

ENI S.p.A. - DIVISIONE E&P

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
CAMPO ANNAMARIA B
PIANO NAZIONALE**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA
DALL'INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA
I ANNO DI INDAGINE DURANTE LA FASE DI PRODUZIONE
RAPPORTO FINALE (ESTATE 2010 – INVERNO 2011)**

OPERATORE SCIENTIFICO:
CNR – ISMAR SEDE DI ANCONA

RESPONSABILE SCIENTIFICO:
GIANNA FABI

RAPPORTO A CURA DI:

GIANNA FABI
SEBASTIANO BRUNO
MARCO GIRASOLE
SILVIA MALASPINA
ALESSANDRA SPAGNOLO

LUCA BOLOGNINI
STEFANO DE RANIERI
ALESSIO GOMIERO
CRISTINA NASCI

ANCONA, luglio 2014

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	MATERIALI E METODI	4
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE	5
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	5
2.1.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA	7
2.1.3.	ACCUMULO E DEGRADAZIONE DEGLI IPA NEI SEDIMENTI.....	12
2.1.4.	RILASCIO E ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI ...	13
2.1.5.	ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI SOSTANZE ORGANOSTANNICHE NEI SEDIMENTI	13
2.1.6.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	13
2.1.7.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKERS E INDAGINI ULTRA-STRUTTURALI NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI SOMMERSE DELLA PIATTAFORMA.....	14
2.1.8.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA	15
2.1.8.1	Campionamenti di pesca.....	15
2.1.8.2	Investigazioni acustiche per il rilevamento di banchi di pesce attorno alla piattaforma con Multibeam Echosounder	16
2.1.9.	AVVISTAMENTI DI CETACEI.....	18
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI	19
2.2.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	19
2.2.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	21
2.2.3.	ACCUMULO E DEGRADAZIONE DEGLI IPA NEI SEDIMENTI.....	25
2.2.4.	RILASCIO E ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI ...	26
2.2.5.	ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI SOSTANZE ORGANOSTANNICHE NEI SEDIMENTI	29
2.2.6.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	30
2.2.6.1	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	30
2.2.6.2	<i>Vibrio fischeri</i>	32
2.2.6.3	<i>Corophium orientale</i>	33
2.2.6.4	<i>Acartia tonsa</i>	35
2.2.6.5	<i>Crassostrea gigas</i>	37
2.2.6.6	<i>Hediste diversicolor</i>	38
2.2.7.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKERS E INDAGINI ULTRA-STRUTTURALI NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI SOMMERSE DELLA PIATTAFORMA.....	43
2.2.7.1	Concentrazioni di inquinanti organici e inorganici	43
2.2.7.2	Biomarkers.....	47
2.2.7.3	Indagini ultrastrutturali	59
2.2.8.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	64
2.2.9.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA	69
2.2.9.1	Campionamenti di pesca.....	69
2.2.9.2	Investigazioni acustiche per il rilevamento di banchi di pesce attorno alla piattaforma con Multibeam Echosounder	71

3.	RISULTATI	74
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	74
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ E OSSIGENO DISCIOLTO	74
3.1.2.	FLUORESCENZA INDOTTA	85
3.1.3.	SALI NUTRITIVI	88
3.1.4.	CLOROFILLE A,B,C	97
3.1.5.	PARTICELLATO SOSPESO IN MARE.....	105
3.1.6.	MISURE CORRENTOMETRICHE.....	108
3.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI	115
3.2.1.	GRANULOMETRIA	115
3.2.2.	IPA	119
3.2.3.	METALLI PESANTI	127
3.2.4.	SOSTANZA ORGANICA	140
3.2.5.	SOSTANZE ORGANOSTANNICHE.....	143
3.3.	ACCUMULO E DEGRADAZIONE DEGLI IPA NEI SEDIMENTI.....	146
3.4.	RILASCIO E ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI.....	150
3.4.1.	RILASCIO DI METALLI PESANTI.....	150
3.4.2.	ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI	151
3.5.	ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI SOSTANZE ORGANOSTANNICHE NEI SEDIMENTI	154
3.5.1.	ADSORBIMENTO DI TBT	154
3.5.2.	DEGRADAZIONE DI TBT.....	155
3.6.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	157
3.6.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i>	157
3.6.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i>	159
3.6.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i>	160
3.6.4.	<i>ACARTIA TONSA</i>	162
3.6.5.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i>	164
3.6.6.	<i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i>	165
3.7.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKERS E INDAGINI ULTRASTRUTTURALI NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI SOMMERSE DELLA PIATTAFORMA	171
3.7.1.	MATERIA ORGANICA ESTRATTA, BIOACCUMULO DI IDROCARBURI ALIFATICI, POLICICLICI AROMATICI E METALLI PESANTI.....	171
3.7.2.	BIOMARKERS	174
3.7.3.	ANALISI ULTRASTRUTTURALI	184
3.7.3.1	Analisi correlata di Microscopia Ottica Convenzionale e Microscopia SEM	184
3.7.3.2	Microscopia AFM	199
3.7.3.3	Spettroscopia FTIR.....	202
3.8.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	206
3.8.1.	DENSITÀ E BIOMASSA.....	206
3.8.2.	AFFINITÀ BIOCENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE	212
3.8.3.	DOMINANZA	218
3.8.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE	223

3.8.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA	226
3.8.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA	228
3.8.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING	230
3.8.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE.....	232
3.8.8.1	Indice W di Clarke.....	232
3.8.8.2	Indice AMBI.....	232
3.8.8.3	Indice BENTIX.....	233
3.8.8.4	Stato ecologico.....	233
3.8.9.	<i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i>	240
3.9.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA.....	241
3.9.1.	CAMPIONAMENTI DI PESCA	241
3.9.1.1	Ricchezza specifica e Diversità specifica	241
3.9.1.2	Rendimenti di pesca e composizione delle catture	246
3.9.1.3	Affinità delle specie catturate con i substrati duri	250
3.9.2.	INVESTIGAZIONI ACUSTICHE TRAMITE MULTIBEAM ECHOSOUNDER	252
3.10.	AVVISTAMENTI DI CETACEI	281
4.	CONCLUSIONI.....	284
5.	BIBLIOGRAFIA.....	298
ALLEGATO A Schede tecniche della strumentazione utilizzata nelle indagini		
	- ALL. A1 Indagini idrologiche	II
	- ALL. A2 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti	VI
	- ALL. A3 Indagini sulla comunità bentonica.....	XI
	- ALL. A4 Indagini sulla comunità ittica	XIV
	- ALL. A5 Accumulo e degradazione degli IPA nei sedimenti.....	XVII
	- ALL. A6 Rilascio e adsorbimento di metalli pesanti nei sedimenti.....	XVIII
	- ALL. A7 Accumulo e degradazione di sostanze organostanniche nei sedimenti.....	XIX
	- ALL. A8 Analisi in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	XX
ALLEGATO B Schede granulometriche (inverno 2011).....		
		XXX
ALLEGATO C Comunità bentonica - Lista e densità delle specie rinvenute nei vari periodi di campionamento.....		
		LVI
ALLEGATO D Comunità bentonica - Lista e biomassa delle specie Rinvenute nei vari periodi di campionamento.....		
		LXXII

PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

Il presente programma è stato svolto in collaborazione con il Consorzio Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata (CIBM) di Livorno e la Società Thetis S.p.A. di Venezia.

Responsabile Scientifico G. Fabi CNR - ISMAR Ancona

Analisi fisiche e chimiche della colonna d'acqua e correntometria

S. Bruno Thetis S.p.A Venezia
M. Conchetto Thetis S.p.A Venezia

Analisi dei sedimenti ed ecotossicologia

S. De Ranieri CIBM Livorno
N. Bigongiari CIBM Livorno
G. Bontà-Pittaluga CIBM Livorno
A.M. De Biasi CIBM Livorno
S. Dell'Ira CIBM Livorno

L. Kozinkova CIBM Livorno
L. Pacciardi CIBM Livorno
M. Pertusati CIBM Livorno
S. Polese CIBM Livorno
O. Spinelli CIBM Livorno
C. Nasci Thetis S.p.A. Venezia
M. Bergamin Thetis S.p.A. Venezia
A. Gomiero Thetis S.p.A. Venezia
R. Lo Re Thetis S.p.A. Venezia
F. Perin Thetis S.p.A. Venezia
M. Picone Thetis S.p.A. Venezia

Analisi di inquinanti in organismi marini, biomarker e indagini ultrastrutturali

C. Nasci Thetis S.p.A. Venezia
A. Gomiero Thetis S.p.A. Venezia
M. Girasole CNR - ISM Roma

Comunità bentonica

A. Spagnolo CNR - ISMAR Ancona
L. Bolognini CNR - ISMAR Ancona
F. Domenichetti CNR - ISMAR Ancona
P. Polidori CNR - ISMAR Ancona
E. Punzo CNR - ISMAR Ancona
A. Santelli CNR - ISMAR Ancona
A. Sarappa CNR - ISMAR Ancona
P. Strafella CNR - ISMAR Ancona

Comunità ittica

L. Bolognini CNR - ISMAR Ancona
F. Domenichetti CNR - ISMAR Ancona
F. Grati CNR - ISMAR Ancona
S. Manoukian CNR - ISMAR Ancona
P. Polidori CNR - ISMAR Ancona

Hanno inoltre collaborato allo svolgimento dei campionamenti i Sigg.ri G. Gaetani e A. Marziali imbarcati sulla M/R Tecnopesca II del CNR-ISMAR di Ancona.

1. INTRODUZIONE

In riferimento al GAB-DEC-2008-0000271 del 12/12/2008 emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-ISMAR Sede di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – Divisione E&P di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Annamaria B e delle condotte sottomarine colleganti le piattaforme Annamaria B – Annamaria A e Annamaria B - Brenda.

La piattaforma Annamaria B è ubicata in Adriatico settentrionale, a circa 60 km al largo di Pesaro, alla profondità di circa 60 m, nella zona delle sabbie relitte del largo. Il sea-line collegante Annamaria B con la piattaforma Annamaria A si estende per circa 5 km in direzione SSE-NNW sulla stessa tipologia di fondale della piattaforma Annamaria B, mentre il sea-line collegante Annamaria B alla piattaforma Brenda ha una lunghezza di circa 41 km, con direzione NNE-SSW ed è posto anch'esso, per quasi tutta la sua estensione, su sabbie relitte del largo, passando ai fanghi terrigeni costieri in prossimità di Brenda.

L'area in cui è installata Annamaria B è particolarmente interessante dal punto di vista idrodinamico in quanto, trovandosi sulla mid-line, ovvero la linea mediana che divide in due longitudinalmente l'Adriatico, non è influenzata in maniera consistente dalla circolazione generale del bacino (diretta verso Nord lungo il versante croato e verso Sud lungo 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 che, avendo caratteristiche chimiche e fisiche differenti da quelle presenti in zona, possono modificare le caratteristiche biogeochimiche e la distribuzione spaziale dei sedimenti. Inoltre, gli strati più superficiali della colonna d'acqua (10-20 m) possono essere interessati da eventi di Bora anche abbastanza consistenti, che possono determinare variazioni brusche di correnti.

Sulla base di tali considerazioni, nell'area circostante la piattaforma Annamaria B 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, ecc.);

2. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile;
3. ecotossicologia dei sedimenti;
4. accumulo e degradazione degli IPA nei sedimenti (stagioni estive);
5. rilascio e adsorbimento di metalli pesanti nei sedimenti (stagioni estive);
6. accumulo e degradazione di sostanze organostanniche nei sedimenti (stagioni estive);
7. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti;
8. analisi di inquinanti e di biomarker e indagini ultrastrutturali nei mitili insediati sulle parti immerse della piattaforma;
9. evoluzione del popolamento ittico nell'area interessata dalla piattaforma;
10. rilevamento del passaggio di cetacei e tartarughe marine.

Al fine di ottenere un quadro esaustivo degli effetti indotti dall'installazione delle strutture, sulla base della tempistica delle operazioni di posa in opera fornite da ENI Divisione E&P nel programma di monitoraggio sono stati previsti i seguenti survey (Tab. 1-I):

- un survey precedente alla posa in opera della piattaforma (pre-survey);
- tre survey durante le operazioni di installazione della piattaforma e perforazione dei pozzi;
- sei survey, da svolgersi durante le stagioni invernali ed estive nei tre anni di indagini successivi alle operazioni di installazione e perforazione.

Si specifica che, per quanto riguarda la fase di pre-survey, è stato previsto un monitoraggio semplificato rispetto a quelli successivi all'installazione, volto a caratterizzare l'area e consistente in prelievi da effettuarsi presso un numero adeguato di stazioni di campionamento.

Lo stesso piano di campionamento è stato adottato anche per i survey durante i lavori di installazione a causa della presenza di strutture (es. jack-up) e mezzi di supporto per lo svolgimento dei lavori stessi che, per ragioni di sicurezza, impediscono l'avvicinamento di altre imbarcazioni, rendendo pertanto estremamente difficoltoso il prelievo di campioni a distanze ravvicinate dalla piattaforma. Il numero dei survey svolti in questa fase era subordinato alla tempistica dei lavori stessi.

Nel presente rapporto sono descritti i risultati relativi alle indagini idrologiche, sedimentologiche, ecotossicologiche, allo studio delle comunità bentonica e ittica e

al rilevamento di cetacei e tartarughe marine (punti 1-10 del precedente elenco) conseguiti dall'autunno 2008 all'inverno 2011) nell'area circostante la piattaforma Annamaria B.

Nell'estate 2010 non è stato possibile condurre le analisi di inquinanti e di biomarkers e indagini ultrastrutturali nei mitili insediati sulle parti immerse della piattaforma (punto 8 del precedente elenco) in quanto, al momento del campionamento (settembre), sul jacket di Annamaria B era presente solo una scarsa quantità di esemplari di *Mytilus galloprovincialis* le cui dimensioni erano troppo ridotte per permettere l'esecuzione delle suddette analisi. Pertanto, queste indagini sono iniziate nell'inverno 2011.

Tab. 1-I – Survey previsti nell'area della piattaforma Anaamaria B nel programma nazionale di monitoraggio ambientale. **x** = survey già eseguiti.

	Survey precedenti i lavori di installazione			Survey durante i lavori di installazione			Survey dopo i lavori di installazione					
	Aut '08	Inv '09	Est '09	Inv '09	Est '09	Inv '10	Est '10	Inv '11	Est '11	Inv '12	Est '12	Inv '13
Annamaria B	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x

2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Annamaria B è ubicata a circa 60 km al largo di Pesaro e a una profondità di circa 60 m (figg. 2.1 e 2.2). Le coordinate geografiche del punto di installazione della struttura sono riportate in Tab. 2-I.

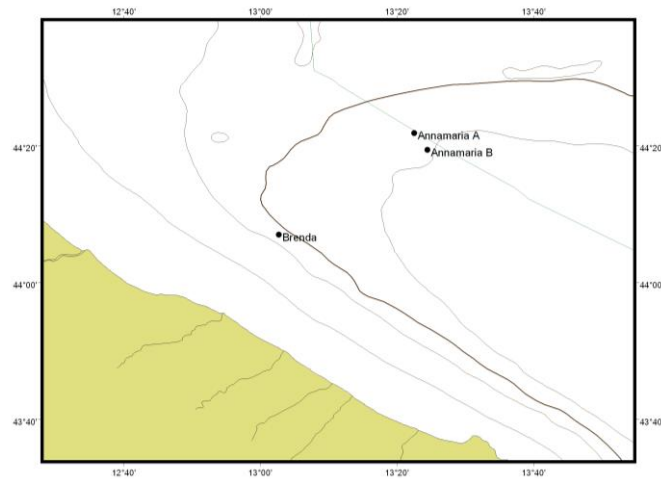


Fig. 2.1 – Ubicazione della piattaforma Annamaria B.



Fig. 2.2 - Piattaforma Annamaria B.

Tab. 2-I – Coordinate geografiche del punto di installazione della piattaforma Annamaria B.

Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma Annamaria B	44°19'21'',78N 13°24'24'',90E

2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

2.1.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Durante la fase di pre-survey non era stato possibile condurre alcun survey oceanografico a causa delle condizioni meteo-marine avverse che avevano caratterizzato quasi tutto il breve periodo di tempo intercorso tra la comunicazione da parte di ENI al CNR-ISMAR di Ancona circa la necessità di iniziare il monitoraggio e la fase successiva di inizio lavori di installazione.

I campionamenti sono pertanto iniziati nella fase di installazione della piattaforma (febbraio 2009 - giugno 2010) durante la quale sono stati condotti 9 survey (Fabi *et al.*, 2010a) utilizzando la N/O G. Dallaporta.

Nel I anno successivo alla posa in opera di Annamaria B (luglio 2010 – giugno 2011) sono state effettuate 6 campagne di misura utilizzando la N/O G. Dallaporta che la M/N Tecnopeca II.

Le indagini sono state condotte lungo due transetti intersecanti la piattaforma (fig. 2.3), orientati uno in direzione SW-NE e l'altro verso SE-NW, sui quali sono stati posizionati quattro siti di prelievo a circa 100 m dal jackup di Annamaria B denominati AMB01 (posto a SW della piattaforma), AMB02 (SE), AMB03 (NE) e AMB04 (NW) e quattro siti a una distanza di 1 nm dalla stessa, denominati AMB05 (posto a SW), AMB06 (SE), AMB07 (NE) e AMB08 (NW; Tab. 2-II).

Presso tutte le stazioni sono stati registrati i valori di temperatura, salinità, fluorescenza, torbidità (misura del materiale sospeso) e ossigeno disciolto lungo tutta la colonna d'acqua utilizzando una sonda multiparametrica CTD (Conductivity-Temperature-Depth) della Idronaut modello OceanSeven 316 *plus* (All. A1-I) equipaggiata, oltre che con i sensori standard di conducibilità, temperatura e pressione, con un sensore di ossigeno per la misurazione della concentrazione di ossigeno disciolto, con un fluorimetro SeaPoint per la misura della fluorescenza indotta (da cui viene derivata la misura indiretta della concentrazione di clorofilla *a*) e con un torbidimetro SeaPoint per la misura della torbidità. La sonda viene periodicamente calibrata presso la ditta produttrice e presso il Laboratorio Ambiente di Thetis S.p.A.

I campioni d'acqua per le analisi chimiche dei sali nutritivi, dell'ossigeno disciolto, dei solidi sospesi e dei pigmenti clorofilliani sono stati prelevati tramite 4 bottiglie

Niskin della General Oceanics della capacità di 5 l, montate sul cavo del verricello di equipaggiamento della motobarca. La chiusura delle bottiglie alle profondità previste è stata ottenuta utilizzando idonei messaggeri assicurati al cavo stesso. I campioni sono stati prelevati alla quota superficiale, a due quote intermedie (-20 m e -40 m) e in prossimità del fondo.

Tab. 2-II – Coordinate geografiche delle stazioni di campionamento utilizzate nelle indagini idrologiche.

Sito	Coordinate
AMB01	44°19'15'',60N 13°24'14'',40E
AMB02	44°19'15'',60N 13°24'32'',40E
AMB03	44°19'26'',40N 13°24'32'',40E
AMB04	44°19'26'',40N 13°24'14'',40E
AMB05	44°18'36'',00N 13°23'27'',60E
AMB06	44°18'36'',00N 13°25'26'',40E
AMB07	44°20'02'',40N 13°25'26'',40E
AMB08	44°20'02'',40N 13°23'27'',60E

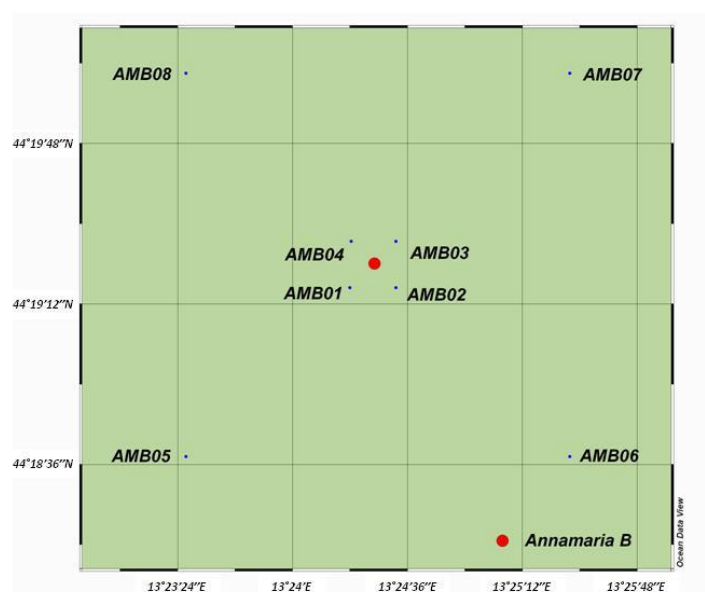


Fig. 2.3 - Schema delle stazioni di campionamento utilizzate dopo i lavori di installazione della piattaforma Annamaria B per le indagini idrologiche.

Misure correntometriche - Nella fase di pre-survey e durante i lavori di installazione di Annamaria B non sono stati raccolti dati correntometrici; nel primo caso, infatti, l'immersione di correntometri non è apparsa opportuna trattandosi di un'area di mare aperto fortemente sfruttata dalla pesca a strascico, per cui c'era un elevato rischio che

la strumentazione venisse perduta, spostata e/o danneggiata in seguito all'impatto con gli attrezzi da pesca. Durante i lavori di posa in opera non è stato possibile immergere gli strumenti per motivi di sicurezza che hanno impedito l'avvicinamento alla piattaforma. In entrambe le fasi non è stato ritenuto idoneo neanche il sistema di misura lagrangiano poiché non adeguato per un monitoraggio sito-specifico.

Pertanto, si è proceduto alla raccolta dei dati correntometrici a partire dal 25/08/2010, successivamente alla fine dei lavori di installazione. In quella occasione è stata posta, in corrispondenza di Annamaria B, una catena correntometrica composta da una zavorra di circa 120 kg di catena di ferro, un correntometro (modello RCM7 della ditta Aanderaa Instruments; All. A1-II) a circa 4-5 m dal fondo, un secondo correntometro (mod. RCM7 della ditta Aanderaa Instruments) a circa 18 m dal fondo e uno sganciatore acustico posto sotto al correntometro di fondo. Sono stati così registrati, a intervalli di 10', valori di direzione e intensità delle correnti e di temperatura.

Per quanto concerne il I semestre 2011, è stata utilizzata una catena correntometrica composta da una zavorra di circa 120 kg di catena di ferro e da due correntometri acustici (modello Aquadopp della ditta Nortek AS; All. A1-III), uno posto a circa 3 m dal fondo (alla profondità di circa 57 m dalla superficie) ed un altro a circa 46 m dal fondo (alla profondità di circa 14 m). Mediante tali strumenti sono stati registrati, ad intervalli di 10', i valori di direzione e intensità delle correnti, oltre a quelli di temperatura, in corrispondenza delle due quote. La catena correntometrica è stata posizionata dal 09/03/2011 al 12/04/2011. Si è quindi proceduto al recupero per effettuare lo scarico dei dati, la manutenzione degli strumenti e la sostituzione delle batterie. Il riposizionamento della catena correntometrica è avvenuto il 23/05/2011, rimanendo in seguito operativa fino al giorno 15/09/2011 (nel presente rapporto vengono illustrati i dati registrati fino al giorno 30/06/2011, termine del semestre di riferimento).

2.1.2. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Durante le fasi di pre-survey e di installazione della piattaforma per i prelievi dei sedimenti e della comunità bentonica era stato adottato lo stesso piano di

campionamento ridotto, che aveva interessato un'area di circa 1000x1000 m all'interno della quale erano state posizionate 12 stazioni lungo due transetti ortogonali tra loro e aventi come punto di intersezione il sito della piattaforma stessa. Il primo transetto (transetto "A") è orientato da NW verso SE e il secondo (transetto "B") da NE verso SW, ortogonalmente alla linea di costa. Quattro stazioni erano state posizionate in corrispondenza del sito della piattaforma (AM NW, AM NE, AM SE e AM SW), 4 a 60 m di distanza da essa (AM1, AM2, AM3, AM4) e altre 4 a circa 1000 m (controlli; K1, K2, K3, K4; fig. 2.4).

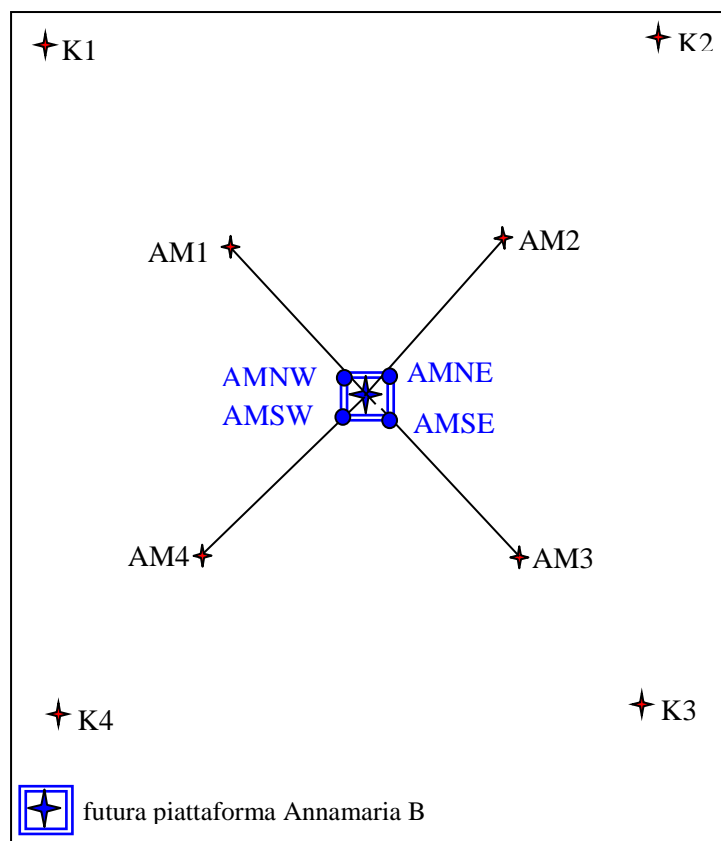


Fig. 2.4 - Schema delle stazioni di campionamento utilizzate per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nelle fasi di pre-survey e durante i lavori di installazione. Non in scala.

Dopo l'installazione di Annamaria B (estate 2010 – inverno 2011), all'interno della stessa area (1000x1000 m) e lungo i due transetti sono state posizionate 24 stazioni di campionamento. In particolare, su ciascun transetto sono stati posti siti a 250 m, 120 m, 60 m, 30 m e 0 m dalla struttura in entrambe le direzioni (NW e SE lungo A,

NE e SW lungo B) per un totale di 20 stazioni, alle quali si sono aggiunti i 4 controlli K1, K2, K3 e K4 già monitorati nelle fasi precedenti. I siti A3 e A6 lungo il transetto A corrispondono a AM1 e AM3 campionati precedentemente, mentre i siti B3 e B5 corrispondono a AM2 e AM4 (fig. 2.5).

Le coordinate geografiche, la posizione rispetto alla piattaforma Annamaria B e le profondità delle singole stazioni campionate nel settembre 2010 sono riportate in Tab. 2-III.

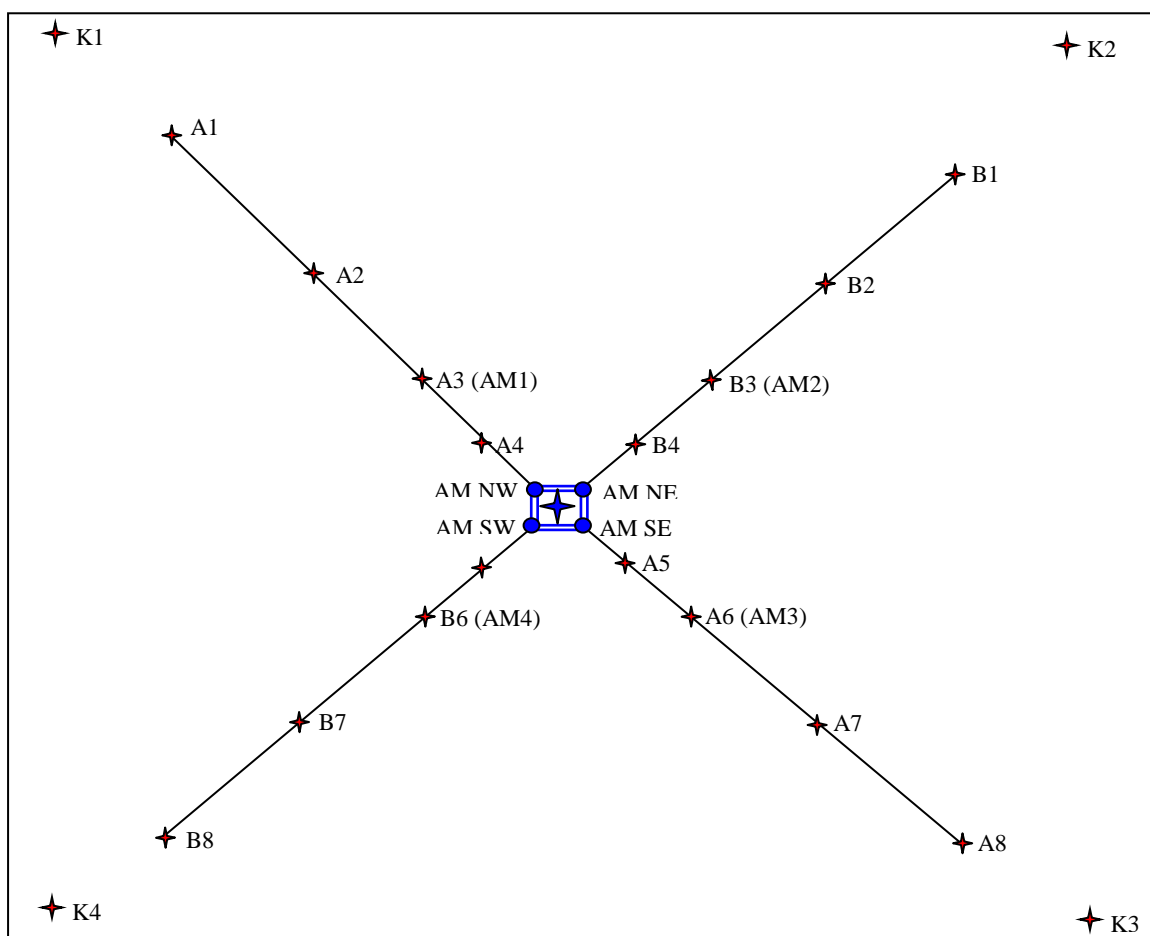


Fig. 2.5 - Schema delle stazioni di campionamento utilizzate per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nella fase di produzione di Annamaria B. Tra parentesi è riportata la nomenclatura adottata durante il pre-survey e i lavori di insallazione. Non in scala.

