	5,67	16	2,87
Classazione	σ	2,93	25	3,49
Asimmetria	S _{ki}	0,13	50	5,67
Appuntimento	K _a	0,73	75	8,39
			84	9,34
			95	10,53

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,0	1,0
SABBIA	1	500	1,6	2,7
	2	250	2,7	5,3
	3	125	12,3	17,6
	4	62,5	15,0	32,6
LIMO	5	31,2	11,2	43,8
	6	15,6	9,2	53,0
	7	7,8	7,6	60,7
	8	3,9	10,4	71,1
ARGILLA	9	2	10,1	81,2
	10	0,98	8,0	89,3
	<10	<0,98	10,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	32,6	38,5	28,9

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione C5 (30 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	44,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

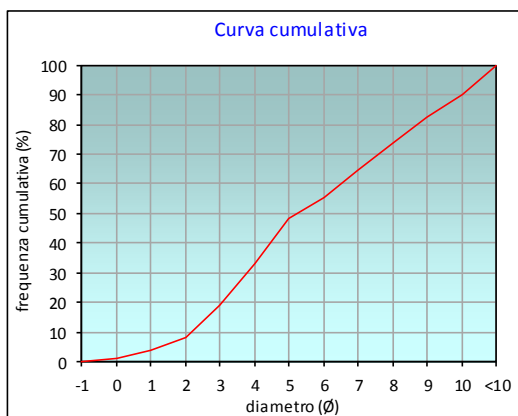
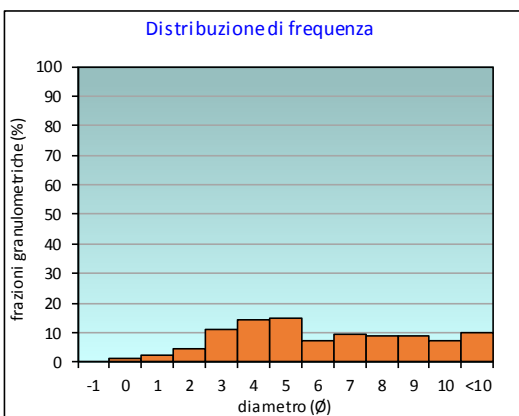
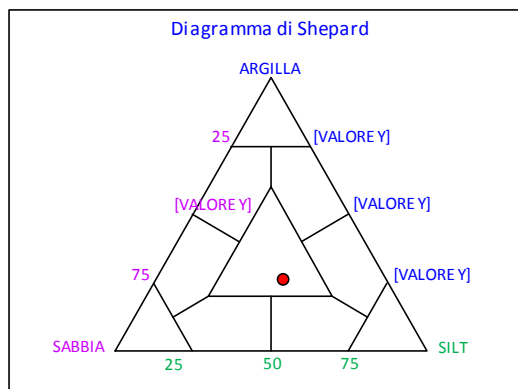
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	5,72	5	1,30
Mediana	Md	5,24	16	2,71
Classazione	σ	3,02	25	3,41
Asimmetria	S _{ki}	0,18	50	5,24
Appuntimento	K _a	0,80	75	8,15
			84	9,22
			95	10,51

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,4	1,4
SABBIA	1	500	2,3	3,7
	2	250	4,3	8,0
	3	125	11,2	19,2
	4	62,5	14,1	33,3
LIMO	5	31,2	14,9	48,2
	6	15,6	7,3	55,6
	7	7,8	9,2	64,8
	8	3,9	9,0	73,7
ARGILLA	9	2	8,7	82,4
	10	0,98	7,4	89,8
	<10	<0,98	10,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	33,3	40,4	26,3

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione C6 (60 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	36,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

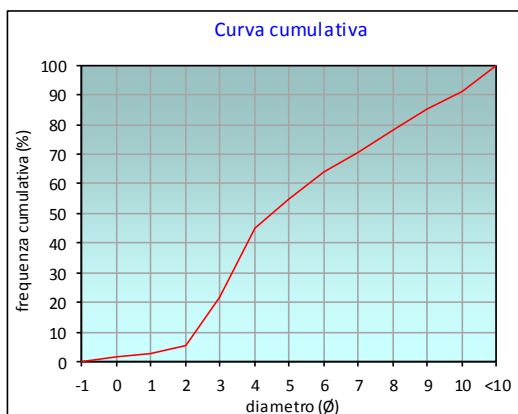
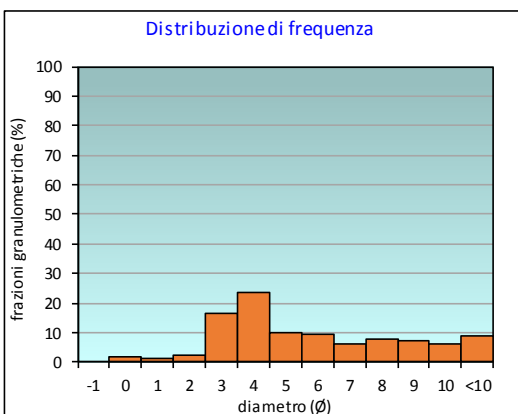
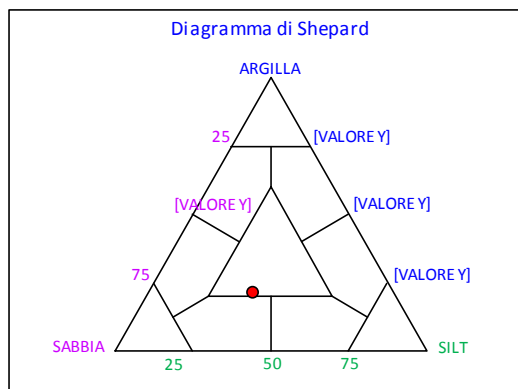
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	5,32	5	1,89
Mediana	M _d	4,50	16	2,65
Classazione	σ	2,83	25	3,13
Asimmetria	S _w	0,39	50	4,50
Appuntimento	K _a	0,79	75	7,59
			84	8,81
			95	10,43

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	1,7	1,7
	1	500	1,3	3,0
	2	250	2,3	5,2
	3	125	16,6	21,9
LIMO	4	62,5	23,3	45,2
	5	31,2	9,7	54,8
	6	15,6	9,4	64,3
	7	7,8	6,1	70,3
ARGILLA	8	3,9	8,0	78,3
	9	2	7,0	85,3
	10	0,98	5,9	91,3
	<10	<0,98	8,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	45,2	33,1	21,7

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione C7 (100 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	34,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	5,00	5	2,10
Mediana	Md	3,98	16	2,60
Classazione	σ	2,70	25	3,01
Asimmetria	S _{wi}	0,53	50	3,98
Appuntimento	K _a	0,82	75	7,12
			84	8,41
			95	10,30