Tab. 2-III - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel secondo survey condotto dopo la fine dei lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011) per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso i punti di campionamento in corrispondenza della piattaforma.

	Distanza da Annamaria B (m)	Posizione rispetto alla piattaforma	Coordinate	Profondità (m)
A1	250	NW	44°19'27'',24N 13°24'18'',48E	59,0
A2	120	NW	44°19'25'',14N 13°24'22'',20E	59,3
A3	60	NW	44°19'23'',40N 13°24'23'',76E	59,2
A4	30	NW	44°19'22'',50N 13°24'24'',30E	59,2
AM NW	0	-	44°19'22'',56N 13°24'25'',02E	58,6
AM SE	0	-	44°19'20'',64N 13°24'26'',64E	59,0
A5	30	SE	44°19'19'',80N 13°24'27'',60E	59,1
A6	60	SE	44°19'19'',32N 13°24'29'',28E	59,3
A7	120	SE	44°19'18'',12N 13°24'31'',80E	59,4
A8	250	SE	44°19'15'',12N 13°24'36'',00E	59,6
B1	250	NE	44°19'28'',68N 13°24'35'',16E	59,3
B2	120	NE	44°19'24'',90N 13°24'29'',16E	59,3
B3	60	NE	44°19'23'',34N 13°24'28'',98E	59,4
B4	30	NE	44°19'22'',56N 13°24'28'',20E	58,8
AM NE	0	-	44°19'21'',78N 13°24'27'',66E	59,3
AM SW	0	-	44°19'21'',54N 13°24'25'',14E	59,4
B5	30	SW	44°19'20'',58N 13°24'23'',94E	59,4
B6	60	SW	44°19'19'',38N 13°24'24'',42E	59,4
B7	120	SW	44°19'18'',48N 13°24'21'',42E	59,4
B8	250	SW	44°19'14'',88N 13°24'18'',60E	59,7
K1	1000	NW	44°19'43'',08N 13°23'59'',10E	59,1
K2	1000	NE	44°19'41'',88N 13°24'52'',98E	59,5
K3	1000	SE	44°19'02'',76N 13°24'29'',34E	60,2
K4	1000	SW	44°18'59'',40N 13°23'53'',16E	59,7

Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti - Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.6; All. A2-I).

Dal campione, dopo la descrizione degli aspetti macroscopici, è stata prelevata la porzione superficiale (2 cm). Il campione così ottenuto è stato successivamente omogeneizzato e suddiviso in 3 aliquote per le seguenti analisi:

- analisi granulometriche;
- metalli in tracce;
- sostanze organiche;
- quantificazione di sostanze organostanniche.

La ricerca di sostanze organostanniche nei sedimenti, che potrebbero essere contenute nelle vernici antivegetative, è avvenuta a partire dalle fasi di perforazione e installazione della piattaforma, quando nella zona erano presenti le strutture e i natanti necessari per la messa in opera di Annamaria B.

Durante il survey condotto nell'estate 2010 sono stati prelevati campioni di sedimento tramite box-corer presso 8 stazioni (A3, AM SE, A6, A8, B3, B6, K1 e K3), corrispondenti a 1/3 del totale dei siti campionati per le indagini sedimentologiche.

I campioni da utilizzare per tutte le analisi sono stati congelati e conservati a -18°C ad eccezione di quelli utilizzati per le analisi granulometriche, conservati a $+4^{\circ}\text{C}$.



Fig. 2.6 – Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti.

Indagini sulla comunità bentonica - Tutte le stazioni sono state campionate mediante benna Van Veen avente una capacità di 13 l e un'apertura di $0,095 \text{ m}^2$ (fig. 2.7; 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 formalina diluita

in acqua di mare al 5%.



Fig. 2.7 – Benna Van-Veen utilizzata per le indagini sulla comunità bentonica.

Inoltre, durante il campionamento di sedimenti e benthos condotto nell'inverno 2011, dalle parti sommerse della piattaforma è stato prelevato un campione di mitili presente su una superficie di 40x40 cm a circa 3-4 m di profondità, subito pesato e congelato per le successive analisi biometriche.

2.1.3. ACCUMULO E DEGRADAZIONE DEGLI IPA NEI SEDIMENTI

Tale tipo di indagine viene svolta solo nelle stagioni estive. Non è stata pertanto condotta nel pre-survey che è stato effettuato nell'autunno 2008. Nell'estate 2009 (fase di installazione della piattaforma) sono stati invece prelevati campioni di sedimento mediante box-corer a 60 m a SE della struttura (A6), presso AM SE e nei controlli K1 e K3.

Nell'estate 2010 (fase di produzione) è stato ampliato il numero di siti presso cui condurre tale tipo di indagine e i prelievi sono stati effettuati presso le stazioni A3, AM SE, A6, A8, B3, B6, K1 e K3.

2.1.4. RILASCIO E ADSORBIMENTO DEI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI

Anche questo tipo di analisi viene condotta solo in estate. Nell'estate 2009 sono stati effettuati prelievi mediante box-corer presso i medesimi siti utilizzati per l'accumulo e la degradazione degli IPA nei sedimenti. Anche durante il monitoraggio condotto nell'estate 2010 sono state campionate le medesime stazioni di cui al Cap. 2.1.3., i cui sedimenti sono stati sottoposti ad analisi per la valutazione del rilascio e adsorbimento di metalli pesanti.

2.1.5. ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI SOSTANZE ORGANOSTANNICHE NEI SEDIMENTI

Come le precedenti, anche questa tipologia di analisi viene condotta solo nelle stagioni estive. Nell'estate 2009 è stato condotto il primo survey. In quell'occasione sono stati effettuati prelievi mediante box-corer presso i medesimi siti utilizzati per l'accumulo e degradazione degli IPA e per il rilascio e adsorbimento di metalli pesanti nei sedimenti. Anche durante il monitoraggio condotto nell'estate 2010 sono state campionate le medesime stazioni di cui ai Capp. 2.1.3. e 2.1.4., i cui sedimenti sono stati sottoposti ad analisi per la valutazione dell'accumulo e degradazione di sostanze organostanniche.

2.1.6. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

Considerati i recenti sviluppi in questo settore, si è ritenuto opportuno aggiornare e ampliare la batteria dei saggi prevista nelle Specifiche Tecniche Saop 09/02 Rev. 0 e 09/02 Rev. 1 considerando organismi appartenenti a vari livelli trofici e gruppi tassonomici differenti, diverse matrici ambientali e diversi livelli di tossicità. In quest'ottica, anche sulla base dei monitoraggi condotti in precedenza su altre piattaforme offshore, si è ritenuto opportuno sostituire il test su *Paracentrotus lividus* che non può essere effettuato in estate poiché questa specie non emette i gameti durante i periodi caldi, con test su organismi altrettanto sensibili ma realizzabili durante tutto l'anno (*Acartia tonsa* e *Crassostrea gigas*).

Pertanto, presso le stesse stazioni di cui ai Capp. 2.1.3 - 2.1.5 sono stati prelevati mediante benna Van-Veen anche campioni di sedimento per lo svolgimento dei

seguenti saggi biologici:

- *Dunaliella tertiolecta* (accrescimento);
- *Vibrio fischeri* (variazione della bioluminescenza);
- *Corophium orientale* (mortalità a 10 gg);
- *A. tonsa* (sviluppo larvale);
- *C. gigas* (embriotossicità);
- *Hediste diversicolor* (prove di bioaccumulo per Alluminio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco).

Dal campione di sedimento è stato eliminato 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.

2.1.7 ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKERS E INDAGINI ULTRASTRUTTURALI NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA

Come già specificato nel Cap. 1., nell'estate 2010 non è stato possibile condurre né le analisi di inquinanti e di biomarkers né le indagini ultrastrutturali nei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) insediati sulle parti immerse della piattaforma in quanto, al momento del campionamento, sul jacket di Annamaria B era presente solo una scarsa quantità di esemplari di questa specie le cui dimensioni erano troppo ridotte per permettere l'esecuzione delle suddette analisi. Il primo monitoraggio è stato pertanto condotto nell'inverno 2011, in occasione del quale sono stati prelevati due campioni dalle parti sommerse della piattaforma (vicino gli anodi sacrificali: VA; e lontano da essi: LA) e uno in un sito di controllo, l'impianto di mitilicoltura al largo di Senigallia (AN).

Nell'inverno 2011 le taglie medie degli esemplari prelevati dai due siti della piattaforma e al controllo (lunghezza della conchiglia \pm dev.st) sono state le seguenti:

1. Controllo: $4,11 \pm 0,76$ cm
2. Vicino anodo: $5,55 \pm 0,69$ cm
3. Lontano anodo: $5,48 \pm 0,66$ cm

2.1.8. INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA

2.1.8.1 Campionamenti di pesca

Durante il pre-survey e nella fase di installazione della piattaforma non si è ritenuto opportuno condurre queste indagini. Le motivazioni di tale scelta risiedono nel fatto che nel pre-survey questo tipo di indagine avrebbe fornito esclusivamente informazioni sul popolamento ittico originario, variabile che può essere soggetta a notevoli cambiamenti interstagionali e interannuali determinati sia dalle condizioni ambientali generali (temperatura, apporto fluviale, ecc.), sia da variazioni intrinseche alle stesse popolazioni ittiche.

Durante i lavori di installazione della piattaforma Annamaria B, invece, non sono state previste indagini sul popolamento ittico per l'impossibilità di condurre campionamenti nelle immediate vicinanze della struttura a causa della presenza del jack-up ed altri mezzi che impedivano l'avvicinamento alla stessa, necessario per il posizionamento degli attrezzi da pesca e per i rilevamenti acustici lungo la colonna d'acqua. Per quanto concerne quest'ultimo aspetto, è da considerare che le operazioni di messa in opera della struttura determinano un disturbo acustico tale da interferire con l'acquisizione dati. E' comunque da tenere presente che qualunque effetto indotto dai lavori in corso sulla comunità ittica, sia positivo (attrazione) che negativo (allontanamento) è temporaneo, poiché si tratta di specie mobili. Gli eventuali effetti nel tempo determinati dalla presenza della piattaforma vengono valutati dopo la sua posa in opera utilizzando, come termine di controllo, siti di riferimento posti in mare aperto. Pertanto, al fine di poter disporre di una serie temporale di dati omogenea, si è deciso di iniziare queste indagini a partire da gennaio 2011.

Nel semestre gennaio – giugno 2011 sono stati condotti sei campionamenti di pesca sia nei pressi della piattaforma Annamaria B (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 (circa 60 m) e a una distanza di circa 1 mn, in modo da non essere influenzate dalla sua presenza. Le due reti di controllo venivano posizionate in due dei quattro quadranti (NW, NE, SW e SE) intorno alla piattaforma, scelti in maniera casuale ad ogni campionamento (fig. 2.8).

La scelta casuale dei due quadranti entro cui posizionare i due controlli durante ogni survey di pesca si è resa necessaria al fine di evitare un errore sistematico nel posizionamento delle aree di riferimento in due punti fissi.

Per i campionamenti è stata utilizzata 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 con frequenza mensile e contemporaneamente nei tre siti, al fine di operare nelle medesime condizioni meteo-marine.

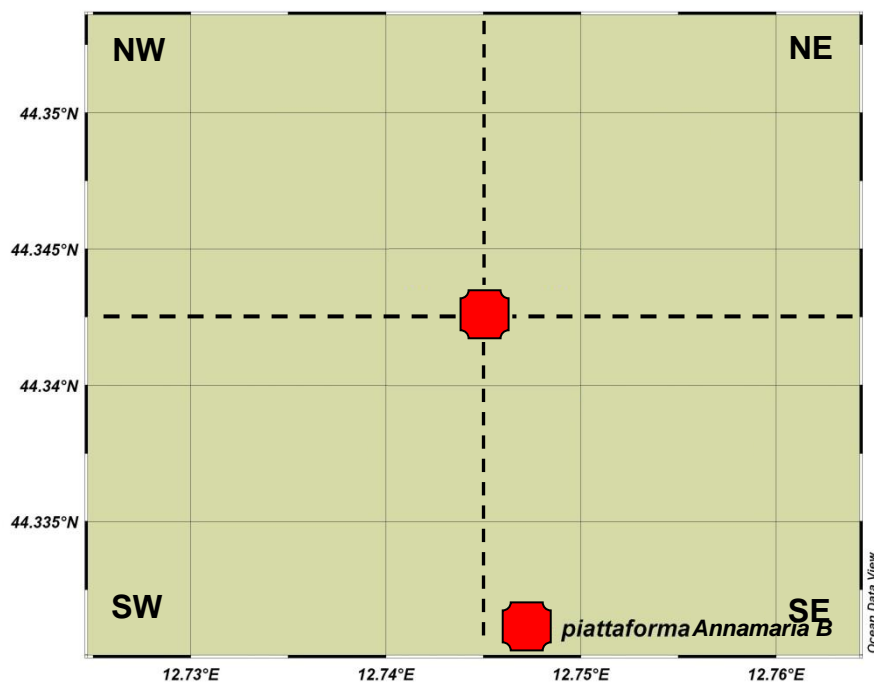


Fig. 2.8 - Disposizione dei quadranti intorno alla piattaforma Annamaria B.

2.1.8.2 Investigazioni acustiche per il rilevamento di banchi di pesce attorno alla piattaforma con Multibeam Echosounder

Nel periodo successivo alla fine dei lavori, nei mesi di settembre e novembre 2010 si è proceduto ad effettuare due survey preliminari con metodologia acustica al fine di mettere a punto il piano del rilievo. Altri 5 survey (gennaio, febbraio, aprile, maggio

e giugno) sono stati condotti nel I semestre 2011. Non è stato possibile condurre il rilievo a marzo per problemi tecnici dello strumento. Dato il divieto di posizionare una centralina per la raccolta/memorizzazione dei dati acustici sulla struttura (come previsto nella Specifica SAOP-09/002 Rev. 1), che avrebbe permesso di utilizzare un sistema acustico stazionario, è stato utilizzato un sistema multibeam (Kongsberg Simrad EM3002D; All. 4-II) installato a bordo della Tecnopeca II di proprietà del CNR-ISMAR Ancona. Kongsberg Simrad EM3002D è un multibeam echosounder ad alta risoluzione che lavora alla frequenza di 300 kHz. Rispetto ai sistemi precedenti, utilizzati per la mappatura del fondale marino, questo sistema è in grado di acquisire dati acustici riguardanti la colonna d'acqua (fig. 2.9), restituendo immagini tridimensionali di eventuali aggregazioni di pesce o altri riflettori presenti lungo la colonna stessa.

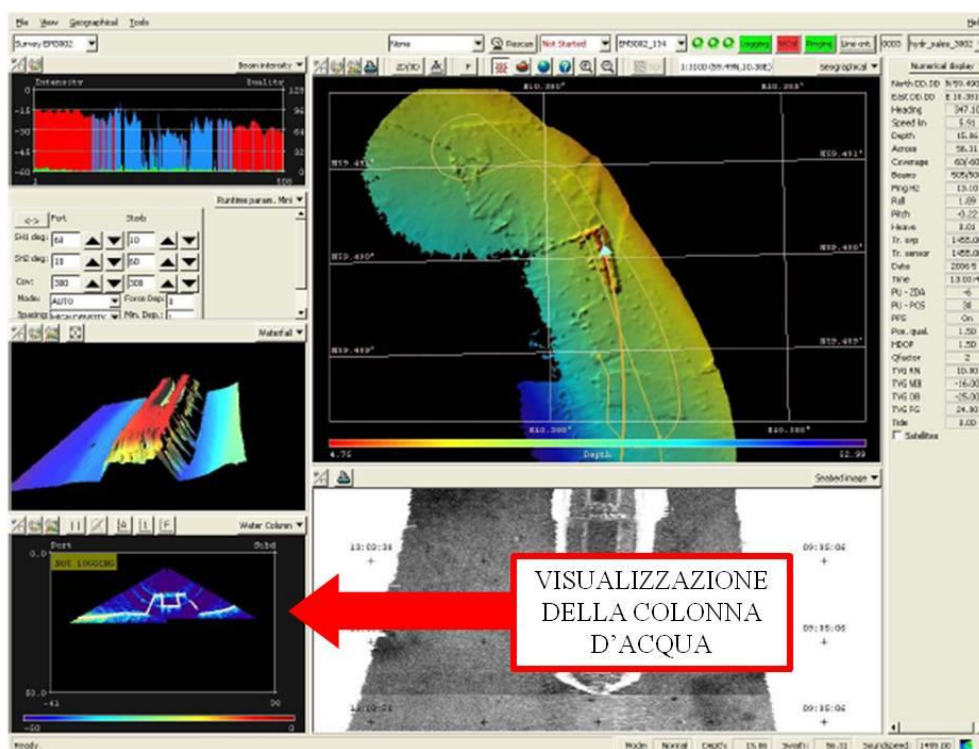


Fig. 2.9 - Schermata di acquisizione dati del software SIS utilizzato dal sistema multibeam EM3002D. Il sistema è in grado di visualizzare e acquisire dati acustici relativi alla colonna d'acqua. (Modificato da Kongsberg, 2006)

La fig. 2.10 illustra lo schema di campionamento adottato durante i survey. La colonna d'acqua è stata insonificata lungo 8 transetti partendo dalla piattaforma sino a circa 1 km da essa nelle direzioni N, NE, E, SE, S, SW, W, NW. Inoltre, sono stati

eseguiti due transetti circolari a 1 km di distanza dalla piattaforma e tra i 30 m e 60 m da essa.

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 60 m e un'angolo di apertura del cono acustico di 140°, è stato possibile investigare dei transetti aventi un'apertura di 250 m circa. Tutti i campionamenti sono stati eseguiti durante lo stesso arco temporale della giornata, dalle 12:00 alle 16:00 circa.

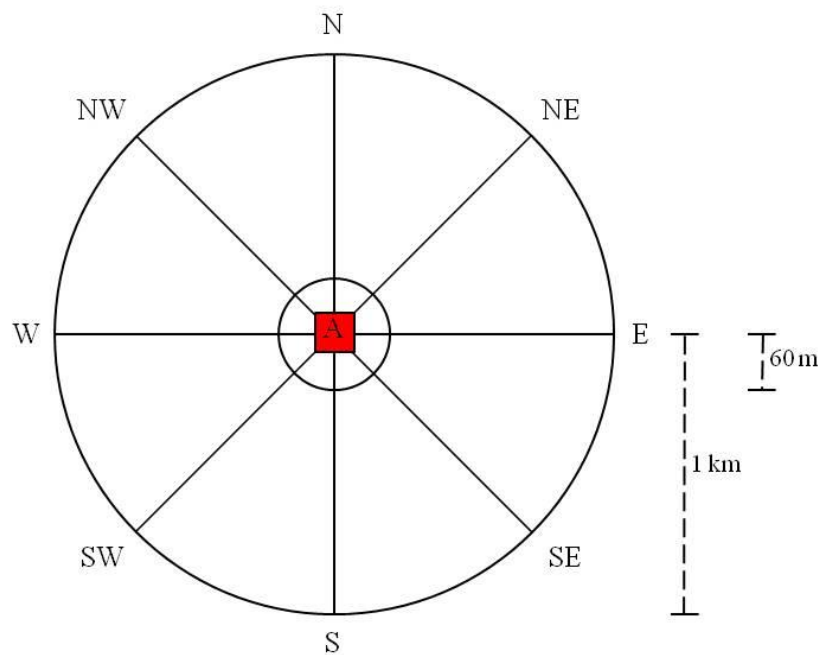


Fig. 2.10 - Schema di campionamento adottato durante entrambi i survey del 21/09/2010 e 12/11/2010. Gli 8 transetti radiali hanno lunghezza di 1 km ciascuno. Alla stessa distanza è stato eseguito un primo transetto circolare; mentre un secondo transetto circolare è stato eseguito alla distanza massima di circa 60 m dalla piattaforma. La figura non è in scala. A = Annamaria B.

2.1.9. AVVISTAMENTI DI CETACEI

Per verificare l'eventuale presenza di cetacei e tartarughe marine nell'area oggetto di studio sono stati effettuati 3 censimenti visivi nella fase di pre-survey e 37 censimenti nella fase di posa in opera della piattaforma (gennaio 2009 - giugno 2010).

Nella fase di produzione della piattaforma sono stati effettuati 17 survey nel periodo agosto - dicembre 2010 e 25 nel semestre gennaio - giugno 2011, per un totale di 42

survey.

Anche in questo caso, non è stato possibile utilizzare strumentazione acustica a sede fissa come previsto nella Specifica SAOP-09/002 Rev. 1 a causa del divieto di posizionare una centralina per la raccolta/memorizzazione dei dati sulla struttura.

L'area investigata durante gli avvistamenti è di circa 1 mn² avente al centro la piattaforma. All'interno di tale area vengono tracciati dei transetti distanti circa 500 m l'uno dall'altro e percorsi a una velocità media di 5 nodi (fig. 2.11). 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.

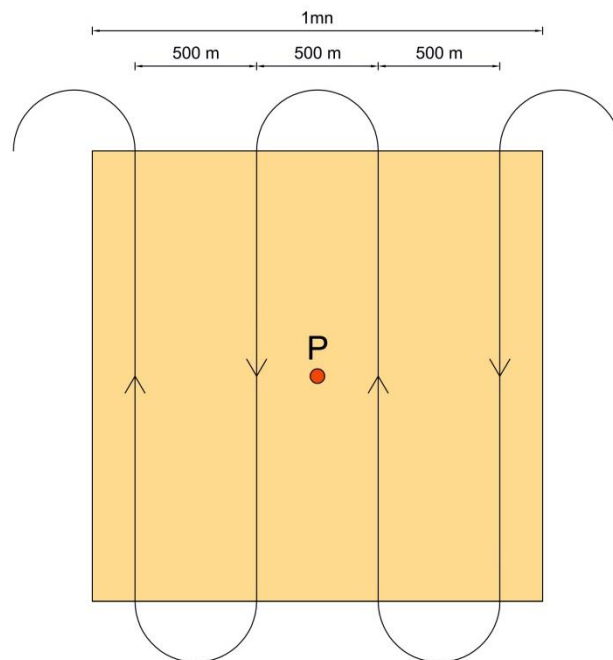


Fig. 2.11 - Schema di campionamento adottato per gli avvistamenti dei cetacei attorno alla piattaforma Annamaria B. P = piattaforma.

2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

2.2.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

I campioni d'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.

Le analisi dei **sali nutritivi** sono state condotte secondo metodi colorimetrici previsti da Strickland e Parsons (1972), utilizzando come strumentazione analitica un autoanalyzer modello Micromac 1000 della Systea (All. 1-IV) per quanto riguarda nitrati e fosfati e uno spettrofotometro Pharma Spec UV-Visible 1700 della Shimadzu (All. 1-V), previa filtrazione (filtro da 045 mm, in acetato di cellulosa) e conservazione dei campioni a -22°C in contenitori di polietilene ad alta densità.

L'**ossigeno disciolto** è stato quantificato con metodo Winkler (1888): i campioni d'acqua appena raccolti sono stati fissati con idrossidi misti di manganese e conservati al buio fino alla determinazione effettuata mediante titolazione con tiosolfato dopo scioglimento del precipitato con acido solforico.

Le analisi di **TSM** (solidi sospesi totali) sono state eseguite secondo la metodologia gravimetrica indicata da Strickland e Parsons (1972) e APAT (2003) utilizzando membrane in acetato di cellulosa di porosità $0.45\ \mu\text{m}$, essiccazione a 105°C e pesata con bilancia analitica Sartorius (All. 1-VI) con limite di quantificazione al centesimo di milligrammo.

Anche le analisi dei **pigmenti clorofilliani** sono state effettuate secondo il metodo Strickland e Parsons (1972) e APAT (2003), utilizzando lo spettrofotometro Pharma UV-Visible 1700 della Shimadzu e cuvetta a 10 cm di cammino ottico (All. A1-VII). Per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite la sonda CTD è stato utilizzato il software fornito dalla casa produttrice; le grandezze derivate, come la salinità, sono state calcolate secondo gli algoritmi UNESCO (1983) seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (1988). Infine, per l'elaborazione e la rappresentazione grafica dei dati sono stati utilizzati i software Ocean Data View 4 e Grapher 6.

Misure correntometriche - I correntometri sono stato impostati con un intervallo di misura pari a 10^7 . Dopo il recupero degli strumenti i dati sono stati validati, processati e sono state calcolate le medie orarie e giornaliere delle componenti della velocità di corrente orientate verso Nord e verso Est. Inoltre, ai fini della rappresentazione grafica, alle serie temporali della velocità di corrente e della temperatura sono stati applicati degli algoritmi di *smoothing*, ai fini di ridurre la variabilità di alta frequenza dei dati.

I dati di correntometria e di temperatura registrati dai correntometri si riferiscono agli intervalli temporali 09/03/2011 – 12/04/2011 e 23/05/2011 – 30/06/2011.

2.2.2. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

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

Per la separazione in sabbie e peliti ogni campione è stato immerso in acqua tiepida sino alla sua completa disgregazione; si è quindi proceduto alla setacciatura con maglie da 63 μ . Il materiale trattenuto dal setaccio, definito come sabbie, è stato fatto essiccare in stufa a 130°C per almeno 24 h ed è stato sottoposto a 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.

Idrocarburi Policiclici Aromatici - Per la determinazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (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 determina-

zione del peso secco.

La determinazione degli IPA è stata effettuata mediante gascromatografia utilizzando un Gascromatografo a 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 e quello della metodica corrispondono rispettivamente a 0,05 µg di solvente e 0,002 mg kg⁻¹ di campione s.s.

Sono stati ricercati nei siti di campionamento i 16 IPA indicati dall'EPA come contaminanti di interesse prioritario, espressi in mg kg⁻¹ di sostanza secca: Naftene, Acenaftalene, Acenaftene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(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.

Metalli pesanti - Sono stati analizzati i seguenti elementi, espressi in percentuale o mg kg⁻¹ di sostanza secca: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame, 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 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.

Per la determinazione del **mercurio** è stato seguito il metodo EPA 7473 (2007a) sul campione tal quale, previa essiccazione in stufa a 40°C fino a peso costante (circa 48 h). Il particolare procedimento di decomposizione porta alla riduzione chimica del mercurio, alla sua successiva preconcentrazione su un amalgama d'oro e infine alla sua analisi quantitativa in assorbimento atomico (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio; All. A2-VII).

Le determinazioni di **cadmio**, **arsenico** e **piombo** sono state effettuate 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**, **nicel**, **rame**, **vanadio** e **zinco** sono state determinate mediante spettrofotometria ad emissione atomica al plasma (Varian ICP-720ES; All.A2-IX) seguendo il metodo EPA 6010C (2007c).

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-IV.

Tab. 2-IV - 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	Hg*	Ni	Pb	V	Zn
154	129	122	78	103	109	92	97	83	117	108

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

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

Tab. 2-V - Limiti di quantificazione espressi in mg kg⁻¹. La seconda riga si riferisce alle rette dedicate allo studio di basse concentrazioni.

Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V
277,7500	0,2778	1,3888	0,0111	1,3888	1,3888	0,0000	1,3888	0,2778	1,3888
100,0000	0,2778	0,2500	0,0111	0,2500	0,2500	0,0100	0,2500	0,0278	0,2500

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

Sostanze organostanniche nei sedimenti - Per la determinazione dei composti organostannici è stata seguita la metodica indicata nell'App. 1 delle metodologie

analitiche di riferimento indicate da ICRAM (2001) e che consiste nell'estrazione, derivatizzazione e purificazione del campione prima della determinazione cromatografia.

Una quantità da 0,1 a 0,5 g di campione è stata posta in un tubo da centrifuga. Sono stati aggiunti in sequenza 15 ml di una soluzione metabolica allo 0,03% di tropolone e 1 ml di acido cloridrico concentrato. Dopo aver posto il campione in bagno a ultrasuoni per 15', è stato raccolto l'estratto dopo centrifugazione a 3000 rpm per 10'. L'estrazione è stata ripetuta sul campione residuo e gli estratti sono stati riuniti in un imbuto separatore. Agli estratti sono stati aggiunti 100 ml di una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% e 15 ml di diclorometano. Dopo agitazione per qualche minuto e dopo la separazione la fase organica è stata raccolta in una vial, avendola fatta passare attraverso un filtro di solfato di sodio. L'estrazione è stata ripetuta con un'altra aliquota di 15 ml di diclorometano e agli estratti sono stati aggiunti 0,5 ml di isoottano. L'estratto è stato quindi concentrato fino a un volume di circa 1 ml sotto flusso di azoto a una temperatura $\leq 35^{\circ}\text{C}$, trasferito quantitativamente in una vial da 20 ml avendo lavato accuratamente le pareti con 2 ml di diclorometano e 1 ml di isoottano e, infine, ulteriormente concentrato fino a un volume di circa 100 μl sotto leggerissimo flusso di azoto. E' stato aggiunto 1 ml di pentilmagnesio bromuro 2 M in etere etilico e, dopo aver chiuso la vial con il tappo teflonato, si è lasciata procedere la reazione per 15' agitando saltuariamente. L'eccesso di reattivo è stato eliminato aggiungendo, goccia a goccia, dell'acqua distillata sino a un volume massimo di 2 ml evitando che la soluzione andasse a secchezza a causa dell'evaporazione dell'etere. A tal fine, prima dell'evaporazione completa, è stato aggiunto 1 ml di esano. Sono stati quindi aggiunti 5 ml di una soluzione acquosa di acido solforico 1 M per eliminare ogni traccia del reattivo di Grignard e si è agitato per qualche minuto. Dopo un tempo sufficiente per la separazione delle fasi, è stata recuperata la fase organica e si è ripetuta l'estrazione della fase acquosa con un'altra aliquota di 1 ml di esano. Ai due estratti riuniti in una vial di reazione sono stati aggiunti 3 ml di una soluzione acquosa di bicarbonato di sodio 0,1 M per eliminare gli eventuali polialcoli presenti. Dopo aver agitato i campioni è stata eliminata la fase acquosa e si è ripetuto il lavaggio. La fase organica è stata quindi trasferita in una

fiala ed è stata concentrata, per evaporazione sotto un debole flusso di azoto, sino a un volume di 0,5 ml.