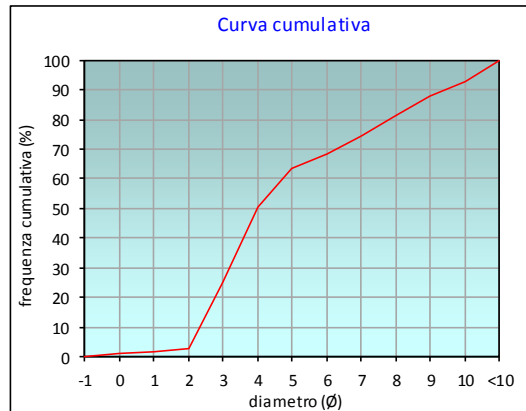
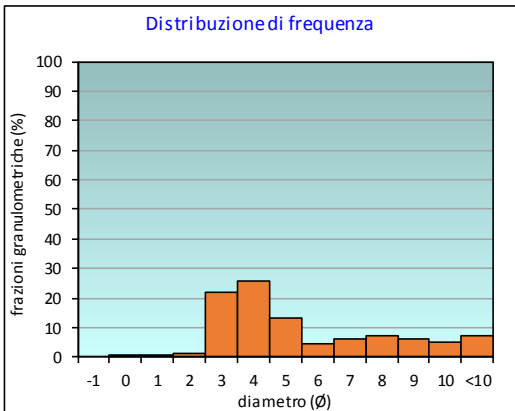
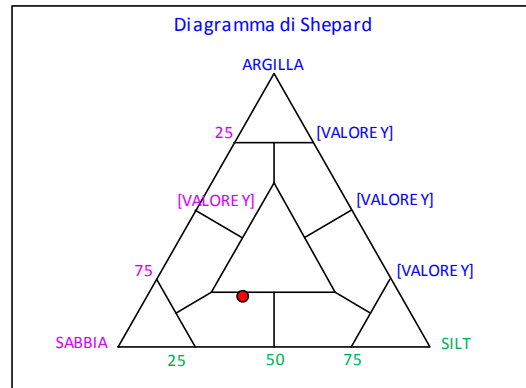
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,9	0,9
SABBIA	1	500	0,6	1,5
	2	250	1,3	2,8
	3	125	22,1	24,9
	4	62,5	25,7	50,6
LIMO	5	31,2	13,0	63,5
	6	15,6	4,7	68,2
	7	7,8	5,9	74,2
	8	3,9	7,2	81,4
ARGILLA	9	2	6,4	87,7
	10	0,98	5,1	92,8
	<10	<0,98	7,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	50,6	30,8	18,6

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione K5

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	24,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,32	5	0,89
Mediana	Md	3,35	16	2,15
Classazione	σ	2,71	25	2,48
Asimmetria	S _{wi}	0,50	50	3,35
Appuntimento	K _a	1,52	75	4,94
			84	7,47
			95	9,98

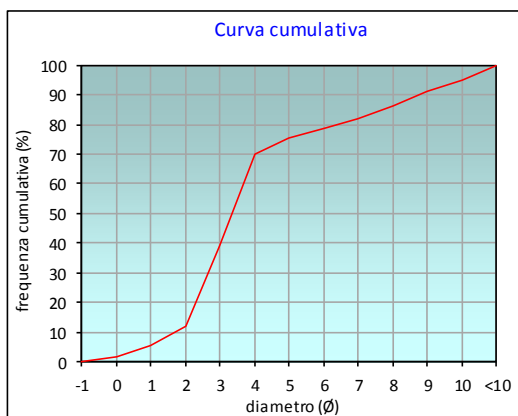
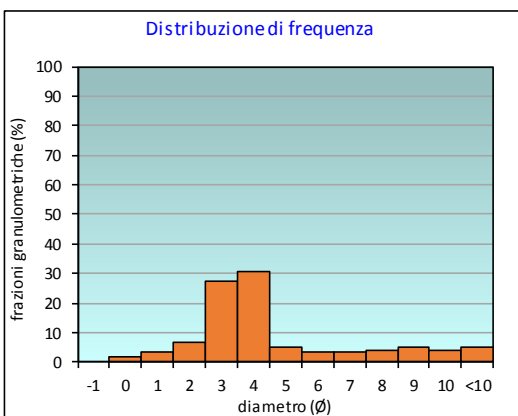
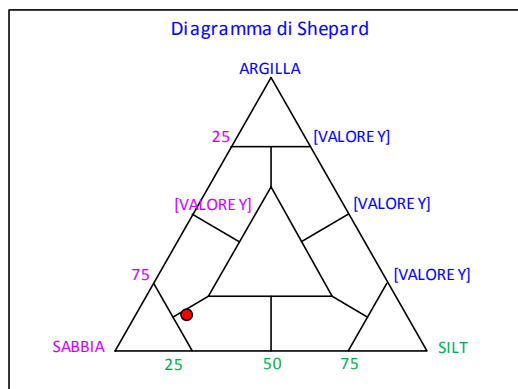
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,9	1,9
SABBIA	1	500	3,5	5,4
	2	250	6,5	11,8
	3	125	27,4	39,2
	4	62,5	30,9	70,1
LIMO	5	31,2	5,2	75,3
	6	15,6	3,3	78,6
	7	7,8	3,5	82,1
	8	3,9	4,2	86,2
ARGILLA	9	2	4,9	91,1
	10	0,98	3,9	95,1
	<10	<0,98	4,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	70,1	16,1	13,8