Per la fase di purificazione è stata preparata una colonnina di purificazione riempiendola con 3 g di gel di silice e ponendo in testa uno strato da 1 cm di solfato di sodio. Prima dell'eluizione del campione, 2 ml della soluzione eluente (miscela di esano e toluene 1:1) sono stati fatti passare in colonna. Successivamente, è stato trasferito l'estratto in testa alla colonna ed eluito prima con 3 aliquote di 1 ml della soluzione eluente con cui era stato effettuato il lavaggio della fiala contenente l'estratto, e successivamente con altri 5 ml di eluente. L'eluato raccolto è stato infine concentrato a un volume di circa 1 ml sotto debole flusso di azoto.

Per l'analisi in GC-MS (All. 2-X) è stata utilizzata una colonna capillare lunga 30 m avente un diametro interno di 0,25 mm, con una fase legata metil-5% fenilsiliconica di spessore pari a 0,25 μm (DB 5 J&W). Il rivelatore è uno spettrometro di massa e la rivelazione degli analiti è stata effettuata mediante monitoraggio a singolo ione (SIM). L'analisi quantitativa è stata eseguita con il metodo della curva di calibrazione nell'intervallo di linearità della risposta. Per ogni composto le curve di calibrazione sono state costruite riportando sulle ascisse la concentrazione delle soluzioni standard, impiegate per costruire le stesse curve, e sulle ordinate l'area del picco cromatografico del composto.

2.2.3. ACCUMULO E DEGRADAZIONE DEGLI IPA NEI SEDIMENTI

Per lo studio della degradazione e dell'accumulo degli IPA nei sedimenti circostanti la piattaforma Annamaria B si è proceduto alla determinazione del parametro chemiodinamico del tempo di emivita, che rappresenta il tempo che una molecola impiega nel sedimento a raggiungere la metà della sua concentrazione iniziale. In tale prova il tempo di emivita è stato calcolato per ciascun composto IPA nelle due diverse condizioni di incubazione dei campioni: temperatura 18°C e luce; temperatura 6°C e buio. Il tempo di emivita è stato determinato considerando come un unico campione l'insieme dei valori delle concentrazioni IPA ottenute nelle sei stazioni circostanti la piattaforma (A3, A6, A8, AMSE, B3, B6) e come un altro campione l'insieme dei valori delle concentrazioni IPA nei due siti di controllo (K1 e K3), poiché tali siti hanno caratteristiche simili e analoghe condizioni ambientali.

Per ogni stazione sono state preparate 2 aliquote da 200 g di sedimento scongelato e ripulito dal materiale grossolano. Ogni aliquota è stata quindi riposta in appositi contenitori di vetro ermeticamente chiusi. Ogni campione, opportunamente omogeneizzato, è stato contaminato con 2 ml di soluzione standard della SUPELCO EPA 610 (soluzione da 1 ml) diluita nel rapporto 1:10. I contenitori sono stati quindi collocati ciascuno nelle due condizioni di incubazione. Per ogni campione sono stati pesati 10 g di sedimento contaminato, ai quali sono stati aggiunti per tre volte 20 ml di diclorometano. Si è quindi proceduto all'immersione dei campioni in bagno a ultrasuoni per tre cicli di 15' ciascuno, in modo da favorire l'estrazione degli IPA dal sedimento. Il diclorometano, arricchito di IPA, è stato raccolto in un imbuto separatore, portato a secco con evaporatore rotante alla temperatura di 37°C e, infine, risospeso con acetonitrile (volume finale 0,45 ml). La quantificazione delle molecole di IPA è stata eseguita utilizzando una soluzione madre certificata (SUPELCO EPA 610). Le 16 molecole di IPA presenti nella soluzione standard, ad eccezione dell'acenaftilene, sono state analizzate con Dionex UltiMate 3000 RSLC, utilizzando una colonna C16 Reversed-phase, una pompa HPC-3x00 RS e un rivelatore PDA-100 operante nel campo del UV-VIS (All. A5-I). L'analisi è stata condotta utilizzando come fase mobile un miscuglio di acetonitrile e acqua, fluito con un programma di gradiente a 1500 ml/min.

L'Acenaftilene non è stato analizzato in quanto non si rileva in fluorescenza.

Le misure sono state eseguite dopo 0, 1, 3, 7, 9, 14, 21 e 50 gg dal trattamento con l'inoculo e durante ciascuna di esse si è provveduto ad analizzare sia la concentrazione di ciascun IPA, sia la misura del contenuto d'acqua del campione. La sequenza ravvicinata di campionamento durante la prima settimana d'incubazione è una conseguenza alla rapida degradazione di alcune molecole secondo quanto emerso da precedenti studi (Fabi *et al.*, 2009; 2010b).

2.2.4. RILASCIO E ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI

Determinazione analitica di As, Al, Ba, Cr, Cu, Cd, Ni, Pb, V, Zn e Hg – Un'aliquota di 0,5-1 g di campione sono stati posti in tubi dotati di tappo a ricaduta, addizionati con 15 ml di una soluzione 1:2 (v:v) di HNO₃/H₂O₂ e mineralizzati per 3 h a 110°C. Successivamente sono stati aggiunti H₂SO₄ e HCl concentrati e ulteriormente

mineralizzati nelle medesime condizioni per 3 h. I campioni così trattati sono stati lasciati raffreddare, portati a volume finale di 100 ml con acqua ultrapura e filtrati. Ciascun campione così ottenuto è stato conservato a 4°C fino al momento dell'analisi eseguita tramite ICP-OES Perkin Elmer 7300 (All. A6-I). I metalli analizzati con le relative lunghezze d'onda sono riportati in Tab. 2-VI, mentre le condizioni strumentali d'analisi sono indicate in Tab. 2-VII.

Tab. 2-VI - Metalli pesanti esaminati e relative lunghezze d'onda.

Analita	Lunghezza d'onda
Arsenico	193,696
Alluminio	396,153
Bario	233,520
Cromo	267,716
Rame	327,393
Cadmio	228,802
Mercurio	253,652
Nickel	231,604
Piombo	220,353
Vanadio	290,880
Zinco	206,200

Tab. 2-VII – Parametri strumentali ICP-OES.

Flusso principale Argon	15 l/min
Flusso secondario Argon	0,5 l/min
Flusso nebulizzatore	0,3 l/min
Flusso aria shear-off	10 l/min
Flusso campione	1,5 ml/min

La quantificazione per ogni elemento analizzato è avvenuta tramite integrazione delle conte ottenute in sede di analisi attraverso il software in dotazione allo strumento. I valori espressi in mg/kg e mg/l sono stati normalizzati sul peso secco del campione.

Il mercurio è stato quantificato mediante la tecnica dei vapori freddi tramite il kit idruri Perkin Elmer FIAS – 400 (All. A6-II). Il sub-campione necessario alla determinazione (30 ml) è stato stabilizzato con 100 µl di una soluzione 5% KMnO₄ e analizzato entro 1 settimana dalla mineralizzazione. Le condizioni strumentali di analisi sono indicate in Tab. 2-VIII.

Contestualmente alle analisi dei campioni sono state eseguite prove di assicurazione qualità che hanno previsto analisi di bianchi di processo (Blank) e prove di estrazione e recupero di materiali di riferimento certificati (MESS-3) della National Research Council Canada (NRC). I recuperi medi ottenuti sono stati conformi alla metodica (tra 80% e 96%).

Tab. 2-VIII – Parametri strumentali Kit idruri.

Carrier solution	3% (v/v) HNO ₃
Agente riducente	0,2 % NaBH ₄ 0,05% NaOH
Flusso nebulizzatore	0,45 l/min
Flusso aria shear-off	10 l/min
Flusso campione	1,9 ml/min

Determinazione costante di rilascio K_{ril} - La capacità di rilascio di metalli pesanti dal sedimento è stata stimata mediante il calcolo della costante K_{ril} , determinata sperimentalmente per ogni metallo. Un'aliquota rappresentativa del campione è stata omogeneizzata, quartata e trasferita in 5 contenitori in PE. In ciascun contenitore sono stati posti 50 g umidi di sedimento, ai quali sono stati addizionati 100 ml di acqua di mare ricostruita (ISO). Tali contenitori sono stati quindi posti in agitazione per 24 h a temperatura ambiente. L'agitazione è stata effettuata mediante ribaltamento completo dei contenitori, al fine di assicurare l'intimo contatto tra il sedimento e l'acqua. Al termine di tale fase un contenitore è stato messo da parte (T0), due contenitori sono stati conservati a 6°C al buio e i restanti due a 18°C alla luce (> 2000 lux e < 10000 lux) con fotoperiodo impostato e corrispondente a 16 h di luce e 8 h di buio. Dopo 10 gg (T10) è stato prelevato il sedimento da uno dei due contenitori esposti al buio e da uno di quelli alla luce. Dopo 20 gg (T20) è stato infine prelevato il sedimento dai contenitori restanti. La fase di campionamento ha previsto la separazione della fase liquida dalla solida mediante centrifugazione e la successiva analisi del contenuto di metalli tramite mineralizzazione con attacco acido.

Sulla base dei risultati è stato possibile calcolare il valore della K_{ril} al tempo T10 e al

tempo T20, mediante le seguenti formule:

$$K_{ril(T10)} = \frac{[\text{Conc. nel sedimento}]_{T10}}{[\text{Conc. nel surnatante}]_{T10}} \quad \text{e} \quad K_{ril(T20)} = \frac{[\text{Conc. nel sedimento}]_{T20}}{[\text{Conc. nel surnatante}]_{T20}}$$

L'unità di misura di K_{ril} è l/kg.

Determinazione costante di adsorbimento K_{ads} - La capacità di adsorbimento di metalli pesanti da parte del sedimento è stata stimata mediante il calcolo della costante K_{ads} , determinata sperimentalmente. Le modalità operative sono analoghe a quelle impiegate per la K_{ril} , con l'unica differenza che l'acqua di mare ricostruita (ISO) è stata addizionata anche con concentrazioni note di metalli pesanti.

Sulla base dei risultati è stato possibile calcolare il valore della K_{ads} al tempo T10 e al tempo T20, mediante le seguenti formule:

$$K_{ads(T10)} = \frac{[\text{Conc. nel sedimento}]_{T10}}{[\text{Conc nel surnatante}]_{T0} - [\text{Conc. nel surnatante}]_{T10}}$$

$$K_{ads(T20)} = \frac{[\text{Conc. nel sedimento}]_{T20}}{[\text{Conc nel surnatante}]_{T0} - [\text{Conc. nel surnatante}]_{T20}}$$

L'unità di misura di K_{ads} è l/kg.

2.2.5. ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI SOSTANZE ORGANOSTANNICHE NEI SEDIMENTI

Le analisi sono state effettuate seguendo il metodo ICRAM (2001), mediante estrazione con CH_2Cl_2 e lettura con Spettrofotometro Perkin Elmer con tecnica HGA-AS (All. A7-I).

Un'aliquota di sedimento marino è stata messa in contatto in rapporto 1:2 con acqua di mare ricostruita con spike (cioè contenente una concentrazione nota di uno degli organostannici disponibili in commercio). Tale miscela è stata posta in agitazione per 24 h a temperatura ambiente. Una parte è stata lasciata decantare e successivamente filtrata e analizzata. La modifica della concentrazione dell'organostannico nel sedimento marino prima e dopo il trattamento ha permesso di calcolare la costante di adsorbimento (K_{ads}).

La costante di degradazione (K_{deg}) è stata calcolata in condizioni di buio a 4°C. Dopo

10 gg è stata prelevata un'aliquota di sedimento e analizzata. Dopo 20 gg è stata prelevata una seconda aliquota. La differenza di concentrazione tra il sedimento di partenza, quello dopo 10 gg e quello dopo 20 gg ha permesso la valutazione della K_{deg} del composto in queste condizioni. Volendo indagare anche l'effetto dell'attività batterica, un'altra parte della miscela di sedimento e acqua di mare ricostruita con spike è stata conservata a 18°C esposta alla luce (> 2000 lux e < 10000 lux) con fotoperiodo (16 h di luce e 8 h di buio). Dopo 10 gg è stata presa e analizzata un'aliquota di sedimento. Dopo altri 10 gg è stata prelevata e analizzata una seconda aliquota di sedimento. La differenza di concentrazione tra il sedimento di partenza, quello dopo 10 gg e quello dopo 20 gg ha permesso la valutazione degli effetti dell'attività batterica sulla K_{deg} .

2.2.6. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

2.2.6.1 *Dunaliella tertiolecta*

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

Preparazione degli elutriati - L'elutriato è stato preparato secondo il metodo ICRAM (2001), utilizzando come acqua di lavorazione il medium preparato secondo le specifiche riportate nella norma UNI EN ISO 10253:2000 (2000).

Esecuzione del saggio - Il saggio con *D. tertiolecta* è stato condotto in triplicato, effettuando 5 diluizioni a partire dal campione tal quale; come supporto sono state utilizzate piastre sterili di polistirene da 24 pozzetti della capacità di 3 ml ciascuno. Parallelamente, per ogni piastra è stato eseguito anche un test con un controllo negativo costituito da acqua di diluizione (acqua di mare ISO a cui sono state aggiunte concentrazioni note di nutrienti). A ciascuna diluizione e al controllo è stata aggiunta una concentrazione nota di clone algale in rapporto di 1:1000. Una volta

inoculato il clone algale (concentrazione iniziale 2×10^3 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.

Nel caso in cui la distribuzione dei dati nelle varie diluizioni lo consenta, è possibile calcolare altri parametri tra cui la NOEC (secondo la procedura di Dunnett, 1955) e l' EC_{20} (Christensen *et al.*, 2009).

QA/QC - La sensibilità di ogni clone algale impiegato per i test con i campioni di elutriato è stata verificata mediante il test di controllo positivo eseguito con bicromato di potassio il cui risultato, espresso come EC_{50} , è stato confrontato con i dati della carta di controllo del laboratorio il cui intervallo è compreso tra 6,2 e 8,9 mg l^{-1} 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%): $\leq 15\%$.

2.2.6.2 *Vibrio fischeri* (sistema Microtox®)

Preparazione delle matrici - La fase solida è stata ottenuta per centrifugazione refrigerata (30' a 3.500 rpm a 4°C), con successiva ri-omogenizzazione.

Vibrio fischeri è un batterio marino Gram-negativo ed eterotrofo, appartenente alla famiglia delle Vibrionaceae; è cosmopolita, ma con maggior diffusione nelle fasce temperate e subtropicali.

Il sistema Microtox® è un test biologico di tossicità acuta basato sull'utilizzo della bioluminescenza naturale di questa specie. Poiché in presenza di contaminanti l'emissione di luce diminuisce, la misura dell'eventuale inibizione della bioluminescenza a seguito dell'esposizione del batterio a una sostanza nota o a un campione naturale di acqua o sedimento consente di valutare il grado di tossicità acuta della sostanza o della matrice testata.

Il sistema di misura risulta piuttosto versatile in quanto è applicabile a matrici naturali, sia continentali che marine, acquose (acqua potabile, acqua interstiziale, elutriato, ecc.) e solide (fanghi, suoli, sedimenti), nonché a soluzioni acquose di sostanze tossiche pure sia organiche che inorganiche.

Procedura adottata e lettura dei dati - I saggi biologici sulla fase solida sono stati completati entro 24 h dalla preparazione della matrice.

L'emissione della bioluminescenza è stata misurata all'interno del luminometro M500, dotato di pozzetti termostatati a 15°C per i controlli e i campioni e a 4°C per il reagente. È stato applicato il protocollo Solid Phase Test (SPT) con la procedura Large Sample Method (Azur Environmental, 1994), organizzato con 9-12 diluizioni e 3 controlli, a seconda della granulometria del campione. Il test prevede una prima esposizione di 20' durante i quali i batteri si trovano a diretto contatto con il sedimento e una seconda fase di ulteriori 10' in cui la risospensione batterica viene incubata nel luminometro a 15°C.

La relazione dose-risposta, ovvero concentrazione del campione - inibizione della bioluminescenza, è stata elaborata mediante un software dedicato (Microtox OmniTM v. 1.16) che consente di individuare l'EC50 (o qualunque altra EC), ossia la concentrazione del campione cui corrisponde una riduzione della bioluminescenza pari al 50% o, in alternativa, la semplice variazione percentuale di emissione di luce rispetto al controllo. Il risultato è stato espresso sia in TU (Unità Tossiche = 100/EC50), che consente di ottenere una relazione diretta fra tossicità e riduzione della bioluminescenza, sia come Sediment Toxicity Index (S.T.I.), che permette di esprimere la reale tossicità acuta del campione rispetto alla tossicità "naturale" di un campione di riferimento avente le medesime caratteristiche granulometriche (Onorati, 1999; Onorati *et al.*, 2007).

Poiché il test in fase solida viene effettivamente applicato sulla frazione granulometrica <1 mm e poiché la componente naturale della tossicità è funzione della frazione pelitica, al fine di esprimere il risultato del saggio nella scala S.T.I. sono state utilizzate le analisi granulometriche dei campioni di sedimento per individuare la proporzione tra le due frazioni citate, indispensabile per la valutazione del reale livello di tossicità acuta.

La fase solida è stata giudicata tossica quando il valore di S.T.I. è risultato > 3. E' stata adottata la scala di tossicità (Tab. 2-IX) indicata nella Tab. 1 del Manuale ICRAM-APAT (2007).

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

SPECIE-TEST	Colonna A Tossicità assente /trascurabile	Colonna B Tossicità presente	Colonna C Tossicità elevata	Colonna D Tossicità molto elevata
<i>Vibrio fischeri</i> (sedimento)	S.T.I. ≤ 3	3 < S.T.I. ≤ 6	6 < S.T.I. ≤ 12	S.T.I. > 12

2.2.6.3 *Corophium orientale*

Il saggio effettuato con esemplari di *C. orientale* (fig. 2.12) è stato allestito secondo il protocollo ISO 16712:2005(E) (2005).



Fig. 2.12 - Esemplici di *C. orientale*.

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 vengono quindi 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-X.

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

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

2.2.6.4 *Acartia tonsa*

Il saggio di sviluppo larvale (LDR test) con il copepode *A. tonsa* è stato eseguito secondo la procedura di Kusk e Wollenberger (2007), modificata per renderla adatta all'impiego per la fase solida (Picone, 2006). Obiettivo del saggio è la determinazione di eventuali effetti stimolatori o inibitori sullo sviluppo larvale.

Esecuzione del saggio - Il saggio prevede l'esposizione di un numero variabile tra 50 e 80 uova di *A. tonsa* a 3,5 g di sedimento e 80 ml di acqua marina artificiale (S = 25‰), ricostituita secondo le specifiche riportate in Kusk e Wollenberger (1999). Il saggio è quindi condotto in condizioni statiche per 6 gg, a una temperatura di 20°C e in regime di fotoperiodo controllato (16:8; luce:buio) con illuminazione a bassa intensità mantenuta da lampade fluorescenti. Il giorno-0 e il giorno-2 in ognuna delle repliche sperimentali (6 per ogni campione e il controllo) è stato somministrato l'alimento (la criptofitea *Rhodomonas salina*) in aliquote adeguate a determinare una concentrazione finale di 6×10^4 cell ml^{-1} in ciascuno dei beaker in cui erano esposte le

larve di *A. tonsa*.

Al termine dei 6 gg di esposizione è stata prelevata una replica del controllo che è stata fissata aggiungendo circa 1 ml della soluzione di Lugol. Dopo lieve agitazione la fase liquida è stata versata su un sistema filtrante ed è stata determinata la proporzione naupli:copepoditi recuperati sul filtro impiegando uno stereomicroscopio. Se il rapporto naupli-copepoditi era di circa 50:50, si è proceduto al fissaggio del test anche negli altri beaker altrimenti, in caso di netta prevalenza di naupli (> 70%), si è lasciato procedere il test per alcune ore per poi ripetere la procedura.

QA-QC - La sensibilità di ogni coltura di *A. tonsa* è stata verificata mediante il test di controllo positivo con 3,5-DCP, il cui risultato deve essere compreso nell'intervallo 33-388 $\mu\text{g l}^{-1}$; ogni coltura viene mantenuta per un periodo non superiore a 7 settimane. Affinché il test possa essere considerato valido, la percentuale di copepoditi recuperata alla fine del test deve essere almeno il 30% del totale delle larve recuperate (naupli + copepoditi).

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio sono stati riportati come Larval Development Rate (LDR), ossia come rapporto tra numero di copepoditi e numero complessivo di forme giovanili recuperate a fine test (naupli + copepoditi), e successivamente normalizzati rispetto al valore di LDR rilevato nel controllo per determinare la percentuale di inibizione (In%). Valori negativi di In(%) indicano effetto biostimolante.

La significatività statistica delle risposte tra campioni e nei confronti del controllo è stata valutata tramite analisi della varianza (ANOVA) a una via. Ai risultati espressi come percentuale di inibizione è stato quindi associato un giudizio qualitativo secondo lo schema riportato in Tab. 2-XI.

Tab 2-XI – Criteri di classificazione dei risultati del saggio con *A. tonsa*.

Criterio	Giudizio
$\text{In}(\%) \leq -40$	Biostimolazione significativa
$-40 < \text{In}(\%) \leq -25$	Potenziale biostimolazione
$-25 < \text{In}(\%) < 25$	Assenza di effetto
$25 \leq \text{In}(\%) < 40$	Potenziale tossicità
$\text{In}(\%) \geq 40$	Tossicità significativa

2.2.6.5 *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^{-1}). 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-XII.

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

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

Dove:

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

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

2.2.6.6 *Hediste diversicolor*

L'accumulo dei metalli nel biota (fig. 2.13) può avvenire mediante l'assorbimento diretto dall'ambiente attraverso la parete corporea o attraverso le superfici respiratorie o del tratto digerente. Negli organismi acquatici è stato dimostrato che la via dominante di assorbimento dei metalli è la diffusione passiva attraverso la superficie corporea, le branchie o i polmoni, oppure per trasporto attivo con le pompe di calcio. Il bioaccumulo negli invertebrati tramite l'alimentazione è stato dimostrato per Cr, Cd, Ag e Co. La concentrazione dei metalli nei tessuti dipende dalla quantità del metallo acquisito, dalla cinetica di assorbimento, dalla sua distribuzione nei tessuti, dai requisiti metabolici per i metalli e dai meccanismi di disintossicazione/escrezione.

Alluminio - L'alluminio è l'elemento metallico più abbondante nella litosfera. La sua biodisponibilità e tossicità sono generalmente maggiori in ambiente acido. La forma predominante in acqua di mare è insolubile $[Al(OH)_3]$, quindi le sue concentrazioni nell'acqua marina sono basse. Le conoscenze riguardo la tossicità e l'assimilazione di questo metallo negli organismi acquatici sono limitate.

Arsenico - I sedimenti possono essere una fonte notevole di questo metallo per gli organismi marini bentonici (Bryan e Langston, 1992). Langston (1980; 1984) ha dimostrato che il polichete *H. diversicolor* (fig. 2.14) accumula questo elemento dalle particelle del sedimento ingerito e per contatto diretto dei palpi con il sedimento. Esiste un rapporto diretto tra la concentrazione del metallo nei tessuti degli invertebrati bentonici e la proporzione As/Fe nelle frazioni facilmente estraibili dei sedimenti nei quali gli invertebrati vivono. Le concentrazioni di arsenico

disciolto nell'acqua interstiziale degli strati di sedimenti ossigenati e riducenti sono elevate e presenti nelle forme più biodisponibili (Reimer e Tompson, 1988).

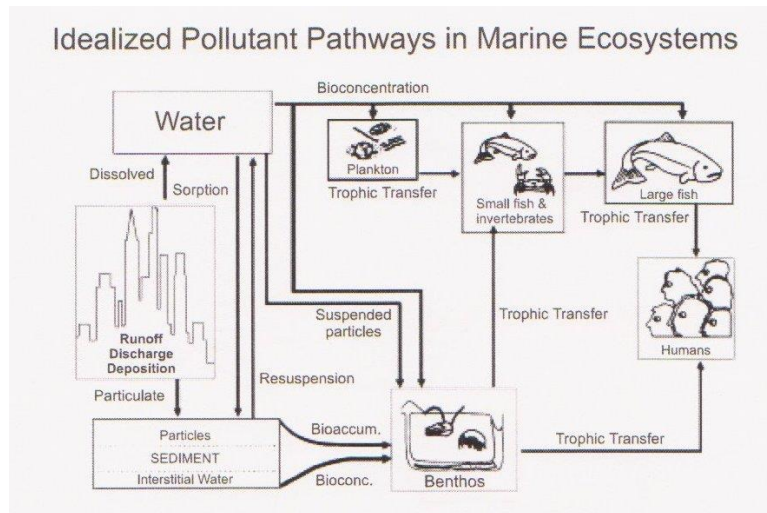


Fig. 2.13 - Schema idealizzato del percorso di un inquinante nel sistema marino (Lee, 1998).

Bario - Il bario è il quattordicesimo elemento più abbondante nella crosta terrestre. Per la sua bassa solubilità nell'acqua non è immediatamente accumulato nei tessuti duri o morbidi degli organismi marini (Neff, 2002). Se accumulato, il metallo rimane nei tessuti come calcoli insolubili e inerti (Jenkins *et al.*, 1989).

Cadmio - Questo metallo di per sé è insolubile in acqua, ma i suoi sali, sotto forma di cloriti e solfuri, sono liberamente solubili (Neff, 2002). Il cadmio è abbastanza mobile nei sedimenti marini per la sua speciazione in acqua marina e la sua tendenza a legarsi facilmente alle particelle formando solfiti solubili in ambiente riducente. Questo metallo è accumulato dagli organismi marini sia disciolto che sotto forma di ioni principalmente attraverso le branchie. L'accumulo può essere passivo o attivo quando trasportato attraverso l'epitelio delle branchie. Il bioaccumulo del cadmio e di altri metalli (rame, mercurio e zinco) in alcuni invertebrati marini, pesci, uccelli e mammiferi può portare all'induzione di metallotioneine, proteine che si legano al metallo nei tessuti. Il cadmio tende ad accumularsi preferibilmente nei tessuti di alcuni organi, come il fegato, le ghiandole digestive e i reni, ma anche nei muscoli degli organismi marini.



Fig. 2.14 - Esempjari di *H. diversicolor*.

Cromo - Il cromo si presenta prevalentemente in due stati di ossidazione: trivalente ed esavalente. Il cromo trivalente, un micronutriente essenziale, è praticamente insolubile ai valori di pH dell'acqua marina e ha la tendenza a precipitare come idrossido insolubile concentrandosi nel sedimento (Richard e Bourg, 1991). Il cromo esavalente è solubile e potenzialmente molto disponibile. Le informazioni riguardo al bioaccumulo negli organismi marini sono minime.

Nichel - Il nichel, in piccole quantità, è essenziale per gli organismi poiché è utilizzato nella produzione delle cellule rosse del sangue. In ambiente acquatico si trova soprattutto sotto forma di ione bivalente che dà origine a complessi moderatamente forti con gli acidi umici e può essere adsorbito dal materiale particolato. Il metallo può passare in soluzione in condizioni di buona ossigenazione, mentre in condizioni anossiche tende a precipitare sotto forma di solfuri insolubili e a concentrarsi nel sedimento.

Mercurio - Il mercurio si presenta principalmente in forma di ione bivalente, ma in condizioni di anossia si rinviene in forma metallica. Lo ione può essere soggetto alla metilazione per opera di batteri sia in condizioni aerobiche che anaerobiche, formando $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ e CH_3Hg^+ . Questi composti molto tossici tendono ad essere rilasciati rapidamente dalle particelle di sedimento passando in soluzione dove diventano disponibili per gli organismi che vivono nella colonna di acqua. A causa della sua alta affinità per la sostanza organica disciolta e particolata, il mercurio organico e inorganico forma facilmente complessi con la materia organica presente

nell'acqua marina e nei sedimenti (Neff, 2002). L'assorbimento del mercurio disciolto è ridotto in seguito all'esposizione ad altri metalli come Ag, Cd, Cu e Zn.

Rame - Il rame si trova sotto forma di ione bivalente, idrossidi e carbonati e ha la tendenza a formare complessi con la materia organica e il materiale particolato. Quantità elevate di cloruri comportano un aumento della mobilità del rame in seguito alla formazione di ioni complessi e a un minor grado di assorbimento all'interno del sedimento (Bourg, 1988). Poiché il rame è un nutriente essenziale, diversi organismi marini hanno sviluppato meccanismi per controllare le concentrazioni degli ioni liberi nei tessuti in presenza di concentrazioni variabili nell'acqua, nel sedimento e nel cibo. Ad esempio, *H. diversicolor* regola la concentrazione di rame nei tessuti con il livello di concentrazione naturale del rame nell'acqua di mare, ma non a livelli alti, prossimi a quelli letali (Amiard *et al.*, 1987). Tuttavia, alcuni policheti sono capaci di regolare i residui di rame nei tessuti in presenza di concentrazioni molto alte di rame nei sedimenti nei quali vivono (Bryan e Gibbs, 1987). Le concentrazioni del rame nei vari tessuti degli organismi marini variano stagionalmente, probabilmente in seguito a cambiamenti stagionali nella richiesta di questo micronutriente da parte dei vari tessuti.

Piombo - Il piombo è un componente naturale dell'ecosistema marino. Questo metallo tende a precipitare sotto forma di solfati e carbonati ed è in grado di formare complessi con la materia organica e il materiale particolato. Anche se gli invertebrati e i pesci bioaccumulano questo metallo dall'acqua marina in proporzione alla sua concentrazione in soluzione (Amiard *et al.*, 1987), il piombo disciolto non è molto biodisponibile per gli organismi marini. Infatti, la biodisponibilità del piombo per gli organismi bentonici è proporzionale al rapporto piombo/ferro negli acidi deboli estratti dai sedimenti, mentre il piombo che è assorbito sulle patine di ossido di ferro delle particelle di sedimento non è biodisponibile.

Vanadio - Questo metallo è largamente distribuito ed è un elemento sempre più tenuto in considerazione dal punto di vista ambientale, anche se non è stata ancora dimostrata la sua essenzialità per gli organismi. La maggior parte del vanadio presente nell'acqua marina si trova in sospensione o viene assorbito sui colloidali, passando meccanicamente attraverso l'acqua senza reagire. Solo una piccola parte si

presenta in forma solubile, mentre tutto il resto tende a concentrarsi nei sedimenti. Il vanadio viene rimosso dall'acqua sia per assorbimento sul materiale particolato sia tramite i processi biochimici degli organismi.

Zinco - Lo zinco è un elemento essenziale per molti organismi viventi, essendo il costituente di diversi enzimi ed essendo coinvolto in varie reazioni metaboliche. Per questo motivo, numerose specie di organismi marini sembrano capaci di regolare questo metallo nei tessuti alle concentrazioni in cui si rinviene nell'acqua di mare e nei sedimenti, da livelli ambientali normali fino ai livelli prossimi a quelli letali (Luoma e Bryan, 1982). Gli organismi marini possono accumulare lo zinco dall'acqua, dal cibo e dai sedimenti. La forma tossica dello zinco è lo ione libero che nell'acqua marina rappresenta solo una piccola frazione dello zinco totale.

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 *H. 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 $36\pm 2\text{‰}$, 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 ($36\pm 2\text{‰}$). 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 $\geq 20\%$.

2.2.7. ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKERS E INDAGINI ULTRASTRUTTURALI NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA

2.2.7.1 Concentrazioni di inquinanti organici e inorganici

E' stata prevista la determinazione di:

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);

Materia organica estratta (MOE);

Idrocarburi Alifatici;

Metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame, vanadio, zinco).

IPA e Materia organica estratta –Gli esemplari di mitilo sono stati scongelati e le parti molli sono state separate dalla conchiglia in maniera tale da ottenere circa 50 g

di peso umido per ciascun sito. Gli organismi, così suddivisi e selezionati, sono stati pesati in un contenitore di vetro senza coperchio, previamente tarato, pulito con solventi (acetone, esano) e asciugato per evitare qualsiasi tipo di contaminazione. Successivamente, le parti molli in questi contenitori sono state liofilizzate fino a completa essiccazione (processo che avviene in circa 3-5 gg) e poi pesate.

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

I campioni di mitili liofilizzati (3 g) sono stati sottoposti ad una tecnica basata su estrazione in apparato Soxhlet (All. A8-I) a 120°C per 8 h, evaporati a 50°C per la determinazione della Materia Organica Estratta (MOE) e successivamente ripresi e purificati su colonna allumina/gel di silice. La purificazione e la separazione degli estratti è stata effettuata su colonna di gel di silice e sodio solfato anidro (Na₂SO₄) (attivati a 130°C per 24 h). La colonna è stata eluita con 32 ml di esano, seguiti da 15 ml di una soluzione esano:diclorometano (1:1 v/v). Durante le analisi dei campioni sono state effettuate prove in bianco. La frazione contenente gli IPA è stata concentrata sotto blando flusso d'azoto per il raggiungimento di un volume finale di circa 0,5 ml, trasferita in acetonitrile e impiegata per la determinazione analitica degli IPA. La determinazione qualitativa e quantitativa degli IPA è avvenuta mediante cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC - High Performance Liquid Chromatography) con rivelatore a serie di fotodiodi (Waters® PDA 996) e con rivelatore a fluorescenza (Waters® 474 Scanning Fluorescence Detector) in serie (All. A8-II). Per quanto riguarda le condizioni di corsa, la fase mobile iniziale è costituita da acetonitrile (40%) e acqua (60%), fino al raggiungimento di un gradiente lineare al 100% di acetonitrile, ad una velocità di corsa di 1,5 ml min⁻¹ per 50'. È stata usata una colonna cromatografica Supelcosil LC-PAH HPLC (25 cm x 4,6 mm, 5 µm) (All. A8-IIa). Dal peso dell'estratto è stato ricavato anche il valore della MOE (Materia Organica Estratta).

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

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

Con “area” si intende l’area dei picchi risultati nel cromatogramma. Il risultato finale è espresso in ng g^{-1} di tessuto liofilizzato.

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

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

Gli indici di distribuzione considerati sono:

- l’idrocarburo presente in maggiore concentrazione (major hydrocarbon, **MH**);
- il rapporto **LMW/HMW**, ovvero il rapporto tra la frazione di idrocarburi a basso peso molecolare ($<n\text{-C}_{20}$) e la frazione ad alto peso molecolare ($>n\text{-C}_{21}$): tale rapporto è circa uguale a 1 nei prodotti da petrolio, nelle alghe e nel plancton, mentre si abbassa in batteri, animali marini, piante superiori e sedimenti;
- il Carbon Preference Index (**CPI**), dato dal rapporto tra le n-paraffine a numero dispari di atomi di carbonio e quelle a numero pari di atomi di carbonio. Anche tale indice in prodotti derivanti dal petrolio presenta valori prossimi all’unità, mentre aumenta se sono presenti idrocarburi d’origine biologica. Questo è dovuto al fatto che molti organismi (batteri, alghe, piante superiori, ecc.) sintetizzano preferenzialmente idrocarburi a numero dispari di atomi di carbonio.

Le analisi degli IA sono state condotte su 2 μl di campione precedentemente estratto e purificato su colonnina di gel di silice e allumina. Il sistema impiegato è un GC-FID della Perkin Elmer (All. A8-III); l’iniezione è avvenuta tramite autocampionatore, mentre per la quantificazione si è proceduto al confronto delle aree sottese ai picchi prodotti da un’iniezione d’idrocarburi alifatici certificati e a concentrazione nota. La programmazione del gas-cromatografo è stata la seguente: la temperatura iniziale di 45°C è stata mantenuta per 3’; successivamente, con un gradiente di $12^{\circ}\text{C min}^{-1}$ sono stati raggiunti 275°C e mantenuti per 12’. Il flusso del carrier (He) è regolato a 15,5

ml min⁻¹. La colonna utilizzata è una SOPB-5 Supelco 30m (All. A8-IIIa) (Ø = 0,2 mm; spessore del film interno: 0,2 mm).

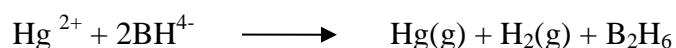
Metalli pesanti - Due aliquote di circa 2,5 g di campione liofilizzato per ogni sito di prelievo sono state mineralizzate a riflusso con 30 ml di acido nitrico concentrato. I campioni, posti in un apposito pallone da 250 ml, sono stati sottoposti a digestione a freddo per 20-30' e portati ad ebollizione per circa 2 h in forno a microonde *ETHOS 900*[®] della *Milestone* (All. A8-IV). La mineralizzazione è stata eseguita secondo la procedura ICRAM (2001).

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

La determinazione strumentale di **alluminio, bario, vanadio, cadmio, cromo, nichel, rame e piombo** è avvenuta mediante spettrofotometria di assorbimento atomico in fornello di grafite (*GF-AAS*), una tecnica molto sensibile per la determinazione di questi elementi generalmente presenti in concentrazioni minori. Come gas di trasporto è stato utilizzato l'argon. Per le analisi ci si è avvalsi di uno spettrofotometro ad assorbimento atomico *AAnalyst 700*[®] della Perkin Elmer in configurazione Autosampler AS40[®] – Mercurio/Hydride System MHS-10[®] (All. A8-V).

Lo **zinco** è stato analizzato direttamente in fiamma aria-acetilene (*F-AAS*) con lo stesso strumento e quantificato da una curva di calibrazione costruita da concentrazioni note dell'elemento. La temperatura della fiamma a cui avviene l'atomizzazione è di 2300°C.

Il **mercurio** è stato determinato mediante analisi dei vapori ottenuti per riduzione a freddo con NaBH₄ (*HG-AAS*) secondo la seguente reazione:



I campioni sono stati pre-trattati con H₂SO₄ e K₂MnO₄ in modo da ossidare la sostanza organica. La reazione con NaBH₄ riduce il mercurio presente in forma ionica a mercurio metallico il quale, assieme all'idrogeno gassoso liberato dalla reazione, viene trasportato dal flusso di gas inerte nella cella al quarzo dove è stata misurata la sua assorbanza tramite il Flow *Injection Mercury System FIMS 400*[®]

della Perkin-Elmer (All. A8-Va). Per evitare assorbimenti di tipo molecolare, nelle analisi che richiedono lunghezze d'onda nella zona dell'ultravioletto è stato impiegato il correttore di fondo al deuterio.

La metodica seguita per la determinazione di Hg, Cr, Cd e Pb è quella delle aggiunte, secondo la quale aliquote uguali di standard sono state addizionate ai campioni al fine di misurare l'assorbanza delle soluzioni così ottenute e calcolare il valore della concentrazione. Il dosaggio dell'**arsenico** è stato ottenuto in HG-AAS utilizzando il *Flow Injection Analysis System FIAS 400*[®] di Perkin Elmer con lettura in GF-AAS e correttore di fondo Zeeman, *4100 ZL*, Perkin-Elmer (All. A8-Vb).

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

Tab. 2-XIII – Lunghezze d'onda utilizzate per i metalli analizzati.

	Lunghezza d'onda
Al	308,215
As	193,696
Ba	445,403
Cd	226,502
Cr	267,716
Cu	324,754
Pb	220,353
Hg	194,227
Ni	231,604
V	292,402
Zn	213,856

2.2.7.2 Biomarkers

In accordo con il Programma di Monitoraggio Nazionale, è stata eseguita la seguente batteria di biomarkers:

Indici di stress generale: indice di condizione
 sopravvivenza in aria (stress on stress)
 proteine totali
 stabilità delle membrane lisosomiali
 volume lisosomi/citoplasma

Indici di esposizione: catalasi
 malondialdeide
 metallotioneine
 livelli di lipofuscine

	livelli di lipidi neutri
Danno genotossico:	test dei micronuclei
Espressione genomica	q-PCR

Indice di condizione - L'indice di condizione (IC) è un parametro che consente di riassumere l'attività fisiologica dell'organismo (crescita, riproduzione, secrezione, ecc.) in determinate condizioni ambientali e di fornire un'informazione globale sul suo stato di salute (Lucas e Beninger, 1985). E' importante tenere presente che tali indici risultano fortemente correlati con la temperatura dell'acqua, la disponibilità di cibo e il ciclo gametogenetico (Okumus e Stirling, 1998), per cui sono caratterizzati da variazioni stagionali che dipendono sia da fattori intrinseci che estrinseci.

L'indice di condizione utilizzato nella presente indagine è un indice statico e prevede l'essiccamento delle parti molli, procedimento che permette di eliminare la deviazione dei valori dovuta alle fluttuazioni del contenuto d'acqua nei tessuti, spesso rilevanti in questi organismi.

Tra i vari indici di condizione è stato utilizzato, per la sua praticità, il rapporto tra peso secco delle parti molli (g) e peso secco della conchiglia (g) espresso come $I.C. \times 100$ (Walne, 1976). Per ogni sito di prelievo (lontano anodo, vicino anodo e controllo) è stato preso un campione di 30 individui. La carne e la conchiglia di ciascun esemplare sono state essiccate separatamente in stufa (All. A8-VI) a 90°C per 48 h e successivamente ne è stato registrato il peso.

Sopravvivenza in aria - Il tempo di sopravvivenza in aria, o "Stress On Stress", è un indice generale particolarmente sensibile nell'individuare le condizioni di stress ambientale a cui sono sottoposti i bivalvi. La definizione di tale parametro si basa sulla naturale capacità di questi organismi intertidali di resistere a brevi periodi di esposizione all'aria (Eertman e de Zwann, 1994). Durante i periodi di emersione i molluschi chiudono le loro valve lasciando una piccola apertura attraverso la quale l'ossigeno atmosferico può diffondere nella cavità palleale. La velocità con cui l'ossigeno viene consumato dipende da numerosi fattori, quali ad esempio temperatura, stagione, acclimatazione e periodo riproduttivo. In condizioni di prolungata esposizione i molluschi riescono a sopravvivere per molti giorni grazie all'evoluzione di una particolare strategia biochimica: il loro metabolismo, infatti, passa da aerobico ad anaerobico e in questo caso i carboidrati, e soprattutto il

glicogeno, diventano la principale fonte d'energia attraverso processi di fermentazione che consentono di aumentare la normale produzione di ATP in condizioni anaerobiche (de Zwaan e Wijsman, 1976).

I molluschi esposti a sostanze tossiche o a stress naturali in genere hanno un metabolismo accelerato (de Zwaan e de Kock, 1988) e, pertanto, ci si aspetta che una volta esposti all'aria il loro tempo di sopravvivenza sia minore.

Tra i vari stressori naturali che possono influenzare il tempo di sopravvivenza in aria vi sono la temperatura, la salinità e altre variabili stagionali.

Vari esperimenti realizzati *in vivo* esponendo gli organismi a concentrazioni subletali di contaminanti (sia metalli pesanti che inquinanti organici) hanno evidenziato una diminuzione del tempo di sopravvivenza in aria suggerendo l'utilizzo di tale parametro quale indice di stress generale applicabile nei programmi di monitoraggio (Viarengo *et al.*, 1995).

L'analisi è stata effettuata su un campione di 30 organismi per ciascun sito (VA, LA e controllo) i quali, subito dopo l'arrivo in laboratorio, sono stati lavati, asciugati e mantenuti a temperatura costante ($18\pm 1^\circ\text{C}$) in un contenitore a tenuta stagna con tasso di umidità a saturazione. Quotidianamente sono stati registrati e asportati gli individui morti fino ad esaurimento degli organismi, registrando LT_{50} e LT_{90} . Sono stati considerati morti gli individui con le valve aperte che non rispondevano a nessuna sollecitazione.

Valutazione del Contenuto di Proteine - La determinazione della concentrazione delle proteine è stata condotta per ogni sito sulla frazione citosolica ottenuta da ciascuno dei biomarkers utilizzati nel programma di monitoraggio secondo il metodo di Bradford (1976), utilizzando come standard l'albumina di siero bovino il Comassie Brilliant Blue in etanolo e acido fosforico come colorante e uno spettrofotometro (All. A8-VII) ad una lunghezza d'onda di 595 nm.

Valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali - La valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali delle cellule della ghiandola digestiva del mitilo permette di ottenere un indice integrato della presenza di inquinanti nell'ambiente marino e degli effetti tossici di tali sostanze. E' noto, infatti, che inquinanti quali metalli pesanti, Idrocarburi Aromatici e PCB, anche se presenti in mare in concentrazioni minime, inducono una destabilizzazione delle membrane dei

lisosomi, la cui aumentata permeabilità porta a un aumento del catabolismo delle macromolecole (proteine, RNA, DNA, ecc.), autofagia e, quindi, danno cellulare. È importante ricordare che i diversi inquinanti presenti nell'ambiente marino presentano effetti sinergici sulla destabilizzazione delle membrane lisosomiali; questo indice di stress rappresenta, quindi, la risposta dell'organismo all'azione combinata di più tossici co-presenti nell'ambiente marino (Lowe *et al.*, 1995).

In laboratorio le ghiandole digestive di 5 mitili provenienti da ciascun sito sono state tagliate in modo tale da ottenere delle sezioni trasversali dei tubuli disposti parallelamente all'asse longitudinale della ghiandola stessa e poste in fila su apposito supporto in alluminio (chuck) per criostato (All. A8-VIII) precedentemente raffreddato in ghiaccio. Successivamente, il supporto con i frammenti è stato posto per 15" in un piccolo recipiente contenente N-esano, precedentemente raffreddato con azoto liquido. Il chuck è stato poi avvolto in 4-5 strati di Parafilm e posto immediatamente a -80°C. Al momento dell'analisi, per mezzo di un criostato, sono state ottenute sezioni di 10-20 µm di spessore con un'angolazione di taglio di 15°. Le sezioni sono state quindi trasferite su vetrini tenuti a temperatura ambiente. La stabilità della membrana lisosomiale è stata testata attraverso l'enzima N-acetylhexosaminidase che ha come substrato il naphthol As-BI N-acetyl-β-D-glucosaminide.

Le sezioni preparate come descritto in precedenza sono state trattate in una vaschetta di Hellendal con un tampone destabilizzante le membrane lisosomiali a 37°C per tempi diversi (0, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40') in modo da determinare il tempo di trattamento richiesto per labilizzare interamente le membrane lisosomiali (periodo di labilizzazione). Il set di vetrini è stato trasferito nel mezzo di incubazione del substrato contenente naphthol As-BI N-acetyl-β-D-glucosaminide precedentemente disciolto in 2,5 ml di 2-metossietanolo e portato a volume con il tampone citrato contenente Polipep, un polipeptide a bassa viscosità che agisce come stabilizzante per le sezioni. L'incubazione con il substrato è stata di 20' a 37°C nella vaschetta di Hellendal in un bagno agitante. I vetrini sono stati successivamente risciacquati in acqua di mare filtrata a temperatura ambiente o in una soluzione di NaCl al 3% a 37°C per 2' prima del loro trasferimento per 10' a temperatura ambiente in un tampone fosfato pH 7,4 contenente il colorante diazoinico fast violet B blue. I

vetrini, risciacquati in acqua corrente per 5', sono stati successivamente fissati con gelatina glicerinata. Le sezioni così ottenute sono state analizzate mediante un sistema di analisi d'immagine al microscopio ottico (All. A8-IX) per la determinazione del periodo di labilizzazione lisosomiale. Le analisi sono state eseguite almeno in quintuplicato.

Volume lisosomi/citoplasma - I dati ottenuti da analisi di tipo quantitativo possono essere associati a quelli della citochimica qualitativa tramite l'analisi di immagine.

Con questo sistema computerizzato, l'immagine del preparato in esame viene digitalizzata tramite un collegamento tra microscopio ottico e computer. Questo permette di quantificare direttamente su sezioni istologiche il preparato in esame, preservando sia la localizzazione dell'enzima che le sue caratteristiche biochimiche.

La procedura si basa sulla legge di Lambert-Beer che mette in relazione la concentrazione del precipitato (c) con l'assorbanza (A):

$$A = \text{Log } I_0/I = klc$$

Dove I_0 ed I sono rispettivamente l'intensità del raggio incidente e di quello trasmesso, l il percorso del raggio nel campione e k la costante massima di assorbanza.

Il raggio incidente (I_0) colpisce il campione e viene trasmesso (I) a una telecamera che forma l'immagine. Questa viene poi digitalizzata da un convertitore analogico, cioè trasformata in un valore numerico discreto ed immagazzinata nel computer in un sistema binario che formerà una matrice.

L'elemento di questa matrice è il pixel, cioè il più piccolo dettaglio rilevabile dell'immagine, e il suo valore rispecchia la densità ottica in quel punto.

La matrice che viene a formarsi è costituita da 600 pixel verticali e 800 orizzontali, che rispecchiano la risoluzione dell'immagine digitalizzata. Più pixel sono presenti in una matrice, maggiore sarà la risoluzione e quindi la nitidezza dell'immagine. Generalmente i pixel possono assumere valori compresi fra 0 e 255, rispecchiando in tal modo 256 toni di grigio.

Una volta scelta la soglia dei toni di grigio la relazione tra l'intensità della luce trasmessa e il livello di grigio permette di quantificare la densità del precipitato in esame, che risulta direttamente proporzionale alla sua concentrazione.

Per le analisi d'immagine necessarie alla quantificazione del rapporto lisosomi/citoplasma cellulare sono state sequenzialmente determinate le superfici (in

pixels) del microtubulo della ghiandola digestiva dell'esemplare analizzato, rapportato alla superficie dei soli lisosomi (in pixel). Per ogni campione (sito) sono state analizzate almeno 10 immagini e un totale di 30-40 microtubuli.

Valutazione dell'attività dell'enzima catalasi - Gli enzimi antiossidanti, normalmente presenti in tutti gli organismi aerobi, sono responsabili della detossificazione degli ossiradicali liberi, composti dell'ossigeno altamente tossici prodotti continuamente nei sistemi biologici durante i normali processi metabolici. Tuttavia, l'esposizione ad alcuni xenobiotici (dioli aromatici, chinoni, idrossilamine aromatiche e metalli di transizione) e la presenza di condizioni ambientali quali anossia, ipossia e mancanza di cibo sono in grado di aumentare la produzione intracellulare di ossiradicali: la valutazione dell'aumento dello stress ossidativo negli organismi rappresenta un sensibile biomarker di stress ambientale (Livingstone, 1991; Buchner *et. al.*, 1996; Sjölin e Livingstone, 1997; Regoli *et. al.*, 1997). Questo enzima rappresenta una risposta costitutiva e molto attiva agli stress ossidativi essendo in grado di ridurre l' H_2O_2 prodotto dalla superossidodismutasi in acqua e ossigeno. Alti livelli di attività di catalasi sono stati evidenziati in mitili nativi e trapiantati in siti caratterizzati da un significativo carico di inquinanti (Porte *et al.*, 1991). Per questi motivi la determinazione dell'attività di catalasi si è rivelata particolarmente utile nelle indagini ambientali.

In laboratorio tale attività è stata determinata in aliquote di ghiandola di mitilo (3 pool di 5 individui per ogni stazione di prelievo) preventivamente lavate con una soluzione di NaCl (0,9%), omogeneizzate in 4 volumi di tampone Tris-HCl pH 7,4 contenente saccarosio e infine centrifugate (All. A8-X), prima a 2.000 x g per 10' per eliminare la frazione lipidica, e successivamente a 9.000 x g per 30' per ottenere la frazione citosolica. L'attività dell'enzima di catalasi è stata determinata per via spettrofotometrica (Aebi, 1974; All. A8-VII) a 240 nm valutando la diminuzione in assorbanza dell'estratto dovuta al consumo di H_2O_2 .

Valutazione della concentrazione di malondialdeide - La perossidazione lipidica è un meccanismo ben noto di danno cellulare che viene ampiamente utilizzato come indicatore di stress ossidativo.

Le perossidasi lipidiche, derivanti da acidi grassi poliinsaturi, sono instabili e si decompongono a formare una serie complessa di composti. Questa include composti

reattivi carbonilici tra i quali il più abbondante è la malondialdeide (MDA). La valutazione del contenuto in malondialdeide in un tessuto o in un fluido biologico è quindi utilizzata quale indice di perossidazione lipidica.

Il metodo applicato si basa sulla reazione cromogenica tra N-metil-2-fenilindolo (NMPI) con MDA a caldo. Una molecola di MDA reagisce con due molecole di NMPI a formare un composto colorante (carbocianina) la cui assorbanza è rilevabile allo spettrofotometro (All. A8-VII) ad una opportuna lunghezza d'onda.

Al momento dell'analisi 3 pool provenienti da ogni sito di prelievo costituiti ciascuno da 3 ghiandole digestive sono stati lavati con una soluzione di NaCl (0,9%), omogeneizzati in 2 volumi di tampone Tris-HCl contenete β -mercaptoetanololo come antiossidante e centrifugati (All. A8-X) a 10.000 x g per 10' a 4°C. A 100 μ l di supernatante estratto sono stati aggiunti 650 μ l di NMPI, 100 μ l di acqua distillata e 150 μ l di HCl (37%). Il campione è stato quindi incubato a caldo, raffreddato in ghiaccio, centrifugato a 10.000 x g e infine letto allo spettrofotometro. La concentrazione di MDA è stata stimata utilizzando come riferimento una curva standard a concentrazioni crescenti di tetrametossipropano (TMOP). La concentrazione totale in proteine del campione è stata determinata attraverso il metodo di Bradford (1976).

Valutazione del contenuto in Metallotioneine - La valutazione del contenuto in metallotioneine rappresenta un importante indice di stress specifico. Le metallotioneine sono proteine cellulari inducibili dall'accumulo nella cellula di cationi di metalli pesanti; pertanto, la valutazione della loro concentrazione tissutale nelle cellule della ghiandola digestiva del mitilo risulta un parametro specifico per quantificare la risposta biologica degli animali all'inquinamento da metalli pesanti quali Cu, Cd, Hg, Zn, Pb, ecc.

Al momento dell'analisi i tessuti (3 pool di 5-7 individui per ogni stazione) sono stati omogeneizzati in 3 volumi di Saccarosio/Tris-HCl addizionati di Leupeptina e β -mercaptoetanololo. L'omogenato è stato quindi centrifugato (All. A8-X) per ottenere una frazione solubile contenente le metallotioneine. Il sopranatante è stato successivamente precipitato con etanolo-cloroformio con il duplice scopo di rimuovere i tioli a basso peso molecolare e concentrare le metallotioneine; 1 ml di citosol è stato quindi addizionato con 1,05 ml di etanolo freddo e cloroformio e

centrifugato a 6.000 x g per 10'. Il sopranatante così ottenuto è stato addizionato di 3 volumi di etanolo freddo e mantenuto a -20°C per 1 h e quindi centrifugato a 6.000 x g per 10' in rotore oscillante. Il pellet è stato lavato una volta con etanolo e cloroformio nel buffer di omogeneizzazione, ri-centrifugato, insufflato con azoto e risospeso in NaCl 0,25 M addizionato di 150 µl di HCl e EDTA. Ai campioni così risospesi è stato aggiunto DTNB (acido ditiobisnitrobenzoico) preparato al momento dell'uso e quindi sono stati centrifugati a 3.000 x g. L'assorbanza è stata valutata per via spettrofotometrica (All. A8-VII) misurandola a 412 mn.

Accumulo di Lipofuscine nei lisosomi – Questo metodo permette di determinare l'accumulo nei lisosomi dei prodotti finali della perossidazione lipidica delle membrane cellulari: le lipofuscine. Con il termine di ossidazione lipidica si intende una serie di reazioni chimiche favorite da specie reattive dell'ossigeno (ROS) che causano danni alle molecole lipidiche delle membrane cellulari. Gli eventi perossidativi si verificano comunemente nelle cellule viventi, anche in condizioni fisiologiche, in quanto rappresentano una via catabolica per gli acidi grassi insaturi di membrana. L'esposizione a sostanze xenobiotiche, tra cui i contaminanti organici, può favorire fenomeni perossidativi provocando danni cellulari. Il processo di perossidazione porta alla formazione di miscele complesse di prodotti di degradazione lipidica altamente tossici in grado di interagire sia con le proteine di membrana che con altri componenti cellulari alterandone le funzioni. Al termine del processo, i prodotti vanno ad accumularsi nel sistema vacuolare lisosomiale sotto forma di lipofuscine. Studi recenti (Viarengo *et al.*, 2007) sembrano evidenziare un contributo da parte delle lipofuscine all'accumulo dei metalli pesanti nella ghiandola digestiva. Infatti, il metallo può rimanere intrappolato nel granulo di lipofuscina legandosi stabilmente ad esso, oppure può legarsi ai gruppi acidi dei lipidi ossidati, restando così vincolato in maniera non stabile al granulo. Come per i lipidi neutri insaturi, questo tipo di analisi utilizza una metodologia quantitativa. Il contenuto in lipofuscine viene valutato utilizzando il metodo Schmorl (Moore, 1990).

In laboratorio le sezioni di 5 individui provenienti da ciascun sito preparate al criostato (All. A8-VIII) sono state fissate in calcio-formolo a 4°C, risciacquate in acqua distillata e poste nel mezzo di reazione contenente cloruro di ferro e potassio ferrocianuro per 5'. Successivamente, sono state lavate in acido acetico, risciacquate

in acqua, montate su vetrino ed analizzate mediante un sistema di analisi d'immagine al microscopio ottico (All. A8-IX) per la determinazione della colorazione dei lisosomi dovuta all'accumulo di lipofuscine.

Accumulo di Lipidi neutri nei lisosomi - Questo indice valuta l'alterazione delle membrane lisosomiali derivata dall'esposizione a idrocarburi aromatici che determinano un accumulo di lipidi neutri insaturi all'interno dei lisosomi.

Le sezioni, derivanti da 5 individui per ciascun sito preparate al criostato (All. A8-VIII) con la stessa modalità seguita per la valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali, sono state fissate in calcio-formolo per 15' a 4°C, risciacquate in acqua distillata e poste in una soluzione di trietilfosfato. Successivamente sono state colorate con una soluzione di oil red in trietilfosfato a 20°C per 15', lavate in trietilfosfato per 30", risciacquate in acqua distillata e montate con gelatina.

Le sezioni così ottenute sono state analizzate al microscopio ottico (All. A8-IX) mediante un sistema di analisi d'immagine che determina la percentuale di colorazione dei lisosomi dovuta all'accumulo dei lipidi neutri insaturi.

Micronuclei - Molti inquinanti ambientali cancerogeni e mutageni (tra i quali idrocarburi policiclici aromatici e alcune clorodiossine) sono in grado di danneggiare il DNA inducendo delle modificazioni che, quando eccedono la capacità di riparo dell'organismo, possono causare danni irreversibili al patrimonio genetico.

Inizialmente identificati nel 1891 da Howell negli eritrociti e in seguito descritti da Jolly nel 1905, i micronuclei (MN) sono strutture contenenti cromatina circondata da una membrana, presenti nel citoplasma e senza alcuna connessione con il nucleo principale della cellula.

I MN si formano per perdita di un cromosoma intero o frammenti di cromatina durante la divisione cellulare o anche per apoptosi e diventano rilevabili come MN distinti dal nucleo principale della cellula nell'interfase successiva alla loro formazione (Heddle *et al.*, 1991). La formazione di MN può essere dovuta all'azione di composti organici (Bolognesi *et al.*, 2004) e inorganici (Bolognesi *et al.*, 1996), all'invecchiamento cellulare e quindi all'azione dei processi di riparazione del DNA, alla presenza di siti fragili nel cromosoma, a instabilità genetica o a ipometilazione del DNA (Stopper e Müller, 1997). I micronuclei presenti nella cellula possono essere evidenziati (Bolognesi *et al.*, 1996) usando diversi coloranti e la loro

frequenza, che può essere quantificata microscopicamente con citometria a flusso o mediante immunofluorescenza, è utilizzata come misura di danno genetico.

Recentemente, nell'ambito del monitoraggio ambientale, il test è stato applicato anche ai molluschi bivalvi, e in particolare ai mitili, per valutare la presenza nell'ambiente marino di potenziali inquinanti genotossici (Bolognesi *et al.*, 2004). Uno degli aspetti di maggior interesse di questo test è il suo elevato significato ecotossicologico dal momento che l'attività genotossica di molti composti inquinanti può portare, nel corso delle generazioni, ad alterazioni non solo a livello di singolo individuo, ma anche ai livelli più elevati di organizzazione biologica quali popolazione e comunità (Mersch *et al.*, 1996). Viene quindi utilizzato come biomarker di esposizione e/o effetto a sostanze genotossiche e può essere predittivo del rischio ecologico.

Le frequenze di MN nei mitili sono influenzate da fattori fisici, come la temperatura, e fisiologici, come l'età dell'organismo (Brunetti *et al.*, 1992), che devono essere tenuti in considerazione nella valutazione dei risultati di monitoraggi ambientali.

Relativamente alle analisi di laboratorio, l'allestimento dei preparati citologici è stato effettuato direttamente sul campione fresco lo stesso giorno di arrivo. L'emolinfa di ogni individuo (per un totale di 5 esemplari per campione) è stata prelevata dal muscolo adduttore posteriore con una siringa contenente Alsever (soluzione salina al 33‰ composta di NaCl, Na citrato x 2H₂O, acido citrico x 1H₂O e glucosio a pH fisiologico). Alcune gocce della sospensione cellulare, fissata in metanolo:acido acetico, sono state posizionate su vetrino e colorate con Giemsa.

Per ogni mitilo sono state osservate al microscopio ottico (All. A8-IX) circa 2000 cellule di emociti e su queste sono state determinate le frequenze di micronuclei e delle anomalie nucleari (Ottaviani e Franceschini, 1997).

Real Time PCR (q-PCR) - L'amplificazione del DNA costituisce una tecnica d'indagine consolidata in campo biomedico e solo di recente è stata implementata con tecniche innovative per lo studio della qualità degli ambienti marini. La tecnica di Real Time PCR consente di monitorare e quantificare una molecola target mentre la reazione biochimica che le produce la sua amplificazione è in corso. La metodologia prevede l'amplificazione selettiva e quantificazione in vitro di una sequenza di DNA target. Ciò è reso possibile dall'impiego di diversi prodotti chimici

fluorescenti detti *reporter* che correlano l'amplificazione con l'intensità della fluorescenza (Higuchi *et al.*, 1993). La reazione di una classica PCR ad un certo numero di cicli giunge a plateau; ciò solitamente è indipendente dalla quantità iniziale di templati. Il sistema giunge a plateau per un ampio raggio di DNA di partenza. Grazie alla PCR quantitativa si può, quindi, monitorare la quantità di DNA prima del plateau, durante la fase esponenziale di crescita, per risalire alla quantità di template di partenza.

Con particolare riferimento all'ambiente marino la q-PCR può essere utilizzata per quantificare l'espressione di geni funzionali considerati bioindicatori.

In particolare nella presente esperienza di monitoraggio è stata prevista l'estrazione dell'RNA dalle cellule delle ghiandole digestive di mitilo, la retroscrittura dell'RNA in cDNA e infine l'amplificazione del cDNA tramite PCR. In questo caso, rispetto alla sequenza completa rappresentata dall'intero RNA, il metodo di studio si è focalizzato sulla quantificazione di due sequenze geniche, MT₁₀ ed MT₂₀, responsabili della sintesi delle proteine metallo-chelanti "metallotioneine" (Dondero *et al.*, 2005).

La tecnologia di q-PCR adottata ha previsto:

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

Operativamente, 0,1 gr di ghiandola digestiva è stato omogenato in Trizol e incubato a temperatura ambiente per 5' per favorire la completa dissociazione dei complessi nucleoproteici. Sono stati quindi aggiunti 100 µl di cloroformio e dopo 3' l'estratto è stato centrifugato (10.000 x g per 5' a 4°C; All. A8-V) realizzando una separazione in due fasi: una inferiore arricchita in fenolo rosso e una superiore acquosa contenente

l'RNA. La fase acquosa è stata trasferita in una eppendorf e l'RNA raccolto è stato concentrato mediante precipitazione per mezzo di trattamenti sequenziali a base di alcool isopropilico ed etanolo (75%) seguiti da centrifugazione a 10.000 x g per 10' (All. A8-IX) a 4°C. Il surnatante ottenuto è stato quindi eliminato e il pellet depositato sul fondo della provetta è stato risospeso in 100 mM sodio acetato ed etanolo (100 %). Il passaggio successivo ha previsto la purificazione attraverso trattamento con LiCl (8M), incubato a -20°C per 30' e centrifugato a 20.000 x g per 30'; il surnatante è stato quindi eliminato. Il pellet così ottenuto è stato nuovamente risospeso in etanolo (75%) per la fase di analisi o conservato a -20°C. È seguita la quantificazione dell'RNA ottenuto tramite lettura a diverse bande come $\lambda = 230, 260$ e 280.

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

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

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

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

2.2.7.3 Analisi ultrastrutturali

Gli organi di interesse (ghiandole digestive e gonadi) sono stati escissi da 5 diversi esemplari surgelati (-80°C) provenienti da ciascun sito di prelievo (VA, LA e controllo).

Gli organi prelevati sono stati opportunamente etichettati per individuare la direzione di taglio, immersi immediatamente in liquido fissativo e inviati a Roma presso i laboratori dell'ISM – CNR.

Sono state utilizzate due diverse soluzioni di fissativo a seconda del tipo di trattamento istologico previsto. In particolare, i campioni destinati alle caratterizzazioni con microscopia ottica e microscopia SEM sono stati avviati ad una inclusione in paraffina e per essi è stato utilizzato come fissativo il liquido di Bouin (15 parti di acido picrico, 5 parti di formalina e 1 parte di acido acetico). Per i campioni riservati alle caratterizzazioni AFM è stata invece scelta un'inclusione in resina epossidica che è più appropriata per ottenere sezioni assai più sottili. Per questi ultimi il fissativo utilizzato è stata una soluzione di glutaraldeide (glutaraldeide 3% in tampone fosfato), seguita da una post-fissazione con osmio tetrossido (OsO₄ 2% in tampone fosfato).

I campioni sono stati esposti alle relative soluzioni fissanti per diversi giorni e, comunque, mantenuti in fissativo fino al momento delle successive fasi di preparazione.

Dopo la fissazione, essendo i tessuti trattati con il liquido di Bouin ancora estremamente ricchi d'acqua, si è proceduto alla loro disidratazione, necessaria per effettuare l'inclusione in paraffina e per ottenere il campione finale pronto per l'analisi AFM e per l'analisi SEM. La disidratazione è stata effettuata immergendo successivamente il tessuto in soluzioni a percentuale di etanolo crescente (da 70° a 100°) e successivamente in un solvente che rende il tessuto trasparente (toluolo o xilolo) per preparare l'inclusione in paraffina.

E' stata utilizzata la seguente procedura:

- 70% etanolo, vari passaggi fino ad arrivare a 24 h
- 80% etanolo, 1-2 h
- 90% etanolo, 1,5 h
- 95% etanolo, 1 h
- 100% etanolo, due passaggi da 15' ciascuno.

Terminato il processo di disidratazione si è proceduto all'infiltrazione dei campioni con opportune resine polimeriche. Per i tessuti destinati al sezionamento con microtomo convenzionale (sezioni più spesse) si è scelta, come detto, l'inclusione in paraffina, una miscela di idrocarburi tipicamente utilizzata nella cera delle candele.

La procedura utilizzata ha previsto:

- bagno in HistoClear, due passaggi da 15' ciascuno;
- 50% HistoClear e 50% paraffina, 1 h a 60°C;
- bagno in paraffina liquida pura, due passaggi da 1,5 h a 60°C;
- inclusione in un blocchetto di paraffina nuova.

Per l'inclusione in resina epossidica (Epon o Araldite) è stata invece utilizzata la procedura così riassunta:

- bagno in acetone: due passaggi da 15' ciascuno;
- 50% acetone e 50% resina: 1 h a 70°C;
- bagno in resina pura: due passaggi da 1,5 h a 70°C;
- inclusione in resina per completare l'infiltrazione.

Dopo tale trattamento si è proceduto al sezionamento con il microtomo rotativo e con l'ultramicrotomo.

Per le analisi con il microscopio ottico convenzionale e per quelle spettroscopiche sono state preparate sezioni con spessori maggiori, mentre per investigazioni a più alta risoluzione con microscopia SEM sono state utilizzate sezioni più sottili.

Per sezionare i campioni inclusi in blocchetti di paraffina è stato utilizzato un Leitz 1512 (All. A8-XI), un microtomo rotativo manuale dotato di lama regolabile e ruotabile che permette di ottenere sezioni di buona qualità fino a circa 4 µm di spessore. Le sezioni tagliate sono legate l'una all'altra e appaiono come una striscia continua di paraffina. Le porzioni di interesse sono state selezionate con un microscopio ottico (All. A8-XII), separate con un bisturi dalla striscia continua e depositate su un vetrino o porta campioni appositamente ricoperto di albumina bovina o polilisina per favorire l'adesione uniforme della sezione. I vetrini così preparati sono stati infine scaldati leggermente per favorire la distensione uniforme delle sezioni e quindi incubati per 12 h a 37°C o, comunque, fino a completa asciugatura.

Per le analisi con la microscopia AFM è stato utilizzato un ultramicrotomo, che consente di ottenere sezioni fino a 90 nm.

Le fettine prodotte sono tipicamente di piccole dimensioni (oltre che di bassi spessori) e per questo si sono potute far aderire diverse sezioni per ogni stub-portacampioni. Il modello dello strumento utilizzato è stato un Reichert Ultracut S (All. A8-XIII) e le sezioni sono state prodotte con uno spessore di circa 200 nm.

A questo punto, si è proceduto alla colorazione delle sezioni destinate alla microscopia ottica, che rappresenta un primo screening preliminare all'analisi più approfondita delle sezioni più interessanti.

I campioni scelti sono stati colorati con la combinazione di Ematossilina/Eosina (E-E). Mentre la prima sostanza è basica e marca i nuclei di un colore blu, la seconda è acida e viene usata per marcare il citoplasma cellulare e tessutale di un rosa chiaro.

L'Ematossilina utilizzata viene comunemente definita Emallume Carazzi G (Componenti attivi Ematossilina 0.1% e Allume Potassico 5%). L'Eosina utilizzata è l'Eosina B.

Preliminarmente alla colorazione, visto che i coloranti sono acquosi, si è proceduto a una reidratazione delle sezioni attraverso l'uso di percentuali di alcool decrescenti.

La procedura utilizzata è la seguente:

- bagno in Histoclear, due passaggi da 15' ciascuno, per rimuovere la paraffina;
- 100% etanolo, due passaggi da 5' ciascuno;
- 95% etanolo, 5';
- 90% etanolo, 5';
- 80% etanolo, 5';
- 70% etanolo, 5';
- bagno in acqua distillata o soluzione fisiologica, 5'.

Si è quindi proceduto alla colorazione come segue:

- Emallume, 4-6';
- vari risciacqui in acqua di fonte e acqua distillata;
- Eosina, 1';
- vari risciacqui in 95% etanolo;
- 100% etanolo, due passaggi da 5' ciascuno;
- Histoclear, due passaggi da 5' ciascuno;
- copertura con un mantenevole a resina viscosa (Eo-Kit) e con un copri vetrino;
- asciugatura.

I campioni così trattati erano ormai pronti per un'analisi con il microscopio ottico.

Analisi AFM (microscopia a forza atomica) e SEM (Microscopio Elettronico a Scansione) - La caratterizzazione dei campioni è stata effettuata in massima parte in modalità “contact” in modo da studiarne al meglio la topografia e, tramite misure di friction force, identificarne le eventuali particelle metalliche presenti al loro interno. Alcuni raffinamenti delle indagini sono state eseguite utilizzando la modalità di acquisizione di tapping.

La microscopia AFM è stata utilizzata soprattutto come tecnica per approfondire l’investigazione su sezioni di particolare interesse. Questa impostazione dello studio è assai naturale, alla luce del fatto che le misure AFM sono piuttosto lunghe e producono immagini quantitative e ad altissima risoluzione spaziale però di aree del campione limitate a poche decine di μm (quindi intrinsecamente inadatte a fornire una visione d’insieme).

La microscopia a forza atomica (AFM) nasce intorno alla metà degli anni ‘80 ed è basata su un principio innovativo rispetto alle altre tecniche di microscopia esistenti. L’AFM, infatti, realizza immagini sfruttando le interazioni tra la superficie di un campione e una sonda molto acuminata (raggio apicale $< 10\text{ nm}$) che si muove, attraverso dei movimentatori piezoelettrici, parallelamente e a piccolissima distanza dalla superficie del campione stesso. Nella modalità più semplice, il “contact mode”, la punta è fatta scansionare a una distanza dalla superficie inferiore ad 1 nm e gli spostamenti verticali della punta necessari a mantenere costante la distanza dal campione (più correttamente, l’interazione punta-campione) sono registrati e convertiti in punti nello spazio tridimensionale. In questo modo, attraverso una scansione n righe \times n colonne, si riesce a ricostruire una immagine fedele e ad alta risoluzione della superficie sotto esame. La risoluzione laterale dell’immagine (di solito qualche nm) è influenzata da dimensione e forma della punta, mentre la risoluzione verticale, definita dal sistema di movimento e di raccolta del segnale, è tipicamente di pochi Å . Le forze di interazione tra la punta e la superficie sono dell’ordine dei nano newton, permettendo una analisi non distruttiva dei campioni. Inoltre la punta, durante la scansione, può essere usata per raccogliere altre informazioni sulle proprietà locali del campione. Ad esempio, misurando le torsioni laterali della punta durante il movimento (friction force), si ottiene una misura

dell'attrito locale tra punta e campione che è associabile (qualitativamente) alla composizione chimica ed alle proprietà chimiche e fisiche della superficie.

Oltre al "contact mode" è stata utilizzata anche una seconda modalità detta "tapping", in cui il microscopio è pilotato in modo diverso ma che fornisce di fatto le medesime informazioni.

I microscopi utilizzati per l'analisi delle sezioni istologiche sono strumenti progettati e costruiti presso i laboratori dell'Istituto di Struttura della Materia – CNR (All. A8-XIV). Questi microscopi hanno un range di scansione dipendente dal sistema di movimentazione, tipicamente di 40 x 40 µm. Le punte usate sono punte Veeco MSCT-AUHW da contact (raggio apicale circa 10 nm) e Nanosensors PPP-NCHR-50 da tapping (raggio apicale 10-15 nm, frequenza di risonanza circa 300kHz).

Il Microscopio Elettronico a Scansione (SEM), inventato da Max Knoll nel 1935, produce immagini di un campione attraverso la scansione con un fascio di elettroni ad alta energia. Gli elettroni interagiscono con gli atomi che formano il campione mantenuto in ultra alto vuoto, e permettono di ottenere immagini tridimensionali della sua topografia ed informazioni sulla composizione.

Il microscopio SEM utilizzato è uno Stereoscan 260 della Cambridge Instruments (All. A8-XV), dotato di pompa rotativa e turbo molecolare per il mantenimento della camera e colonna in alto vuoto (10^{-6}) e di filamento a tungsteno per la produzione del fascio elettronico. Le energie ottenibili sono comprese tra i 5 e i 30 keV, scelte a seconda delle caratteristiche del campione da analizzare. Lo strumento permette di ottenere immagini con risoluzione dell'ordine di poche decine di nm.

Analisi mediante spettroscopia FTIR - Le spettroscopie sono tecniche molto utili per identificare la composizione di un campione o le proprietà di una sostanza attraverso l'analisi dei loro spettri in diversi intervalli energetici. In questa prima fase di studio sono state impiegate analisi spettrofotometriche nell'infrarosso (IR), basate sul fatto che le molecole possono ruotare o vibrare in corrispondenza di livelli energetici quantizzati e perciò ben definiti (modi roto-vibrazionali). Queste frequenze caratteristiche dipendono da molti fattori, tra cui la geometria e la composizione elementare delle molecole, il loro momento di dipolo elettrico etc., perciò è concettualmente possibile associare la presenza di una particolare molecola a una serie di frequenze roto-vibrazionali identificabili tramite spettroscopia

infrarossa.

A causa degli elevati costi di fabbricazione di monocromatori per l'infrarosso, spesso si preferisce l'uso di interferometri (Fourier Transform Infrared spectroscopy - FTIR). In questo caso la luce IR, dopo aver attraversato il campione, viene inviata a un interferometro e, eseguendo una trasformata di Fourier dell'interferogramma, si ottiene uno spettro praticamente identico a quello che si otterrebbe con uno spettroscopio tradizionale ma con un tempo di acquisizione molto inferiore.

Gli spettri utilizzati per lo studio dei mitili provenienti dalla piattaforma e dal controllo sono stati raccolti usando uno FTIR Jasco V-430 (All. A8-XVI). Si tratta di uno spettrofotometro infrarosso a doppio fascio con modalità di acquisizione FFTIR (Fast Fourier Transform IR). Lo strumento permette di sondare il campione con luce di lunghezza d'onda compresa tra 1,25 e 20 μm (500-8000 cm^{-1}). La camera di misura è fornita di porta campioni modificati per l'alloggiamento di campioni di diverse dimensioni.

2.2.8. 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) e i valori ottenuti sono stati rapportati a una superficie di 0,095 m^2 che, come già detto, corrisponde all'area di apertura della benna e, quindi, alla superficie di sedimento investigata dallo strumento; sono stati quindi calcolati numero e peso medi tra le repliche effettuate su una stessa stazione.

I valori così ottenuti sono stati utilizzati per calcolare i seguenti indici:

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

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

Indice di Dominanza (D; May, 1979): $D = n_i N^{-1}$

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 cumulative e, per valutare le eventuali somiglianze tra le stazioni campionate, con gli stessi dati trasformati in $\text{Log}(x+1)$ è stata effettuata un'analisi statistica multivariata utilizzando il pacchetto software PRIMER (Clarke e Warwick, 2001) per verificare la presenza di eventuali cambiamenti dal pre-survey al periodo successivo all'installazione della piattaforma ed eventuali differenze tra i siti monitorati nel medesimo periodo.

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; Borja *et al.* 2000; Clarke e Warwick, 2001; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika *et al.*, 2007; Borja e Mader, 2008), seguendo quanto suggerito da Teixeira *et al.* (2007). Questi Autori riportano infatti la possibilità di ottenere, attraverso la combinazione dei risultati derivati da più indici, un buon set di dati in grado di descrivere lo stato della qualità ecologica di una determinata area. Si tratta di un approccio sperimentale poiché tutti gli indici utilizzati per questo scopo sono stati applicati quasi esclusivamente in aree marine costiere e, anche in questo caso, gli ambienti testati sono ancora troppo pochi per poter definire una corretta e universale classificazione dello stato ecologico ambientale (Teixeira *et al.*, 2007). Tuttavia si ritiene che, essendo lo studio dell'eventuale impatto della piattaforma Annamaria B ancora nelle fasi iniziali e disponendo di un pre-survey (quindi della situazione ambientale "naturale"), l'applicazione di questa metodologia potrebbe rappresentare un utile strumento per il proseguo delle indagini. A tale proposito, è da sottolineare che sia Borja (indice AMBI), sia Simboura (indice BENTIX), ritengono che i loro indici

possano essere un valido strumento per determinare lo stato ecologico dell'ambiente circostante le piattaforme estrattive offshore dell'Adriatico (comunicazioni personali degli Autori).

Per quanto concerne i tre indici scelti per questo scopo, 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-XIII.

L'indice AMBI è stato applicato da Muxica *et al.* (2005) oltre che in ambienti marino-costieri, anche in aree più profonde (costa occidentale svedese) e in aree interessate dalla presenza di piattaforme petrolifere (Mare del Nord). 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:

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

Classificazione dell'ambiente	W
Non disturbato	$1,0 \geq W \geq 0,7$
Leggermente disturbato	$0,6 \geq W \geq 0,3$
Moderatamente disturbato	$0,2 \geq W \geq -0,1$
Povero	$-0,2 \geq W \geq -0,5$
Pessimo	$-0,6 \geq W \geq -1,0$

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 4.1 è aggiornato a febbraio 2010) sono identificati soprattutto in base alla loro sensibilità ad arricchimenti organici:

- gruppo I: Specie molto sensibili ad arricchimento organico e presenti solo in condizioni ambientali ottimali. Tale gruppo include i carnivori specialisti e alcuni policheti tubicoli detritivori.
- gruppo II: Specie indifferenti all'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità senza particolari variazioni nel tempo. Esse includono sospensivori, alcuni carnivori poco selettivi e scavatori.
- gruppo III: Specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti. Queste specie possono essere presenti in condizioni normali, ma le loro popolazioni sono stimolate da un aumento di sostanza organica. Si tratta prevalentemente di detritivori superficiali.
- gruppo IV: Specie opportuniste di secondo ordine; principalmente piccoli policheti detritivori sub-superficiali, come i cirratulidi.
- gruppo V: Specie opportuniste di primo ordine; sono detritivori che proliferano in sedimenti poco ossigenati e ridotti.

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

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. E' stato applicato con successo, tra l'altro, in aree soggette ad inquinamento organico (Simboura *et al.*, 2005) e a sversamenti accidentali di petrolio (Zenetos *et al.*, 2004a) ed è attualmente utilizzato in diverse aree del Mediterraneo nell'ambito del framework del *WFD intercalibration exercise* (EC, 2003).

Tab. 2-XIV - 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

Questo indice si basa sulla suddivisione dei taxa di fondo mobile (per i quali è fornita una lista) in 3 principali gruppi ecologici:

1. gruppo 1 (GI): include specie sensibili a un disturbo in generale;
2. gruppo 2 (GII): include specie tolleranti a un disturbo o a uno stress. Le popolazioni possono rispondere a un arricchimento organico o a un'altra fonte di inquinamento attraverso un incremento delle densità;
3. gruppo 3 (GIII): include le specie opportuniste di primo ordine, quelle pioniere e le specie tolleranti a situazioni di ipossia.

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

$$\text{BENTIX} = [(6 \times \% \text{GI}) + 2 \times (\% \text{GII} + \% \text{GIII})] / 100$$

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

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

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

2.2.9. INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA

2.2.9.1 Campionamenti di pesca

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

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

Per *Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus* sono stati rilevati solo il numero ed 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 Annamaria B 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 denominate "non attratte" invece non hanno nessun rapporto con la piattaforma e, di norma, sono reperibili sul fondale originario fangoso.

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 per cala (S), come numero di specie catturate in ogni campionamento di pesca. L'indice di Shannon-Weaver (H'), per la cui definizione si rimanda al capitolo precedente, è stato calcolato anch'esso per ogni singola cala in tutti i tre siti. I rendimenti di pesca sono stati calcolati sia in termini numerici (n. ind/500m/12h) che ponderali (kg/500m/12h).

Al fine di comparare i risultati ottenuti per i suddetti indici nei tre siti, data la bassa numerosità campionaria è stato utilizzato un t-test per campioni indipendenti. Prima di effettuare questa analisi sono state valutate le assunzioni di normalità distributiva dei dati ed eguaglianze delle varianze rispettivamente con i test di Kolmogorov-Smirnov e di Levene (Zar, 1984). Nel caso in cui tali assunzioni non venivano rispettate è stata eseguita una trasformazione logaritmica dei dati.

2.2.9.2 Investigazioni acustiche per il rilevamento di banchi di pesce attorno alla piattaforma con Multibeam Echosounder

L'elaborazione dei dati rilevati tramite MBES è stata eseguita utilizzando il software Echoview (Myriax, Tasmania) che permette di leggere ed elaborare i *raw data* inerenti la colonna d'acqua e di visualizzare le informazioni come immagini bi- o tridimensionali.

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. 2.15) 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. 2.16). Non essendo il sistema EM3002D calibrato per l'identificazione di particolari specie ittiche, si è considerato un *target strength* medio di -40 dB, funzione delle lunghezze degli individui normalmente 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 viene riportata la descrizione relativa a ciascuna caratteristica metrica e variabile acustica considerata per ogni *target* tridimensionale

individuato (Tabb. 2-XVII e 2-XVIII).

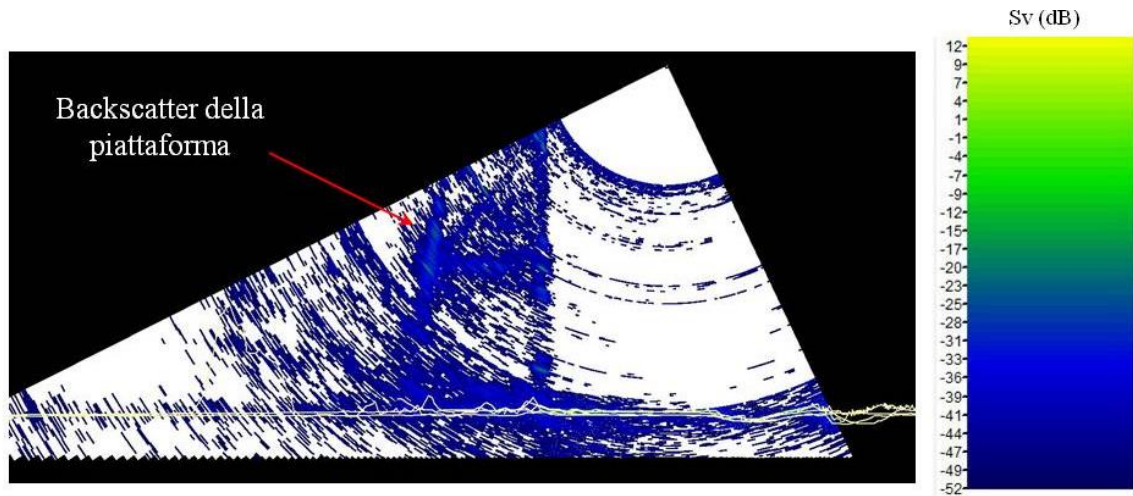


Fig. 2.15 - Ecogramma multibeam in prossimità della piattaforma Annamaria B. Il forte backscatter dovuto alla presenza della struttura stessa e lo scattering omnidirezionale degli impulsi acustici impediscono il rilevamento di eventuali aggregazioni di pesce nelle vicinanze della piattaforma o all'interno dell'areale tra le gambe della stessa. Sv=Volume backscatter strength.

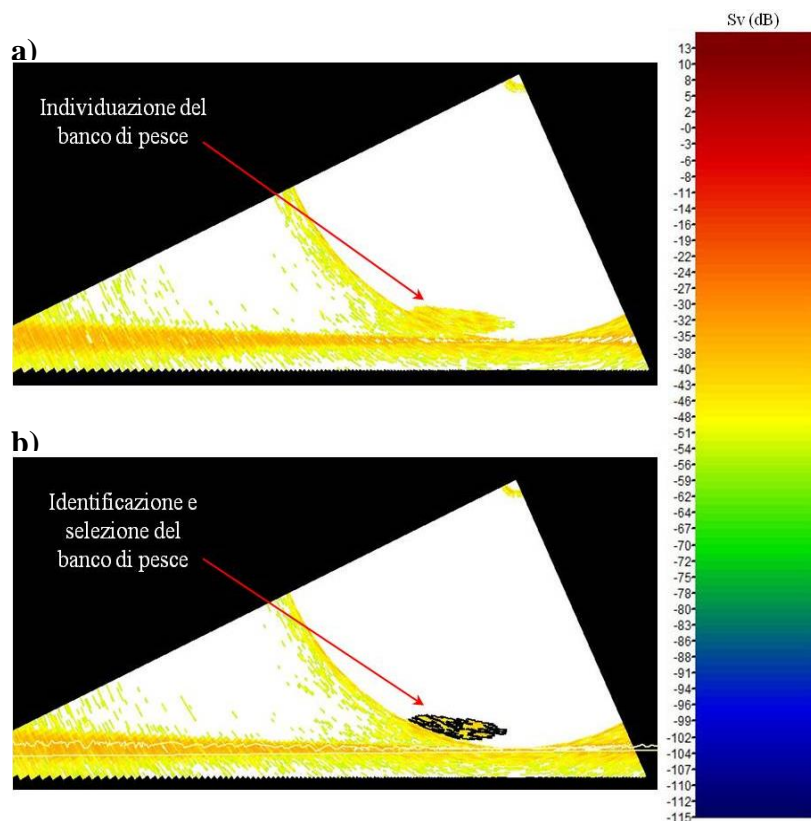


Fig. 2.16 - Elaborazione dei dati acustici della colonna d'acqua tramite il software Echoview. a) Individuazione di un'aggregazione di pesce in un ping durante lo *screening* dell'ecogramma. b) Identificazione e selezione del target tramite la procedura Target detection. La scala a colori sulla destra rappresenta il volume backscattering strength (Sv) in dB e si riferisce a entrambi a) e b).

Tab. 2-XVII - 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-XVIII - 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.

Completata l'individuazione delle aggregazioni di pesce, sono state create delle scene quadrimensionali (tre dimensioni spaziali e la dimensione temporale) delle porzioni di colonna d'acqua investigate, includendo anche il fondale marino e la superficie dell'acqua.

3. RISULTATI

3.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Nella presente sezione si riportano i dati relativi agli ultimi 12 mesi di indagine (luglio 2010 – giugno 2011) corrispondenti alla fase di produzione di Annamaria B. Per i risultati conseguiti precedentemente fare riferimento a Fabi *et al.*, 2011.

3.1.1. Temperatura, salinità, torbidità e ossigeno disciolto

Nel **luglio 2010** (fig. 3.1) la colonna d'acqua appariva completamente stratificata con un netto termoclino posto a 20 m di profondità, al di sopra del quale la temperatura si aggirava attorno ai 24°C; dopo una riduzione graduale che ha portato a 12°C a 45 m di profondità, non si riscontravano ulteriori variazioni sino al fondo. I profili di salinità mostravano valori intorno a 36,5 psu nei primi 8 m per poi aumentare e mantenersi intorno a 37,5 psu fino al fondo. La torbidità era bassa e costante (0,2 mg l⁻¹) su tutta la colonna d'acqua. L'ossigeno disciolto si manteneva attorno all'86% di saturazione fino a circa 15 m; dopo un aumento a 22 m (100% di saturazione), si verificava un graduale decremento in seguito al quale si raggiungeva una saturazione del 63% a 45 m senza ulteriori variazioni sino alle quote più profonde.

Nel monitoraggio condotto in **ottobre** (fig. 3.2), a seguito di un abbassamento del termoclino rispetto a luglio, la temperatura si è mantenuta sui 17-18°C dalla superficie fino a 38 m di profondità ed è poi diminuita bruscamente sino a 14°C a 40 m rimanendo costante fino al fondo. La salinità ha presentato valori compresi tra 37,7 e 38,2 psu nei primi 20 m per poi mantenersi costante intorno a 38,2 psu fino al fondo. La torbidità è apparsa costante lungo tutta la colonna d'acqua (0,2 mg l⁻¹), mentre il profilo dell'ossigeno disciolto ha presentato valori intorno a 82-85% di saturazione dalla superficie fino a 40 m, al di sotto dei quali si è ridotto sino a raggiungere valori intorno al 75% di saturazione fino al fondo.

Nel survey di **novembre 2010** (fig. 3.3) la colonna d'acqua è risultata completamente rimescolata con valori di temperatura, salinità, particellato organico e ossigeno disciolto più o meno costanti dalla superficie al fondo. In particolare, la temperatura ha mostrato valori di 16-17°C e la salinità intorno a 37,6-38 psu. La

torbidità ha continuato a essere scarsa ($\sim 0,25 \text{ mg l}^{-1}$) e la distribuzione dell'ossigeno disciolto ha assunto valori di saturazione leggermente decrescenti dalla superficie (83%) al fondo (72-75%).

Nel **marzo 2011** (fig. 3.4) la colonna d'acqua ha mostrato caratteristiche tipiche del periodo invernale, in modo analogo a quanto riscontrato nel precedente monitoraggio effettuato a novembre 2010, ma con un consistente raffreddamento delle masse d'acqua. In particolare, a dimostrazione dell'avvenuto rimescolamento, la temperatura ha presentato valori omogenei tra i 12°C e i 13°C lungo la verticale. È stata inoltre riscontrata una condizione di omogeneità anche in senso orizzontale, poiché non sono emerse differenze di temperatura importanti tra le diverse stazioni. Nello strato superficiale a profondità inferiori ai 10-15 m, sul quale si esercita maggiormente l'influenza atmosferica, sono stati riscontrati i valori più elevati, con temperature comprese tra $12,0^{\circ}\text{C}$ e $12,9^{\circ}\text{C}$. A profondità maggiori, la temperatura è risultata pressoché costante fino al fondo, con un valore pari a circa $11,8^{\circ}\text{C}$. La salinità è risultata anch'essa pressoché costante lungo tutta la colonna d'acqua, mostrando valori compresi tra 37,7 psu e 38,0 psu, analoghi a quelli registrati a novembre 2010. Nello strato più superficiale è stata riscontrata una certa variabilità dei valori di salinità, seppure entro un range molto ristretto, mentre a profondità superiori a 20 m, la salinità ha assunto un valore costante fino al fondo, pari a circa 37,8 - 38,0 psu. Anche in questo caso non sono state rilevate differenze significative tra le diverse stazioni, in particolare tra quelle poste a 100 m e a 1850 m dalla piattaforma. La torbidità è risultata bassa in tutta la colonna d'acqua e in tutte le stazioni ha mostrato un andamento moderatamente crescente dalla superficie al fondo. I valori registrati sono risultati variabili all'interno del range $0,4-1,0 \text{ mg l}^{-1}$, anche se in talune stazioni sono stati registrati dei massimi locali che hanno raggiunto il valore di $1,3 \text{ mg l}^{-1}$ (AMB04, circa 39 m di profondità). L'ossigeno disciolto ha mostrato in generale condizioni di lieve sovrasaturazione in tutta la colonna d'acqua, con valori compresi tra 104% e 115%, ad eccezione della stazione AMB07 nella quale sono stati registrati valori anche inferiori al 100%, con un minimo pari a 93%. Gli andamenti dei profili dell'ossigeno disciolto sono risultati sostanzialmente sovrapponibili nelle diverse stazioni, rappresentando una condizione di omogeneità verticale delle masse d'acqua senza discontinuità evidenti. Fanno

eccezione il profilo registrato presso la stazione AMB08 e soprattutto quello in corrispondenza della stazione AMB07. Nel primo caso è stata evidenziata una leggera discontinuità tra lo strato superficiale, fino a circa 7 m di profondità, e quello sottostante nel quale i valori di saturazione dell'ossigeno hanno subito inizialmente un aumento per poi diminuire gradualmente fino a circa 39 m di profondità, quota a partire dalla quale i valori sono apparsi comparabili a quelli delle altre stazioni. Nel caso della stazione AMB07, la saturazione di ossigeno nello strato superficiale è apparsa inferiore rispetto alle altre stazioni e crescente fino alla profondità di circa 6,5 m; successivamente i valori si sono ridotti fino alla profondità di 19-20 m, dove è stata riscontrata una seconda discontinuità che ha visto la saturazione di ossigeno aumentare inizialmente in modo piuttosto rapido e poi gradualmente al crescere della profondità, fino a raggiungere valori e andamento analogo a quelli delle altre stazioni a profondità superiori a 39 m.

Nel mese di **maggio 2011** (fig. 3.5) le condizioni sono risultate leggermente diverse rispetto al monitoraggio precedente. Infatti, i profili di temperatura, sovrapponibili in tutte le stazioni, hanno evidenziato l'instaurarsi di un'iniziale stratificazione della colonna d'acqua legata all'aumento stagionale della temperatura atmosferica con presenza di un termoclino ad una profondità di circa 5 m. Fino a questa quota le temperature sono diminuite rapidamente da circa 20,0°C a 15,5-16,0°C; a profondità maggiori la riduzione è avvenuta gradualmente fino a raggiungere i 14,5-15,0°C alla profondità di 38-39 m. A tale quota è stato evidenziato un secondo termoclino in cui la temperatura si è ridotta rapidamente fino a raggiungere i 12,3°C a 45 m di profondità. Non sono quindi state registrate ulteriori variazioni sino al fondo. Da notare che in corrispondenza di questo strato di fondo, non è stato evidenziato un aumento di temperatura consistente rispetto al monitoraggio precedente (marzo: 11,8°C; maggio: 12,3°C).

I profili di salinità hanno mostrato una variabilità maggiore rispetto al monitoraggio precedente, in particolare nello strato superficiale. In tutte le stazioni è stato osservato un andamento crescente della salinità dalla superficie fino ad una profondità variabile, compresa per i diversi siti tra 5 m e 18 m. Ad esempio, nella stazione AMB08, la salinità è aumentata dai 37,5 psu sub-superficiali fino a 38,1 psu a 18 m, mentre in AMB02 la salinità è incrementata da 37,5 psu fino a 38,1 psu alla

profondità di 12 m. A profondità maggiori di 18 m, i profili delle diverse stazioni hanno seguito un andamento sovrapponibile fino al fondo, caratterizzato da un leggerissimo decremento fino a raggiungere 37,9 psu alla profondità di 41 m. La torbidità è risultata molto bassa ovunque e inferiore anche a quella riscontrata nel monitoraggio di marzo 2011. Gli andamenti verticali sono apparsi simili in tutte le stazioni con valori pressoché costanti compresi tra 0,1 e 0,3 mg l⁻¹ dalla superficie fino alla profondità di circa 40 m; a profondità maggiori è stato riscontrato un andamento moderatamente crescente fino al fondo, dove sono stati raggiunti valori compresi tra 0,4 e 0,8 mg l⁻¹. In corrispondenza di alcune stazioni sono stati evidenziati alcuni massimi relativi a profondità intermedie, comunque di entità molto limitata. L'ossigeno disciolto ha mostrato una certa omogeneità tra le diverse stazioni e nella struttura verticale delle masse d'acqua. Infatti, gli andamenti verticali sono apparsi simili tra loro: dopo un'iniziale aumento della saturazione nello strato superficiale fino a -3 m, a profondità maggiori i valori sono rimasti pressoché costanti fino al fondo. È riconoscibile solo una moderata differenza negli andamenti tra le stazioni poste a 100 m dalla piattaforma (AMB01, AMB02, AMB03 e AMB04) e quelle poste a 1 nm dalla struttura (AMB05, AMB06, AMB07 e AMB08). Infatti, in corrispondenza di queste ultime, a profondità maggiori ai 20 m è stato notato un trend verticale decrescente fino al fondo, mentre le stazioni vicine ad Annamaria B hanno presentato andamenti più costanti o eventualmente moderatamente crescenti. La variabilità generale tra le stazioni è apparsa comunque contenuta entro un range di valori abbastanza ristretto. I valori al di sotto dei primi 3 m di profondità sono risultati variabili tra 100% e 110%.

In **giugno 2011** (fig. 3.6) la stratificazione della colonna d'acqua è apparsa ancora più evidente rispetto al monitoraggio eseguito nel mese di maggio, in accordo con l'evoluzione verso la stagione estiva. È stato riscontrato un termoclineo posizionato approssimativamente a 5 m di profondità, analogo a quello rilevato nel corso della campagna precedente. Tuttavia, il riscaldamento dello strato superficiale rispetto al mese di maggio è apparso evidente, con valori di temperatura decrescenti da 27,0°C (superficie) a 22,5°C (- 5 m). Da 5 m fino a circa 14-16 m di profondità la temperatura è risultata costante intorno a 22,0°C, per poi diminuire progressivamente

fino a 13,1°C alla profondità di 48-49 m, e rimanere poi costante fino al fondo. Non sono state registrate differenze rilevanti tra le stazioni.

Anche per la salinità i profili verticali sono risultati sovrapponibili tra i diversi siti e hanno evidenziato la presenza di una stratificazione verticale, con un marcato aloclino tra 3 e 5 m di profondità. Dalla superficie fino a questa quota i valori hanno presentato un rapido incremento (da 33,8 psu a 38,1 psu). A profondità maggiori, dopo un'ulteriore graduale aumento fino a 38,5 psu a -10 m, la salinità è rimasta pressoché costante, mostrando una moderata e progressiva riduzione fino a 38,3 psu in corrispondenza del fondo. Presso la stazione AMB08 il profilo di salinità si è discostato leggermente dagli altri, mostrando una variabilità maggiore rispetto alle altre stazioni e valori di salinità inferiori al di sotto della quota dell'aloclino. Tuttavia, al di sotto dei 20 m anche per questa stazione l'andamento della salinità ha seguito quello generale sopra descritto.

La torbidità è risultata globalmente simile a quanto riscontrato nelle precedenti campagne di marzo e maggio, attestandosi in genere su valori piuttosto bassi. Dalla superficie fino a 40 m di profondità essa è risultata omogenea e compresa tra 0,1 mg l⁻¹ e 0,4 mg l⁻¹; oltre i 40 m ha mostrato un andamento moderatamente crescente fino al fondo, dove sono stati raggiunti valori compresi tra 0,4 e 0,8 mg l⁻¹. Come nei monitoraggi precedenti, in corrispondenza di alcune stazioni sono stati rilevati dei massimi relativi di ampiezza limitata, che non hanno mai superato gli 0,8 mg l⁻¹.

L'ossigeno disciolto ha presentato valori di saturazione attorno al 100% omogenei tra le diverse le stazioni a tutte le quote. Dalla superficie fino a circa 21 m di profondità la saturazione è aumentata da 95% a 109%, per poi rimanere pressoché costante fino a 38 m. Oltre questa quota si è verificato un decremento fino a raggiungere valori compresi tra 97% e 101% in prossimità del fondo.

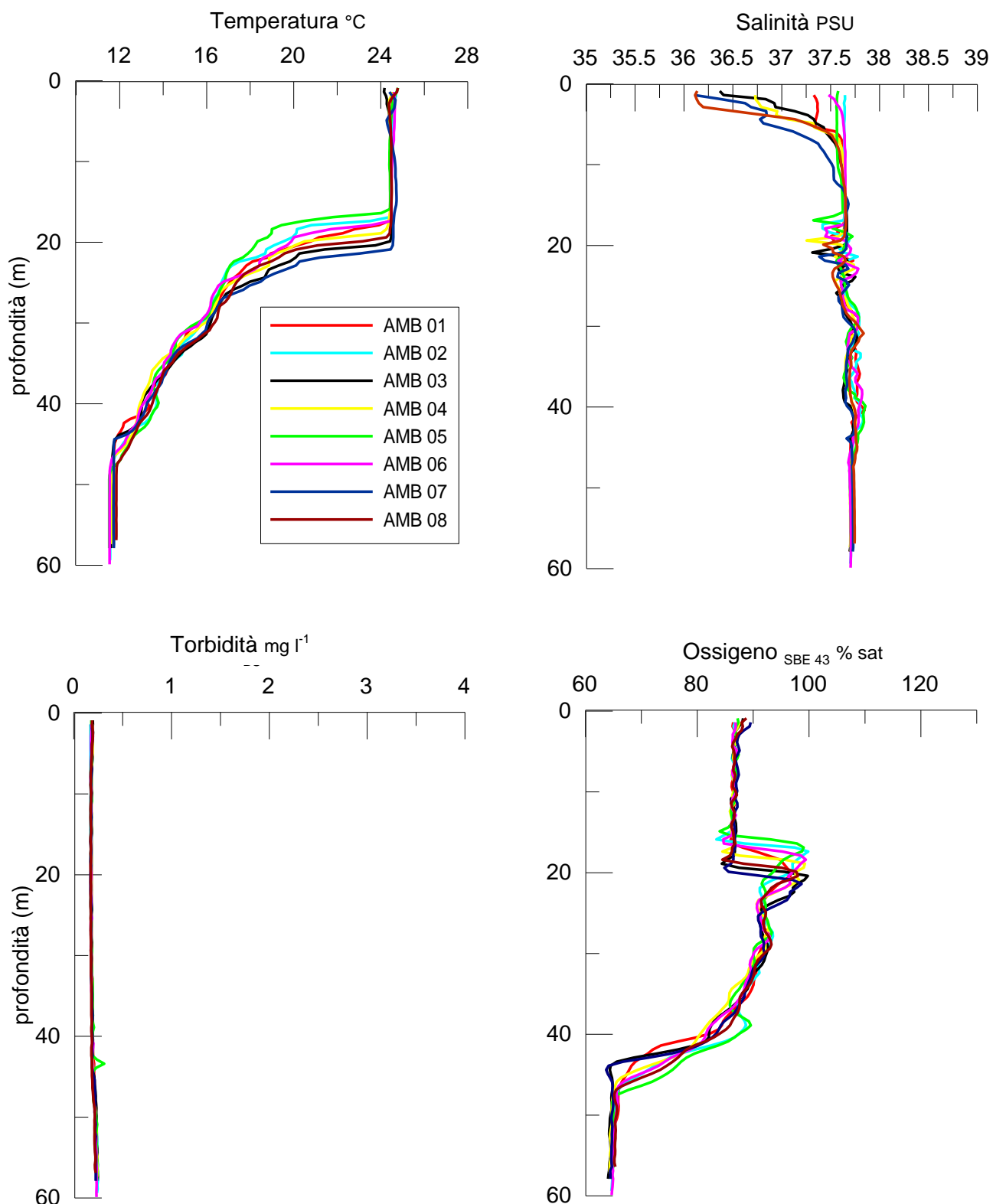


Fig. 3.1 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), total suspended matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%); luglio 2010.

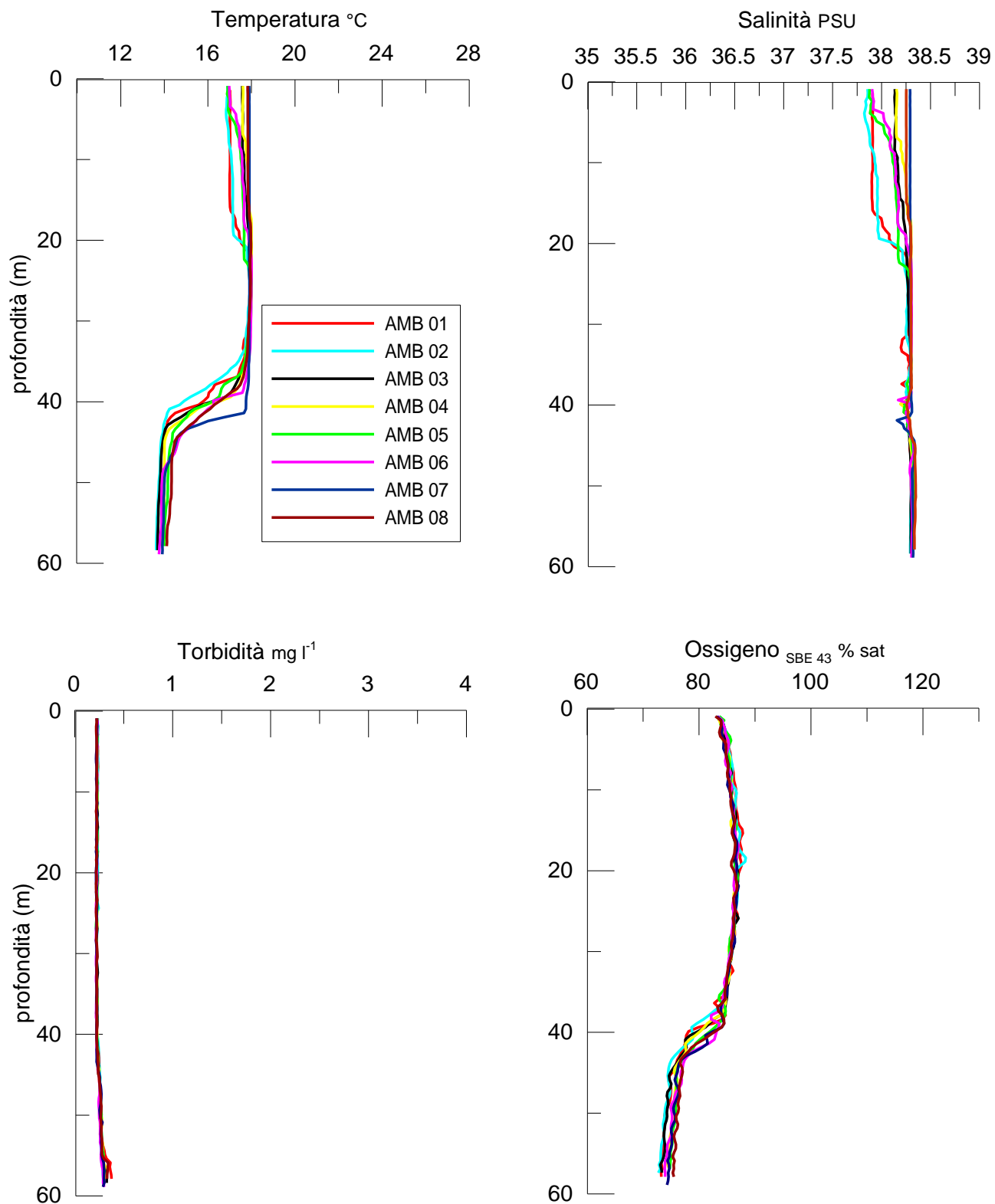


Fig. 3.2 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), total suspended matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%); **ottobre 2010**.

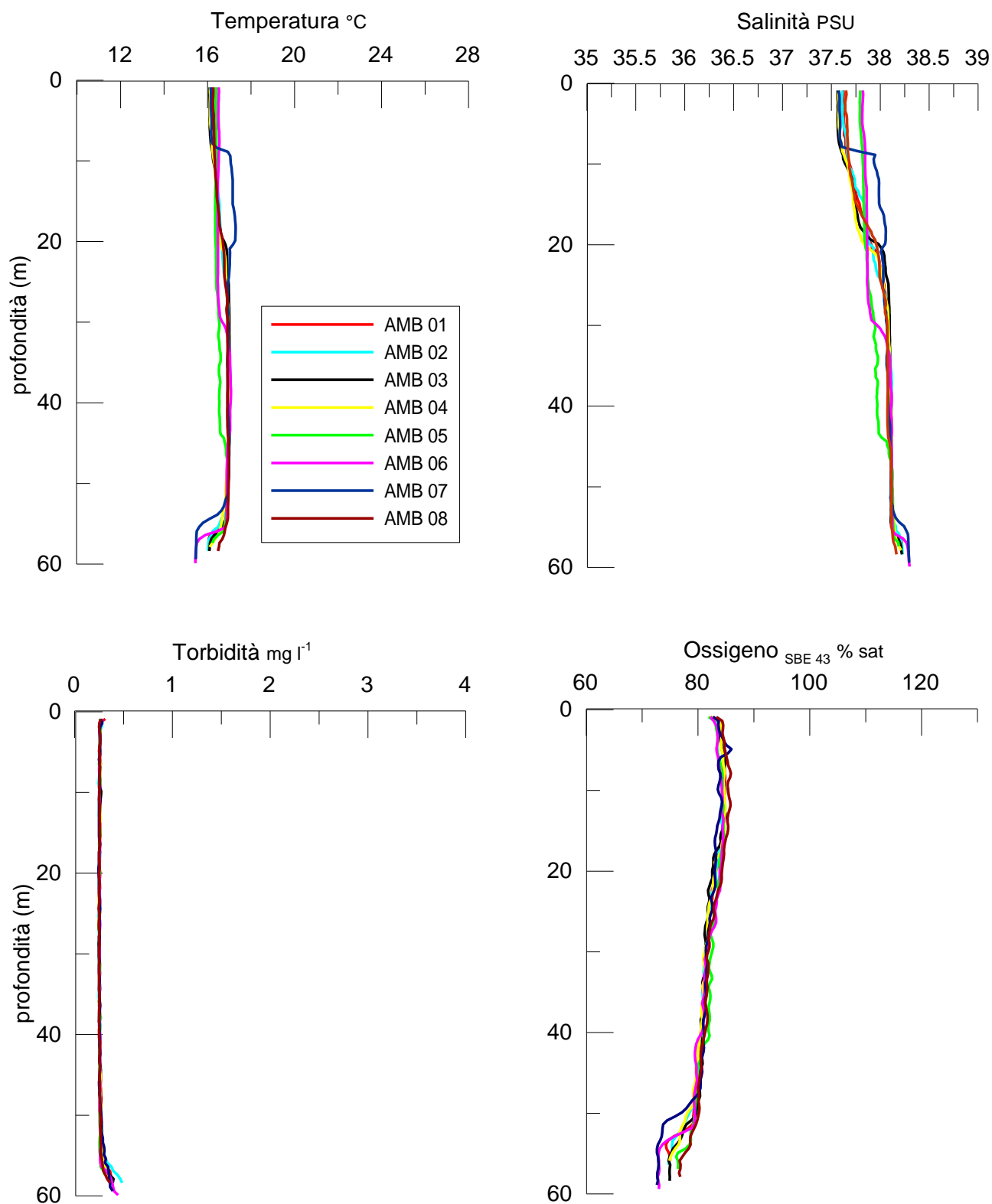


Fig. 3.3 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), total suspended matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%); **novembre 2010**.

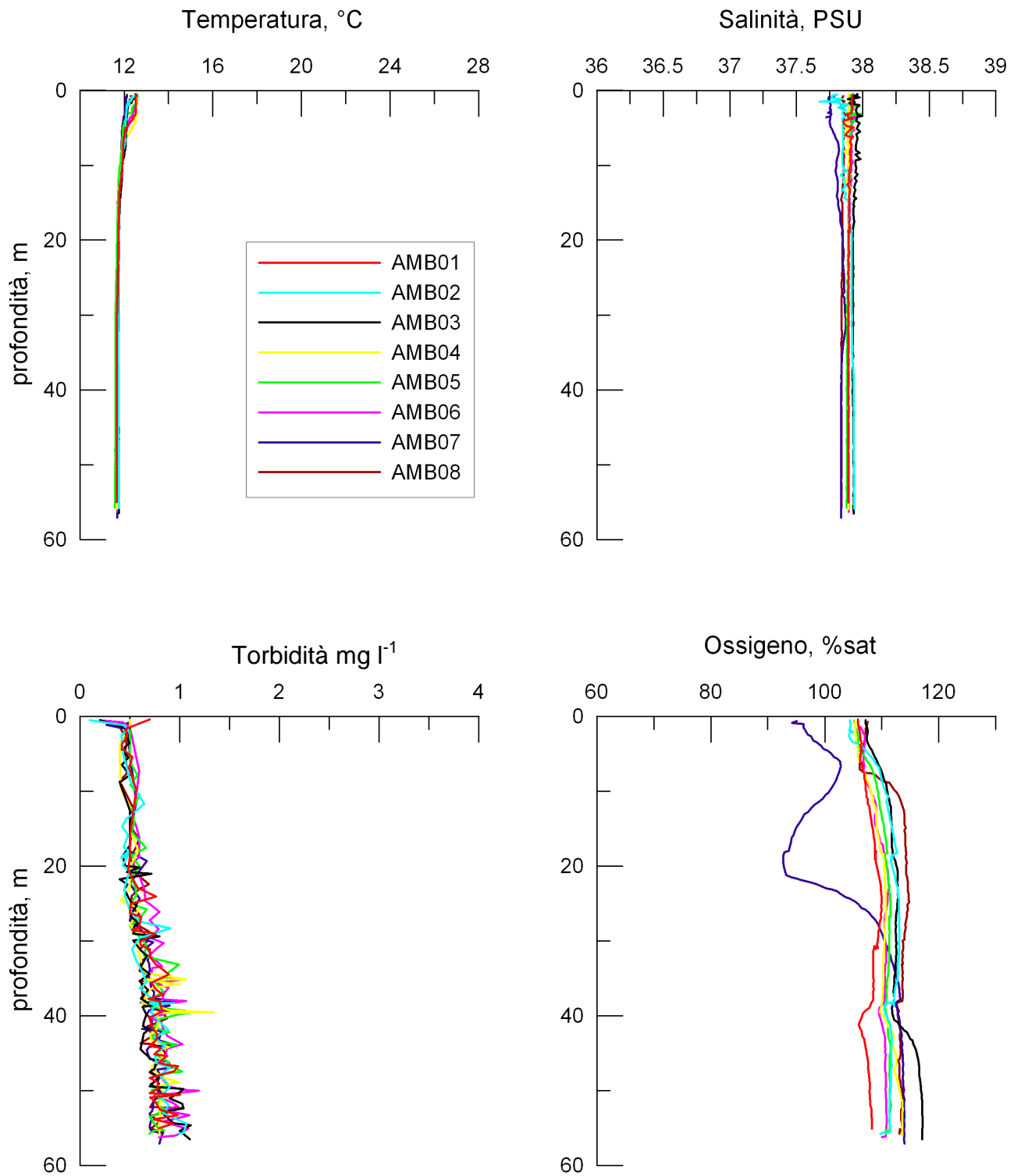


Fig. 3.4 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), torbidità (Unità Arbitraria) e saturazione di ossigeno (%); **marzo 2011.**

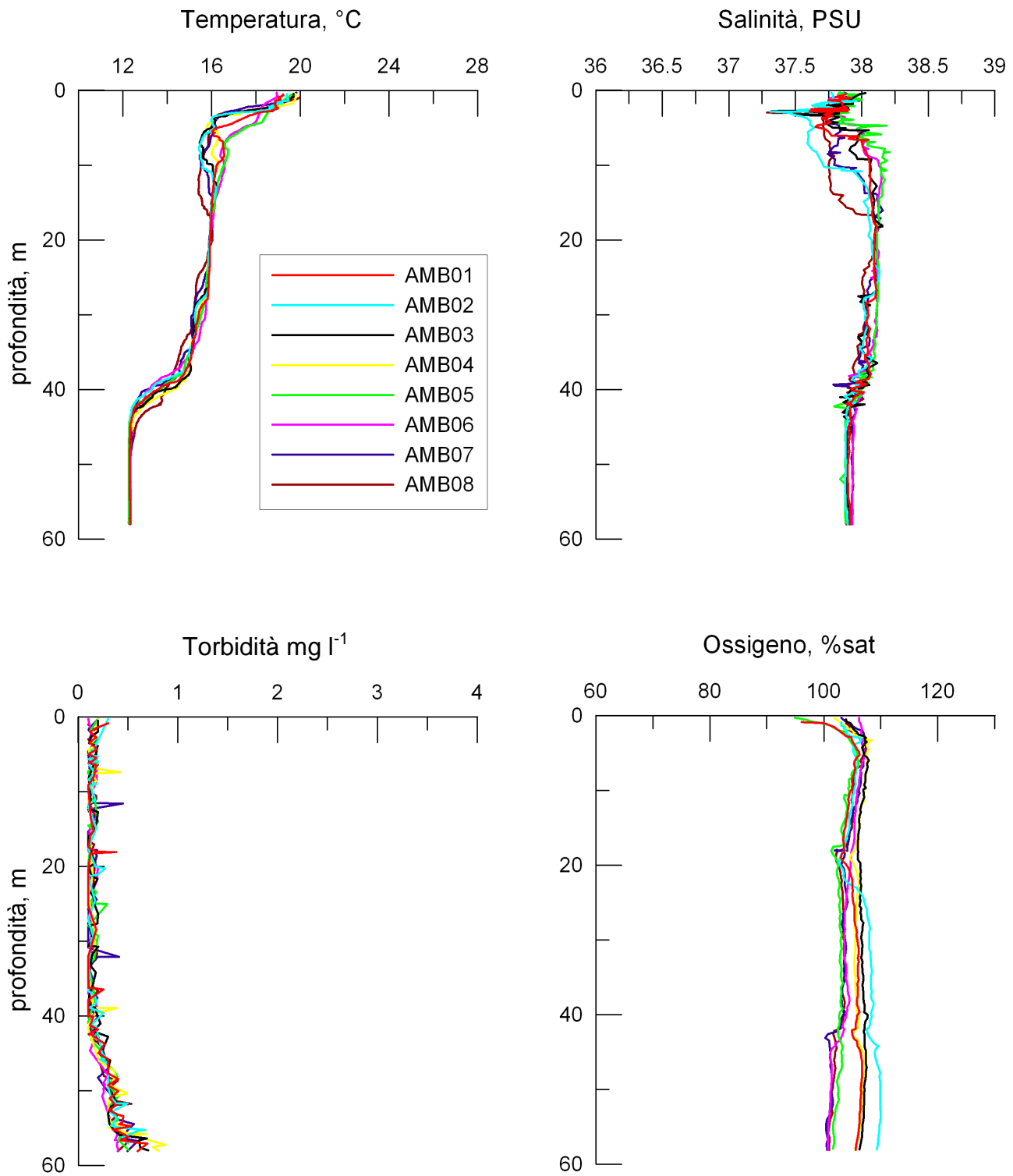


Fig. 3.5 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), torbidità (Unità Arbitraria) e saturazione di ossigeno (%); maggio 2011.