NOTE

Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione K6

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	26,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

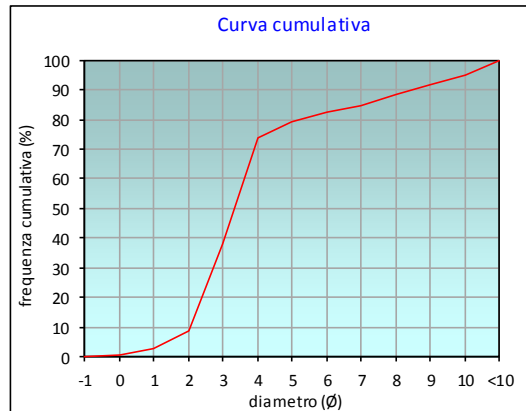
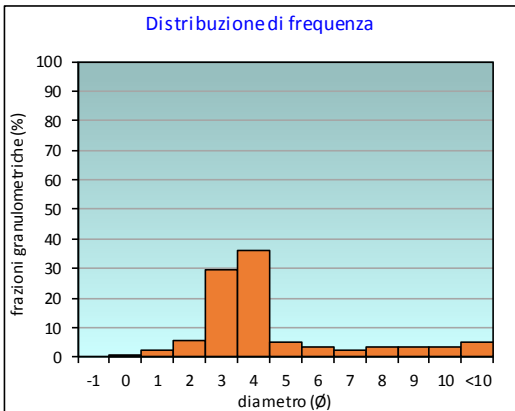
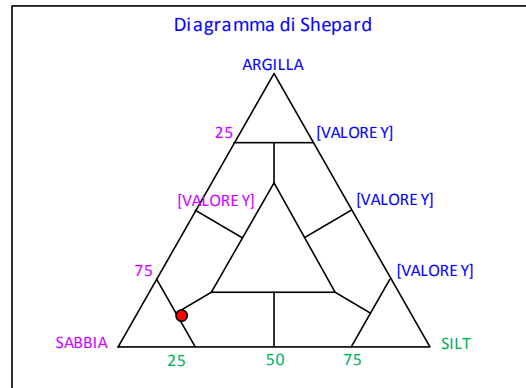
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,09	5	1,38
Mediana	Md	3,34	16	2,26
Classazione	σ	2,41	25	2,56
Asimmetria	S _{ki}	0,53	50	3,34
Appuntimento	K _a	2,10	75	4,24
			84	6,69
			95	9,98

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,8	0,8
SABBIA	1	500	2,0	2,9
	2	250	5,6	8,5
	3	125	29,3	37,8
	4	62,5	35,9	73,7
LIMO	5	31,2	5,2	79,0
	6	15,6	3,6	82,6
	7	7,8	2,1	84,7
	8	3,9	3,6	88,3
ARGILLA	9	2	3,5	91,8
	10	0,98	3,2	95,1
	<10	<0,98	4,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	73,7	14,6	11,7

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione K7

PARAMETRI FISICI		
Pesospecifico (g/cm ³)		n.d.
Umidità (%)		32,6
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,94
Mediana	Md	3,91
Classazione	σ	2,66
Asimmetria	S _{ki}	0,53
Appuntimento	K _a	0,81

PERCENTILE	φ
5	2,03
16	2,57
25	3,01
50	3,91
75	7,08
84	8,34
95	10,08

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,1	1,1
SABBIA	1	500	1,0	2,1
	2	250	2,3	4,4
	3	125	20,2	24,7
	4	62,5	27,9	52,6
LIMO	5	31,2	9,1	61,7
	6	15,6	7,2	68,9
	7	7,8	5,6	74,5
	8	3,9	6,9	81,3
ARGILLA	9	2	7,8	89,2
	10	0,98	5,4	94,5
	<10	<0,98	5,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	52,6	28,8	18,7

NOTE
Le frazioni granulometriche di 250, 500 e 1000 μm, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica