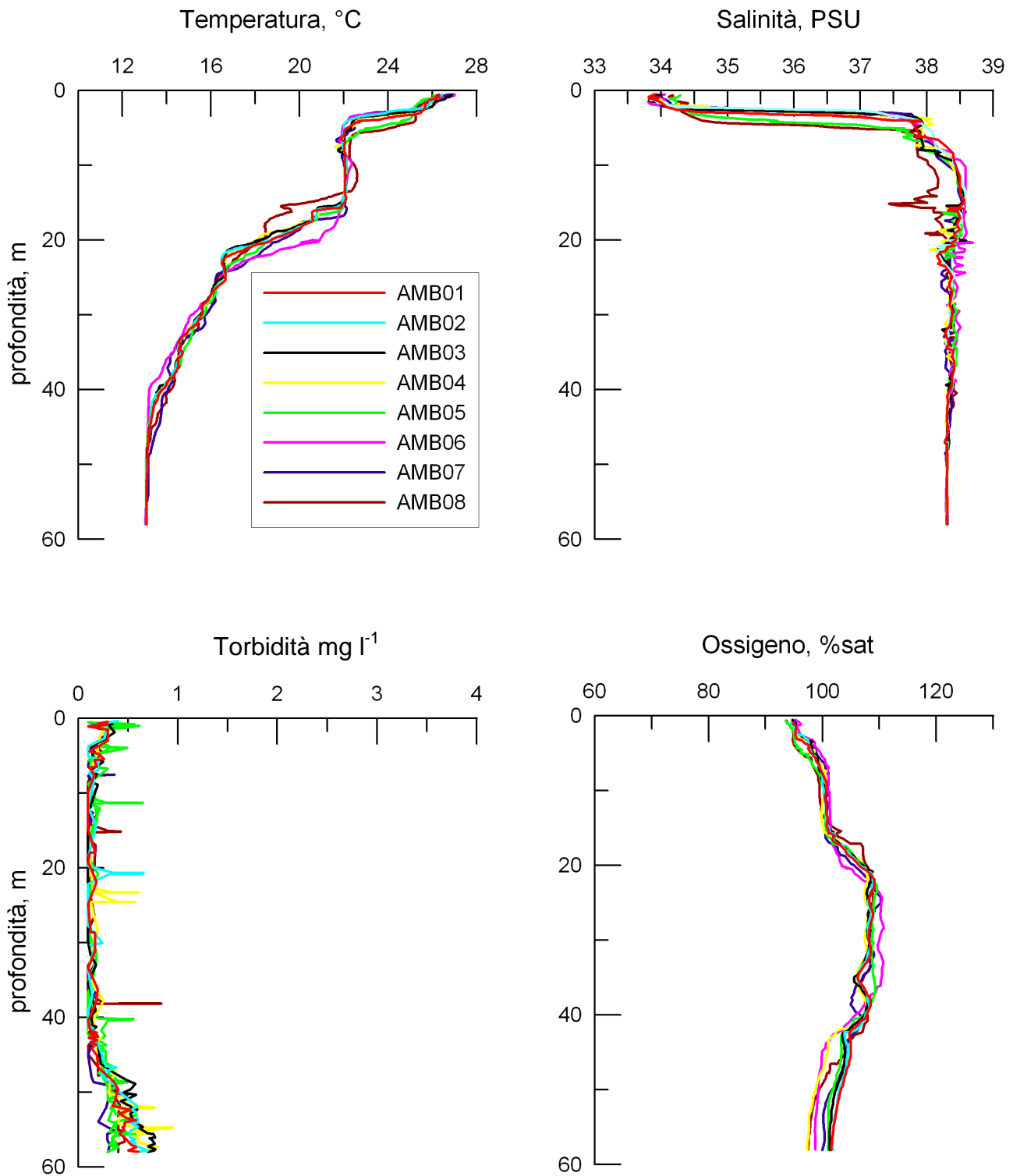


Fig. 3.6 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), torbidità (Unità Arbitraria) e saturazione di ossigeno (%); giugno 2011.

3.1.2. FLUORESCENZA INDOTTA

A **luglio** e **ottobre 2010** (figg. 3.7a e 3.7b) la fluorescenza indotta ha presentato un andamento leggermente crescente dalla superficie al fondo in tutte le stazioni, con valori compresi tra 1,2 e 1,7 $\mu\text{g l}^{-1}$ a luglio, e tra 1,5 e 1,6 $\mu\text{g l}^{-1}$ a ottobre. Nel mese di **novembre** (fig. 3.7c) si è osservato un andamento opposto ai precedenti, essendo stato caratterizzato da un lieve decremento dalla superficie (1,9-2,0 $\mu\text{g l}^{-1}$) al fondo (circa 1,5 $\mu\text{g l}^{-1}$).

Nel mese di **marzo 2011** (fig. 3.8a) le concentrazioni di clorofilla *a* misurate come fluorescenza indotta sono risultate meno omogenee tra le diverse stazioni rispetto ai survey precedenti e hanno mostrato un andamento moderatamente crescente dalla superficie al fondo. Tale andamento è in accordo con quanto rilevato nei monitoraggi precedenti, con l'eccezione del novembre 2010,. Inoltre, rispetto al mese di novembre 2010, i valori di concentrazione sono diminuiti per tornare ad assumere quelli più tipici dell'area. In superficie fino a circa 30 m di profondità la fluorescenza indotta ha mostrato valori compresi tra 0,3 $\mu\text{g l}^{-1}$ e 0,9 $\mu\text{g l}^{-1}$, mentre a profondità maggiori i valori sono risultati compresi tra 0,7 $\mu\text{g l}^{-1}$ e 1,4 $\mu\text{g l}^{-1}$. Non sono state riscontrate ampie discontinuità negli andamenti verticali.

Nel mese di **maggio** (fig. 3.8b) la fluorescenza indotta ha assunto valori piuttosto costanti senza particolari differenze tra le stazioni dalla superficie fino a circa 38 m di profondità (0,3-0,8 $\mu\text{g l}^{-1}$). A partire da questa quota è stata osservata una maggiore variabilità tra i siti ed è stato rilevato un andamento moderatamente crescente fino al fondo, con valori compresi tra 1,0 e 1,4 $\mu\text{g l}^{-1}$.

A **giugno** (fig. 3.8c) gli andamenti verticali della fluorescenza indotta sono risultati simili a quelli registrati a maggio, anche se è stata osservata una riduzione dei valori. Dalla superficie fino a 38 m di profondità le concentrazioni sono risultate comprese tra 0,1 e 0,7 $\mu\text{g l}^{-1}$, mentre a partire da tale quota e fino al fondo i valori hanno subito un leggero aumento, risultando compresi tra 0,7 $\mu\text{g l}^{-1}$ e 1,1 $\mu\text{g l}^{-1}$.

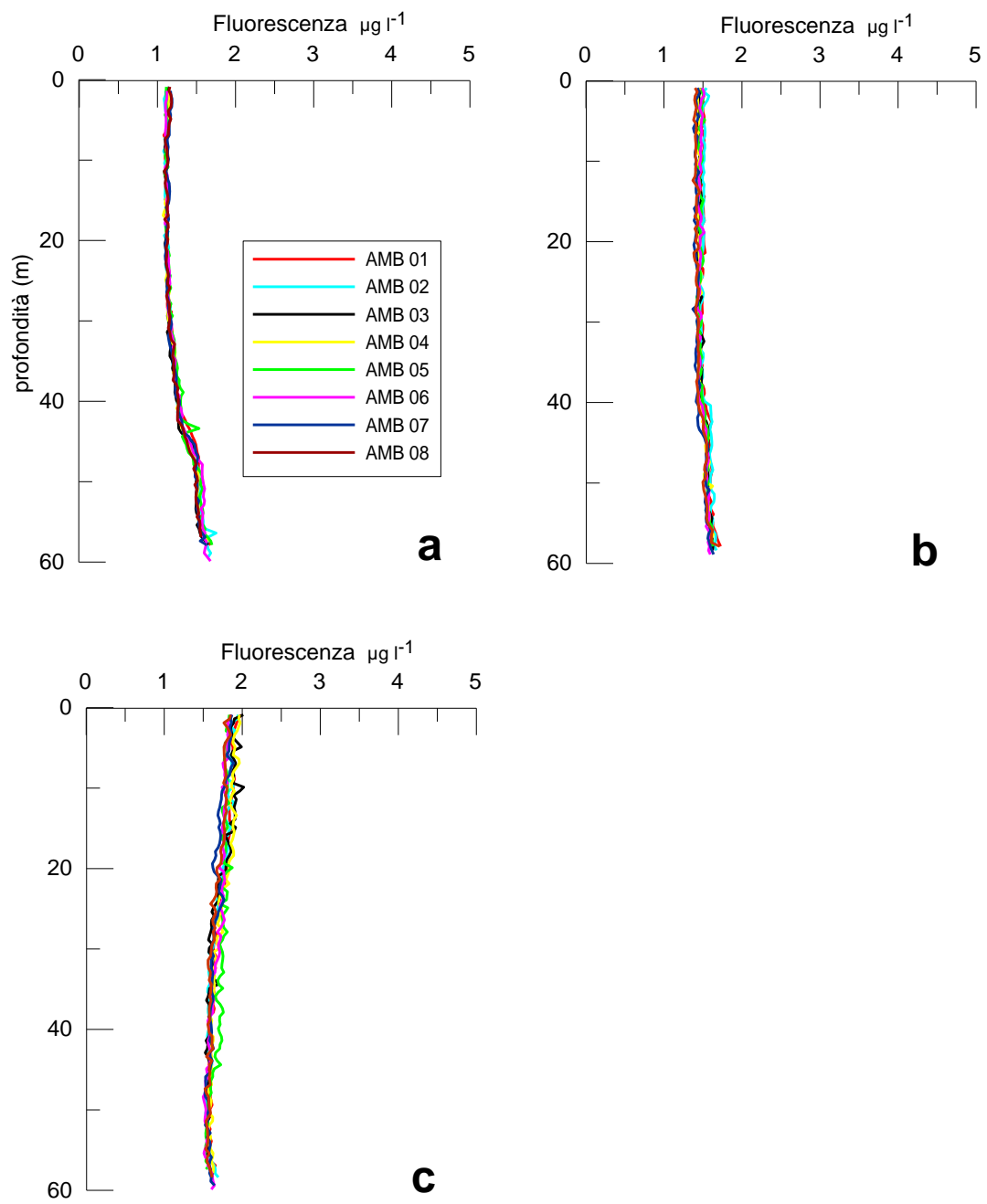


Fig. 3.7 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g l}^{-1}$) registrati nel luglio (a), ottobre (b) e novembre 2010 (c).

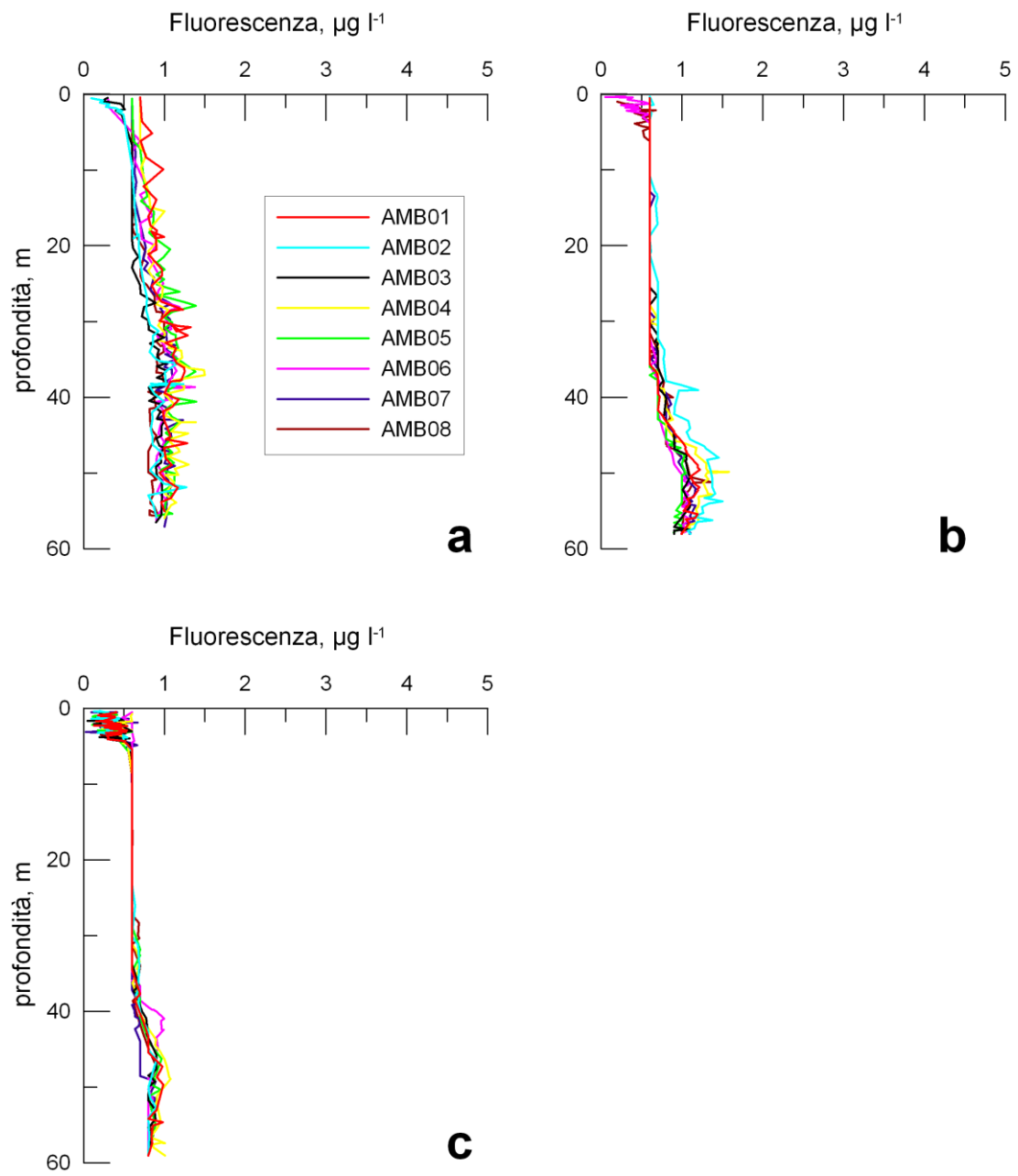


Fig. 3.8 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g l}^{-1}$) registrati nel marzo (a), maggio (b) e giugno 2011 (c).

3.1.3. SALI NUTRITIVI

Per la caratterizzazione dello stato trofico della colonna d'acqua sono stati analizzati i nitrati, i nitriti, l'ammonio, gli ortofosfati e gli ortosilicati.

Nel **luglio 2010** (figg. 3.9a e 3.9b) sia i nitriti che i nitrati apparivano stratificati e più abbondanti sul fondo. I primi mostravano concentrazioni comprese tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (registrato in più stazioni, superficie) e $1,75 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB06, quota di fondo), mentre i secondi variavano tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (più stazioni, superficie) e $2,87 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB01 e AMB06, fondo). L'ammonio era variabile, con concentrazioni tra $0,04 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB05, superficie) e $6,19 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB03, fondo). Gli ortofosfati risultavano abbondanti in tutta l'area indagata, con valori oscillanti tra $0,03 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,63 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB01, fondo). La distribuzione degli ortosilicati appariva invece variabile e le concentrazioni comprese tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB05, fondo) e un picco di $34,68 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB05, 20 m).

A **ottobre** (figg. 3.10a e 3.10b) i nitriti e, in particolare, i nitrati mostravano ancora una stratificazione orizzontale abbastanza evidente, con le concentrazioni più alte alle quote di fondo. I primi oscillavano tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,21 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB04, fondo) e i secondi tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $1,72 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB01, AMB04 e AMB07, fondo). Ammonio e ortosilicati presentavano generalmente concentrazioni inferiori a quelle rilevate nel periodo precedente. I valori dell'ammonio erano compresi tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB03, superficie) e $3,06 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB01, fondo), mentre quelli degli ortosilicati variavano tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$, in più stazioni, e $27,85 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB08, 40 m). Anche gli ortofosfati, mostravano una riduzione rispetto a luglio, variando da $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB03, superficie) e $0,19 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB06, superficie).

Anche nel mese di **novembre** (figg. 3.11a e 3.11b) nitriti e nitrati hanno presentato valori più elevati sul fondo, variando tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (più stazioni), e $0,46 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB03, fondo) i primi e tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (più stazioni) e $1,66 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB07, fondo) i secondi. L'ammonio è risultato abbondante in quasi tutta l'area e compreso tra $0,95 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB04, 20 m) e $5,99 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB08, 40 m). Gli ortofosfati sono apparsi variabili nell'area, con concentrazioni tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB08, fondo) e $0,21 \mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB06, fondo). Ad eccezione di AMB05, gli ortosilicati sono apparsi più abbondanti alle quote superficiali e sul fondo con valori che variavano tra

1,12 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB04, 20 m) e 41,15 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB05, 40 m).

A marzo 2011 (figg. 3.12a e 3.12b) i nitriti hanno presentato concentrazioni tendenzialmente più elevate alle quote più vicine al fondo, con un massimo di 0,3 $\mu\text{mol l}^{-1}$ nella stazione AMB01. I nitrati variavano tra 2,33 $\mu\text{mol l}^{-1}$ presso AMB02 alla quota di 20 m e 0,11 $\mu\text{mol l}^{-1}$, nella stessa stazione a 40 m. L'ammonio è risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale in tutti i siti e a tutte le quote investigate. Le concentrazioni di ortofosfati sono oscillate tra 0,90 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB02, 40 m) e 0,16 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB08, superficie), assumendo tendenzialmente valori maggiori negli strati sub-superficiali rispetto al fondo. Un'eccezione è rappresentata dalla stazione AMB05 dove sono stati raggiunti sul fondo 1,33 $\mu\text{mol l}^{-1}$ rispetto ai 0,37 e 0,22 $\mu\text{mol l}^{-1}$ evidenziati rispettivamente alle quote di 40 m e in superficie. Gli ortosilicati, infine, apparivano variabili, con concentrazioni comprese tra 0,018 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB01, superficie) e 0,003 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB06, fondo).

A **maggio** (figg. 3.13a e 3.13b) le concentrazioni dei nutrienti sono apparse generalmente più contenute a tutte le quote.. I nitriti mostravano un range compreso tra 0,01 μM (diverse stazioni, varie quote) e 0,10 μM (AMB02, 20 m). In alcuni casi, come presso le stazioni AMB04, AMB05 e in parte AMB06, i livelli sono apparsi inferiori ai limiti di quantificazione strumentale. I nitrati sono risultati compresi tra 0,14 μM (AMB04, 20 m) e 1,77 μM (AMB01, superficie). L'ammonio era presente con valori estremamente contenuti nell'area di indagine e compresi tra il limite di rilevabilità ($< 1,3 \mu\text{M}$), in più stazioni, e 3,1 μM (AMB05, fondo). Gli ortofosfati sono risultati scarsi, con concentrazioni inferiori a 0,1 μM in quasi tutte le stazioni. Gli ortosilicati, infine, apparivano omogenei, con variazioni tra i siti e le quote comprese tra 0,001 e 0,005 $\mu\text{mol l}^{-1}$. I livelli medi più elevati sono stati osservati presso la quota superficiale di AMB02, mentre i livelli più contenuti sono stati rilevati presso AMB06 alla quota 20 m.

Nel mese di **giugno** (figg. 3.14a e 3.14b) nitriti e nitrati sono variati rispettivamente tra 0,009 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB04, fondo) e 0,1 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB01, 30 m) e tra 0,22 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB06, fondo) e 4,00 $\mu\text{mol l}^{-1}$ (AMB01, fondo). L'ammonio è risultato inferiore a 1,3 μM in tutta l'area ad eccezione della quota di fondo di AMB04 (2,64 $\mu\text{mol l}^{-1}$). Gli ortofosfati sono apparsi scarsi in diverse stazioni e quote, con concentrazioni spesso inferiori a 0,1 μM . Il range di valori rilevati è risultato compreso tra 0,18 μM

(AMB08, fondo) e 1,57 μM (AMB07, superficie). Gli ortosilicati sono apparsi più abbondanti alle quote superficiali e sul fondo presso i siti AMB01, AMB02, AMB03, AMB04 e AMB06, mentre le altre tre stazioni hanno presentato livelli leggermente più elevati presso le quote più superficiali. Complessivamente i tenori di ortosilicati sono variati da 0,003 $\mu\text{mol l}^{-1}$ in vari siti a 0,009 $\mu\text{mol l}^{-1}$ presso AMB06 alla quota più profonda.

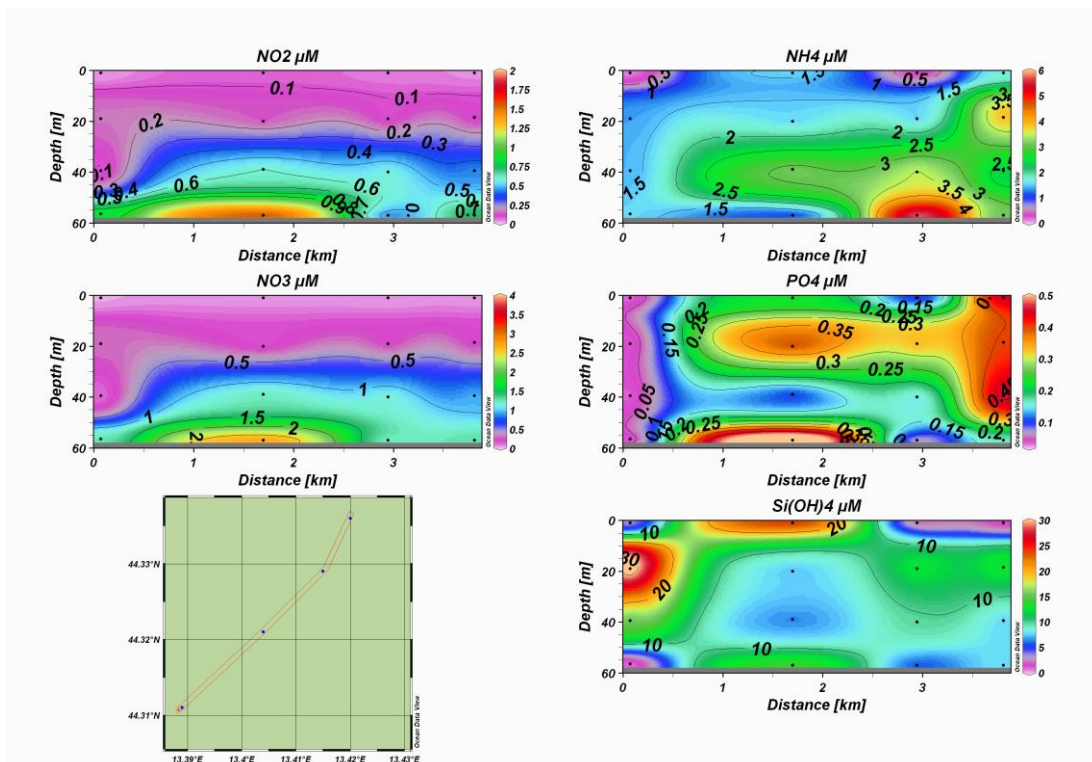


Fig. 3.9a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Luglio 2010**.

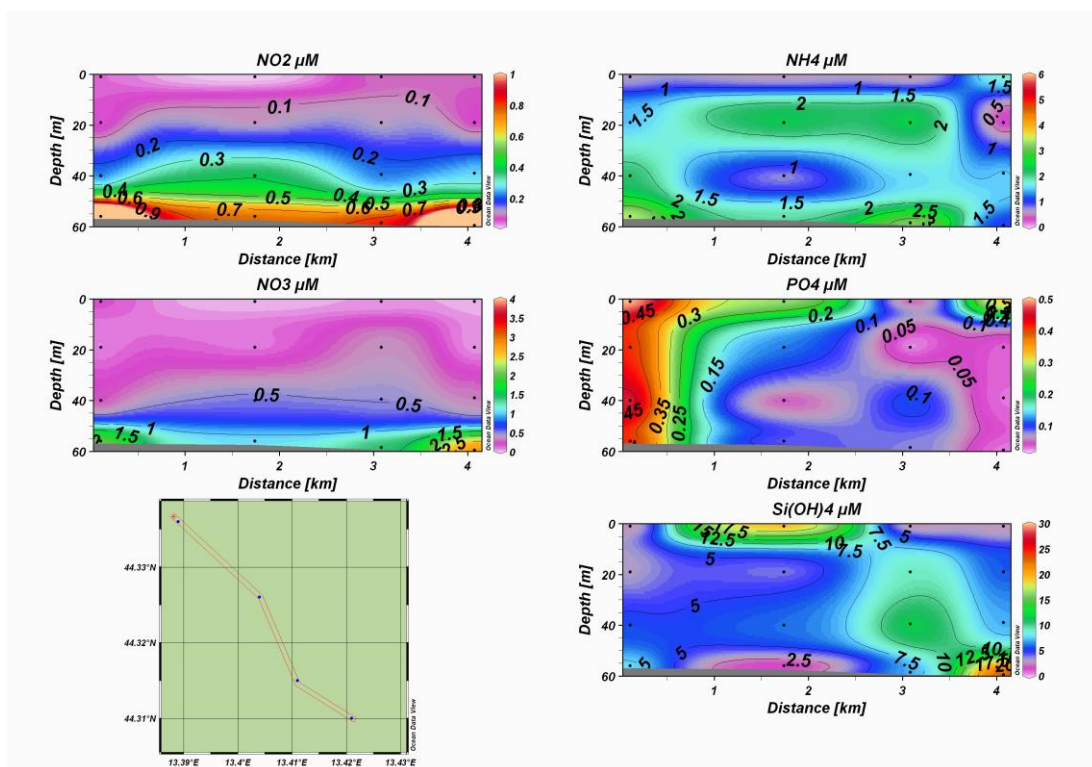


Fig 3.9b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Luglio 2010**.

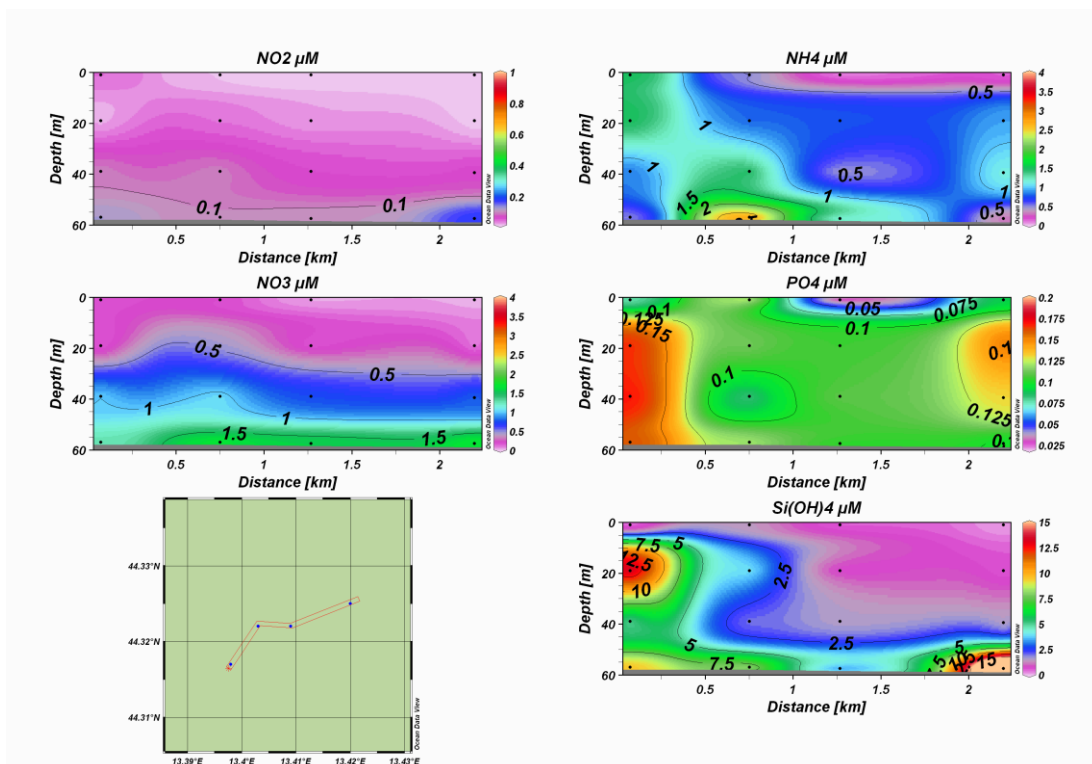


Fig. 3.10a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Ottobre 2010.**

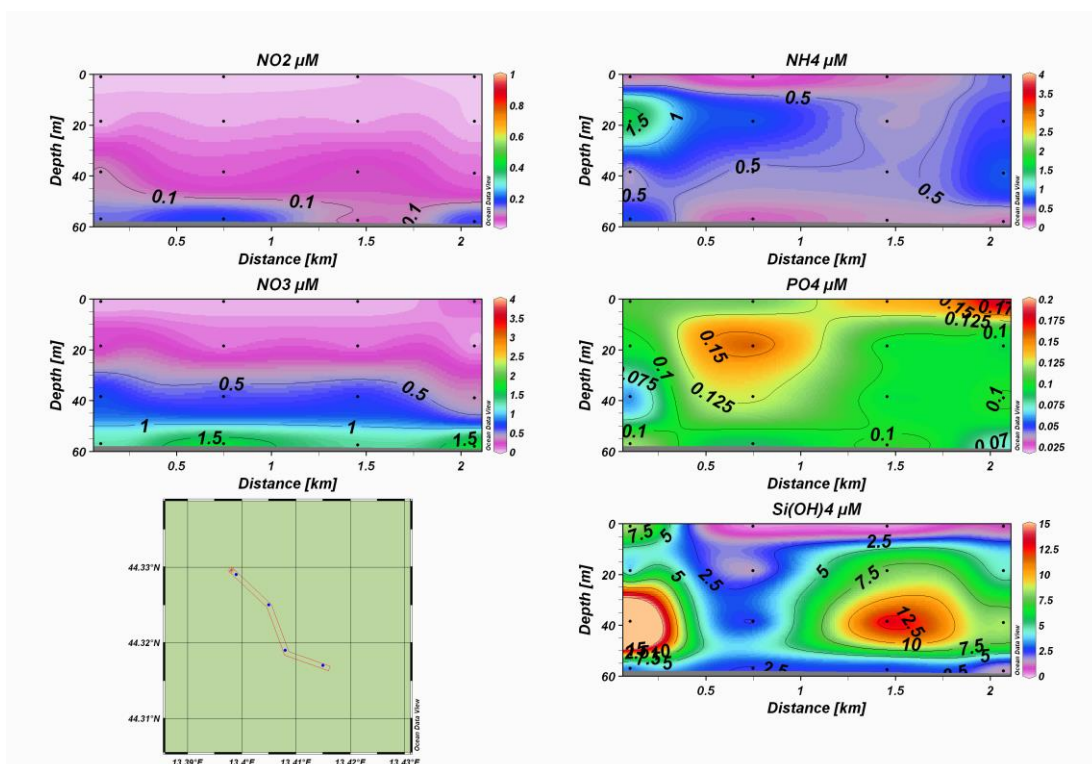


Fig. 3.10b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Ottobre 2010.**

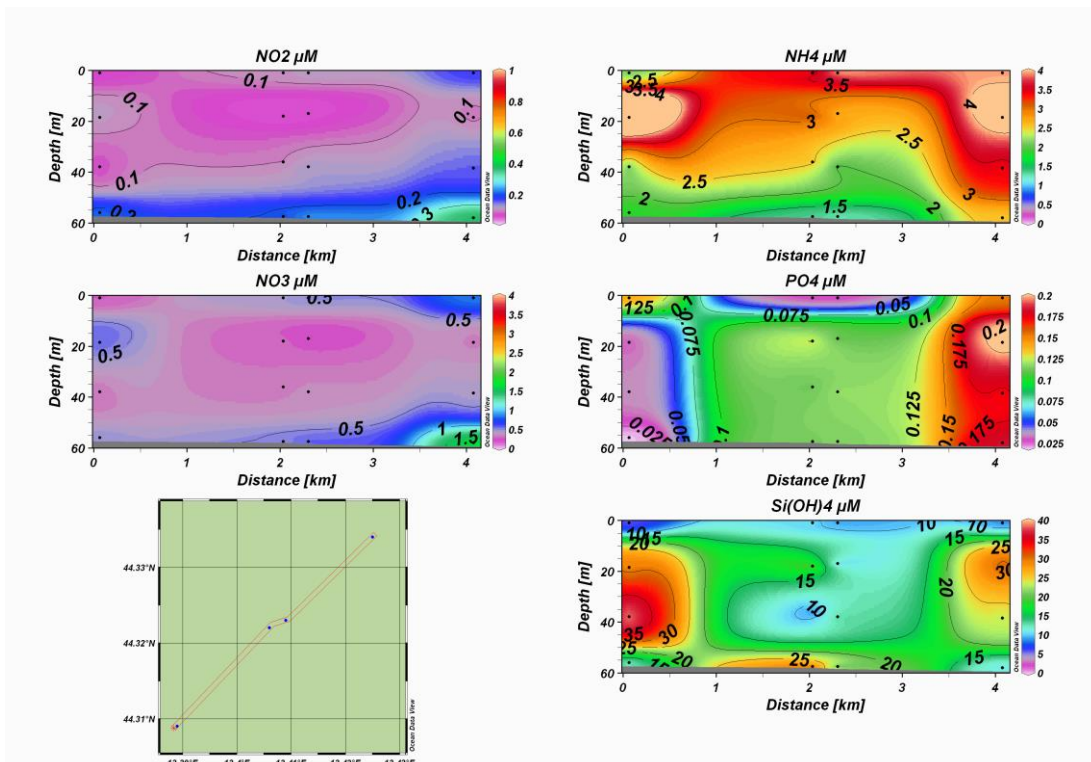


Fig. 3.11a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Novembre 2010.**

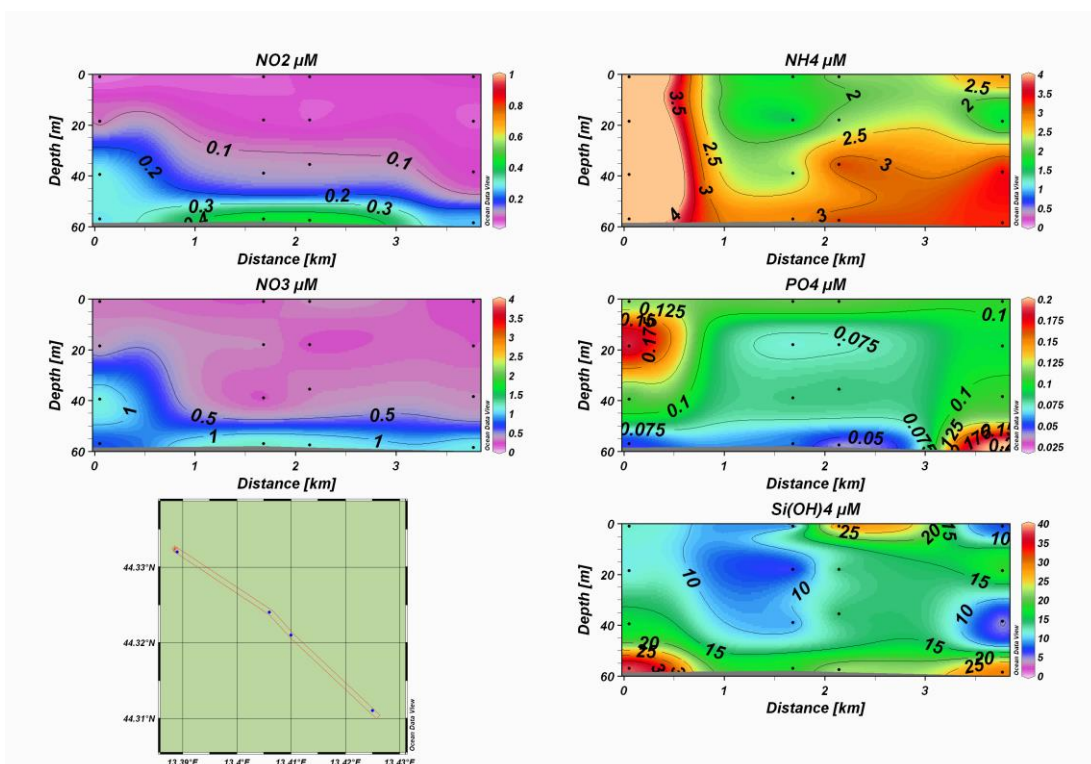


Fig 3.11b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Novembre 2010.**

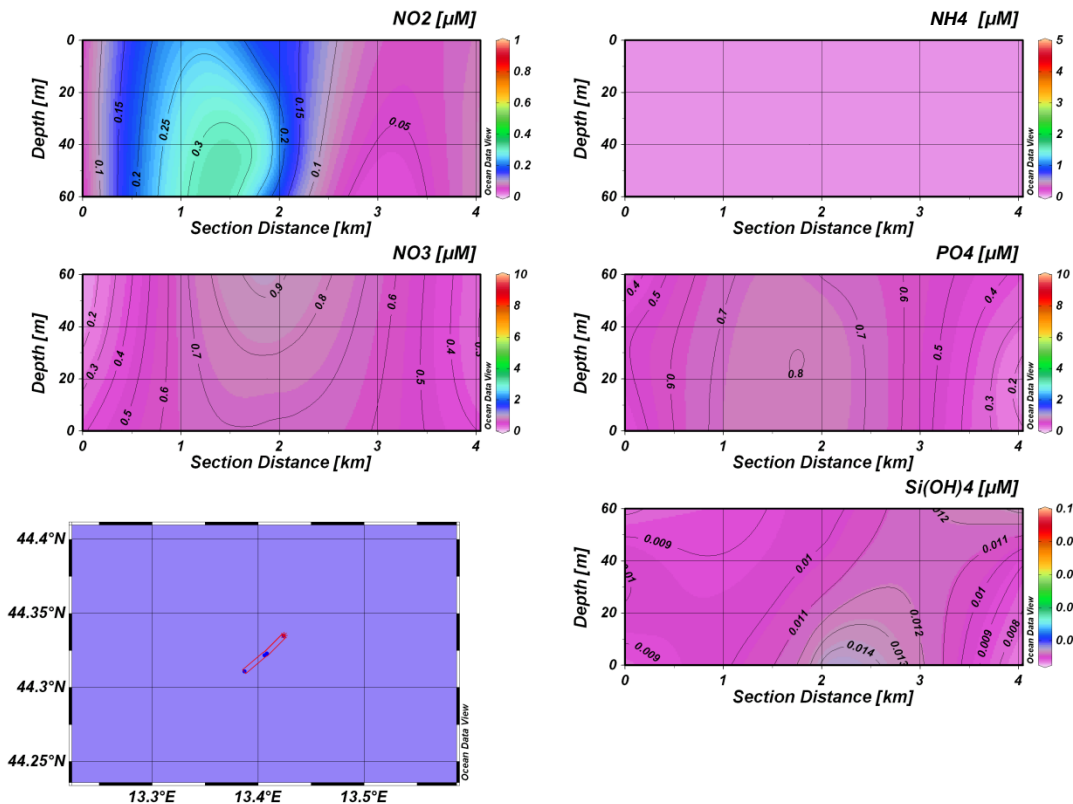


Fig. 3.12a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Marzo 2011**.

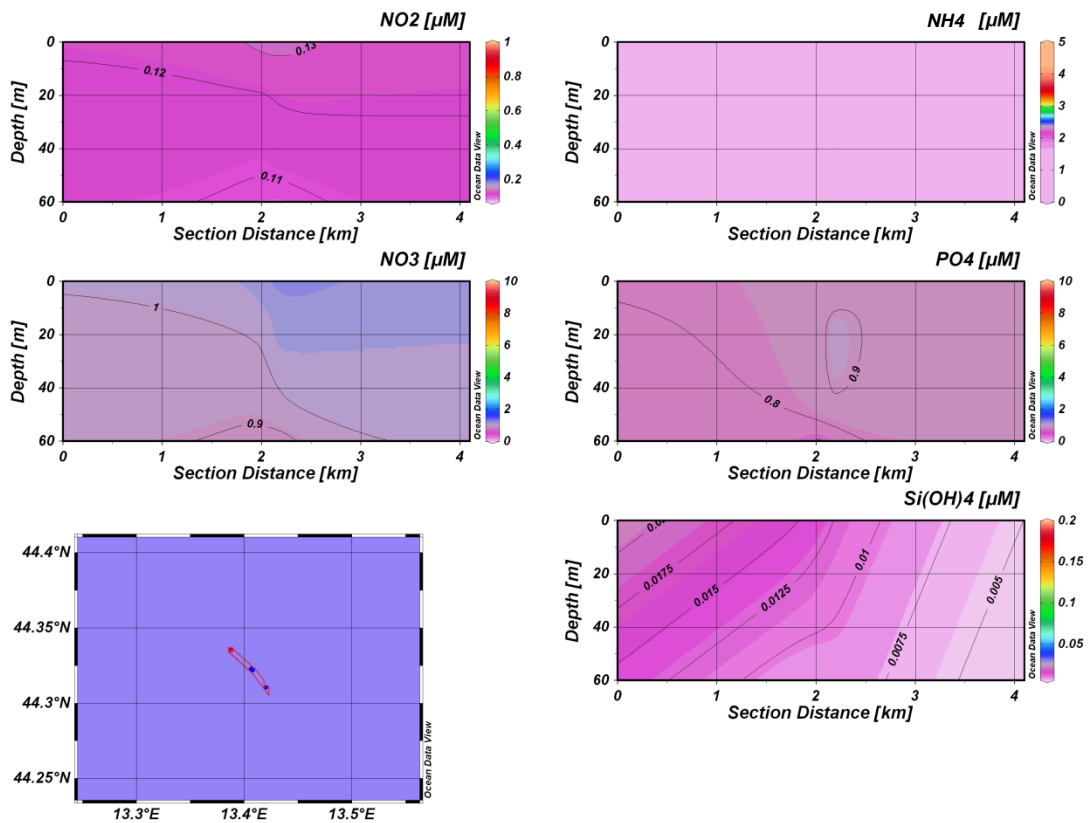


Fig 3.12b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Marzo 2011**.

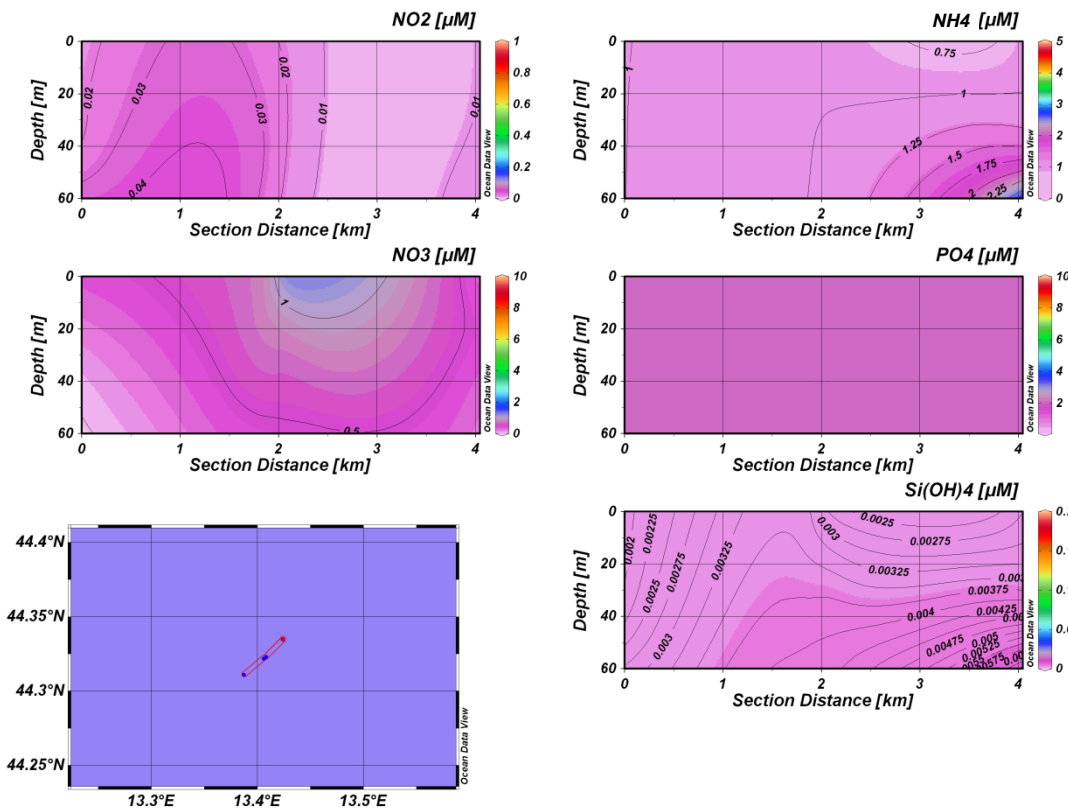


Fig. 3.13a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Maggio 2011.**

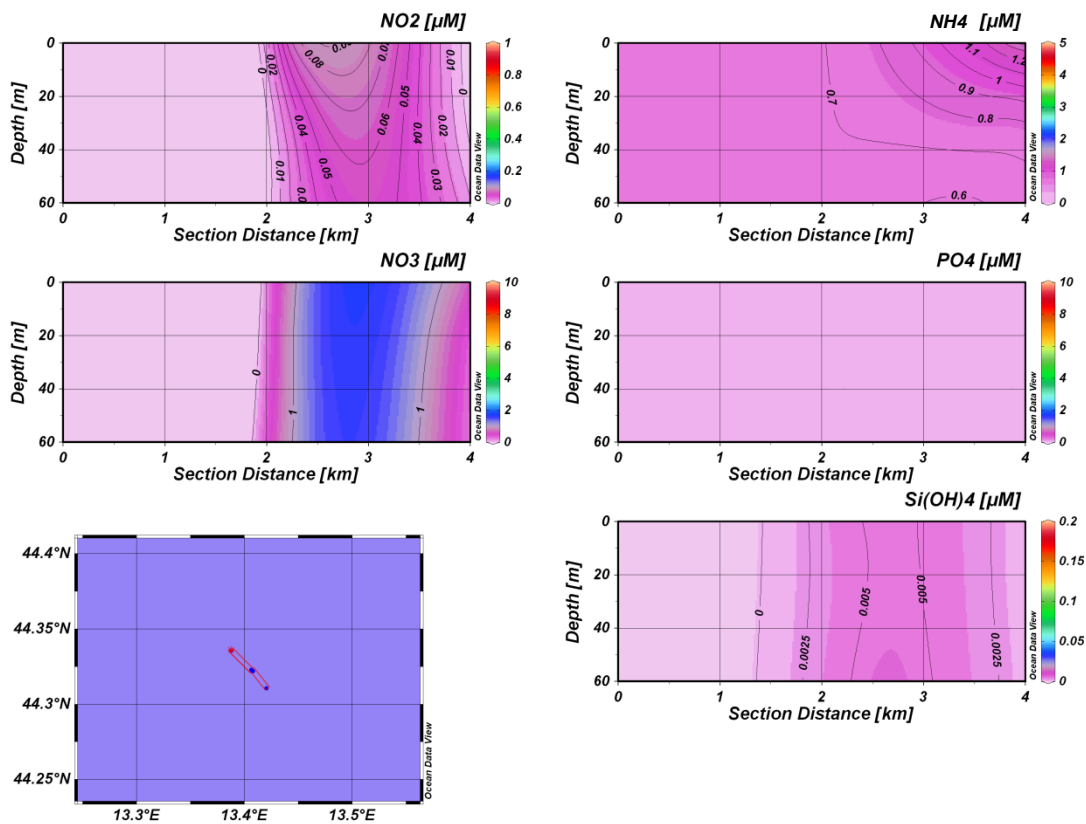


Fig 3.13b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Maggio 2011.**

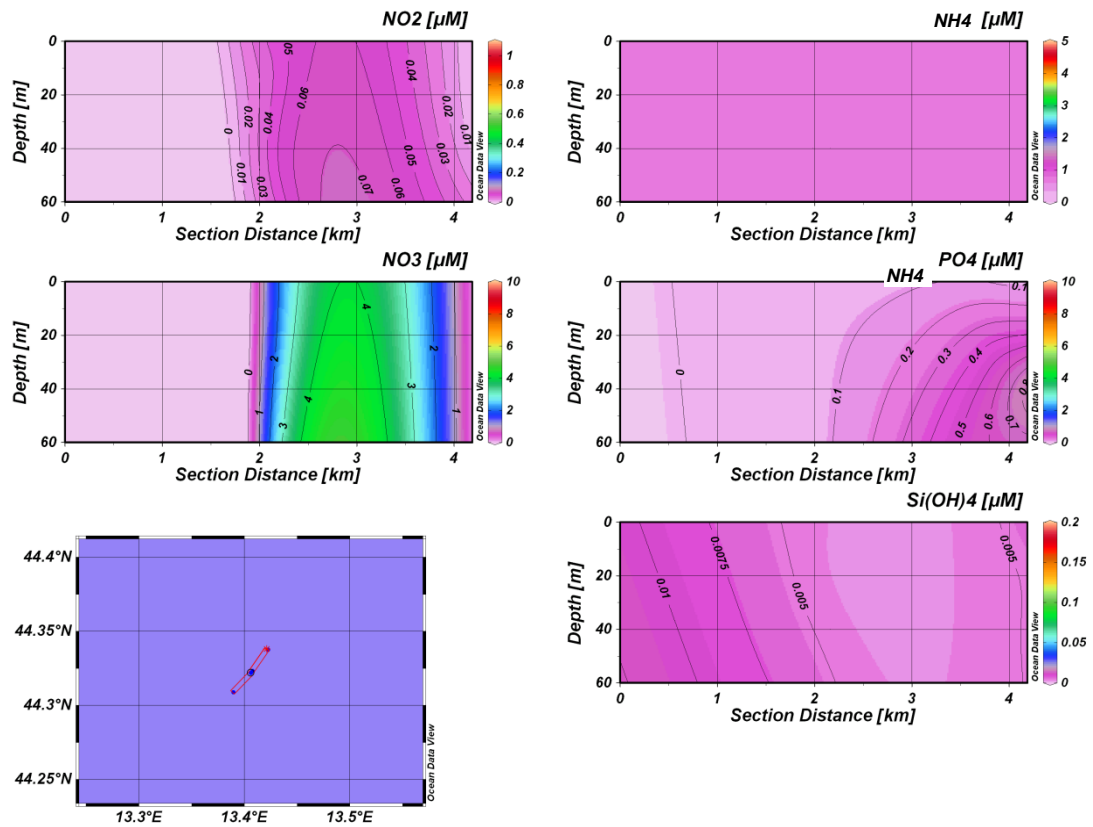


Fig. 3.14a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Giugno 2011.**

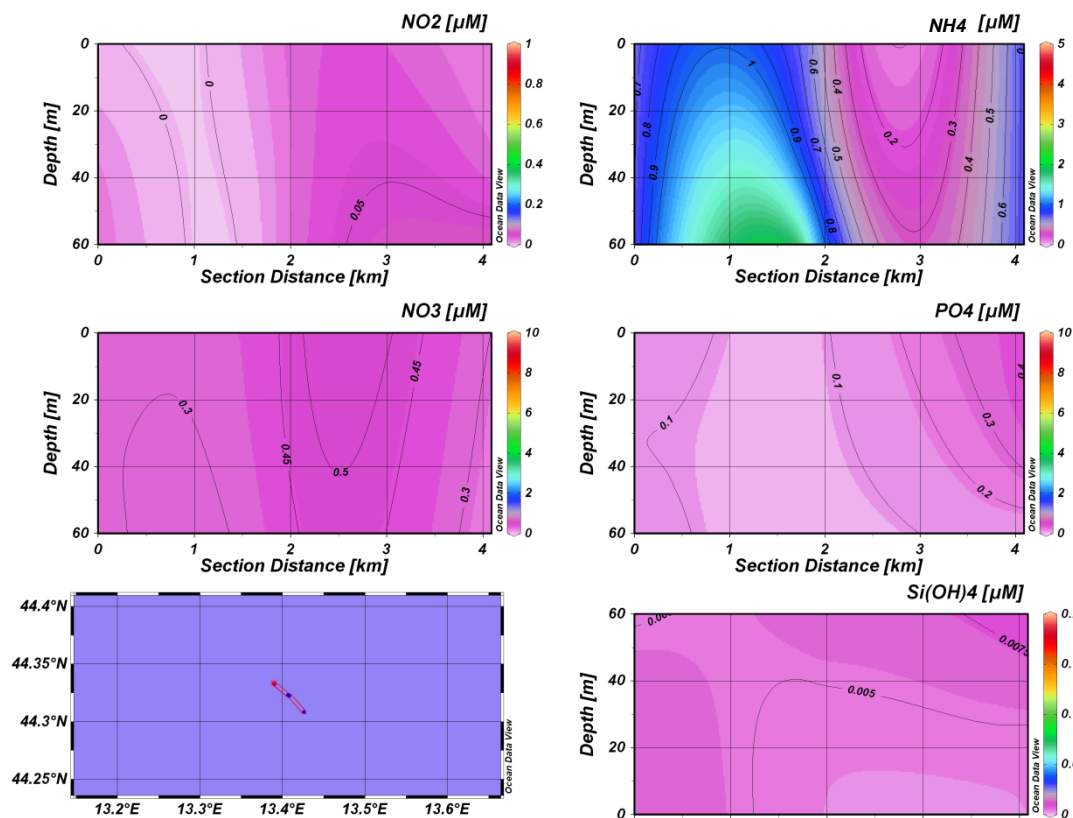


Fig 3.14b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammonio (NH_4) espressi in $\mu\text{mol l}^{-1}$. **Giugno 2011.**

3.1.4. CLOROFILLE A, B E C

Nel **luglio 2010** (figg. 3.15a e 3.15b) la clorofilla *a*, più abbondante delle altre, mostrava una distribuzione variabile, con valori compresi tra 5,78 ng l⁻¹ (AMB07, 20 m) e 707,78 ng l⁻¹ (AMB06, superficie). Le clorofille *b* e *c* presentavano una distribuzione spaziale simile alla clorofilla *a*, con i massimi rispettivamente alla quota di fondo della stazione AMB01 (36,75 ng l⁻¹) e in corrispondenza della superficie della stazione AMB05 (35,14 ng l⁻¹).

A **ottobre** (figg. 3.16a e 3.16b) si osservava un incremento della concentrazione di clorofilla *a* alle quote superficiali e intermedie; il massimo (1078,78 ng l⁻¹) si riscontrava nella stazione AMB03 (superficie), mentre valori di circa 800 ng l⁻¹ si osservavano alle quote superficiali dei siti AMB01, AMB04 e AMB08. Sul fondo sono state invece rilevate le concentrazioni più basse (5-10 ng l⁻¹). Il massimo di clorofilla *b* è stato raggiunto presso AMB04 (superficie; 48,99 ng l⁻¹), mentre valori inferiori a 5 ng l⁻¹ si rilevavano in più stazioni. La clorofilla *c* raggiungeva la più alta concentrazione (85,44 ng l⁻¹) presso la stazione AMB08 (superficie) e i minimi, inferiori a 5 ng l⁻¹, in più stazioni.

A **novembre** (figg. 3.17a e 3.17b) le concentrazioni di clorofilla *a* si sono fortemente ridotte rispetto ai due survey precedenti, essendo comprese tra 5-6 ng l⁻¹ (in più stazioni) e 130,67 ng l⁻¹ (AMB07, superficie). La clorofilla *b* ha presentato valori simili a quelli osservati nel periodo precedente e concentrazioni per lo più inferiori a 10 ng l⁻¹ (in più stazioni), con un massimo di 25,95 ng l⁻¹ sul fondo della stazione AMB03. La clorofilla *c* è risultata molto scarsa essendo sempre inferiore a 10 ng l⁻¹ e con molti valori al di sotto di 5 ng l⁻¹.

A **marzo 2011** (figg. 3.18a e 3.19b) la clorofilla *a* è risultata inferiore a 100 ng l⁻¹ presso diverse quote di AMB01, AMB02, AMB03, AMB04 e AMB07. Le concentrazioni più elevate sono state osservate alle quote più profonde (550 ng l⁻¹, AMB01 fondo; 500 ng l⁻¹, AMB05 fondo). La clorofilla *b* è apparsa presente con livelli medi più contenuti rispetto a quella *a*, essendo state evidenziate concentrazioni <50 ng l⁻¹ in tutti siti e a tutte le quote, eccetto presso AMB01 e AMB03 in cui dai 30 m fino al fondo è oscillata tra 100 e 300 ng l⁻¹. Allo stesso modo, i tenori medi di clorofilla *c* sono risultati <100 ng l⁻¹ tranne nelle medesime stazioni della clorofilla *b* (100-150 ng l⁻¹).

A **maggio** (figg. 3.19a e 3.19b) la clorofilla *a* è apparsa omogenea in tutti i siti e a tutte le quote con valori inferiori a 100 ng l⁻¹. Anche in questo survey la clorofilla *b* è risultata inferiore rispetto alla tipologia *a*. In tutti i siti e a tutte le quote, infatti, sono state evidenziate concentrazioni <50 ng l⁻¹. Per la clorofilla *c* non sono state osservate variazioni rispetto a marzo eccetto in prossimità della piattaforma, essendo i livelli medi ovunque <100 ng l⁻¹.

A **giugno** (figg. 3.20a e 3.20b) la clorofilla *a* è ancora risultata inferiore a 100 ng l⁻¹ presso tutti i siti esaminati e a tutte le quote tranne in AMB05 dai 40 m di profondità in poi in cui sono state riscontrate concentrazioni comprese tra 100 e 300 ng l⁻¹. La clorofilla *b* ha evidenziato livelli <50 ng l⁻¹ ovunque, mentre nessuna variazione è stata osservata per la clorofilla *c* (<100 ng l⁻¹).

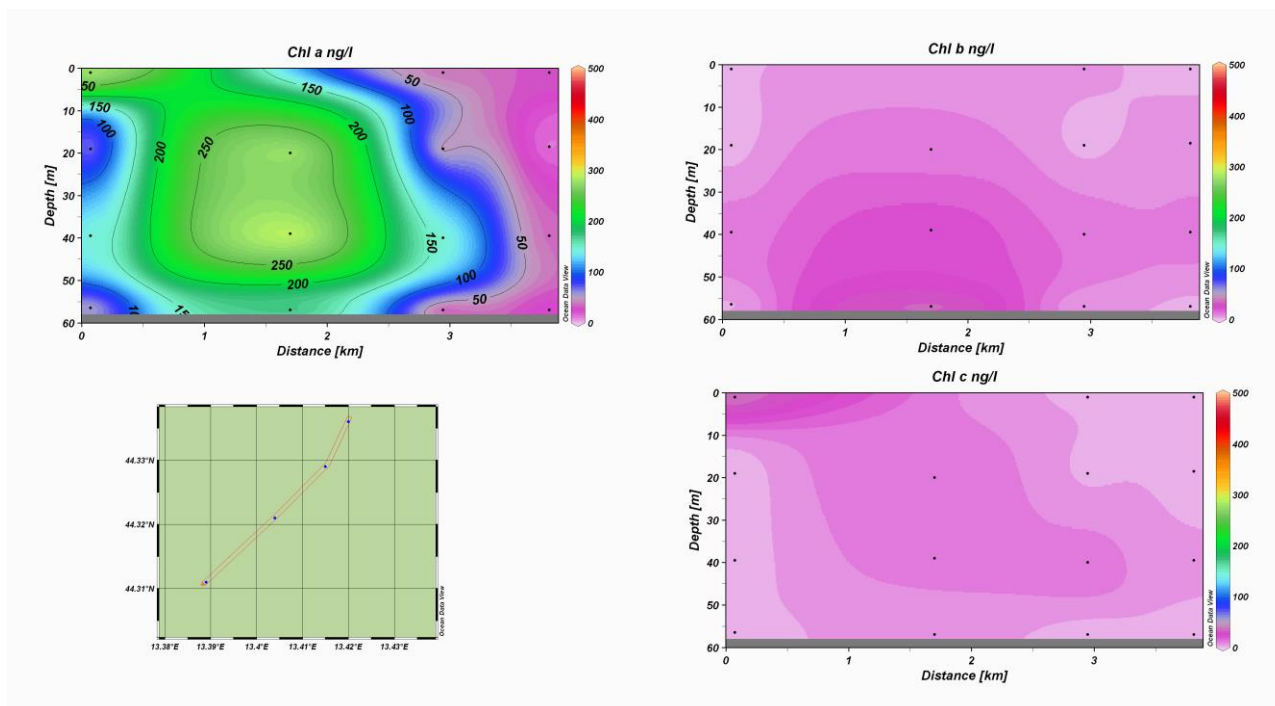


Fig. 3.15a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . Luglio 2010.

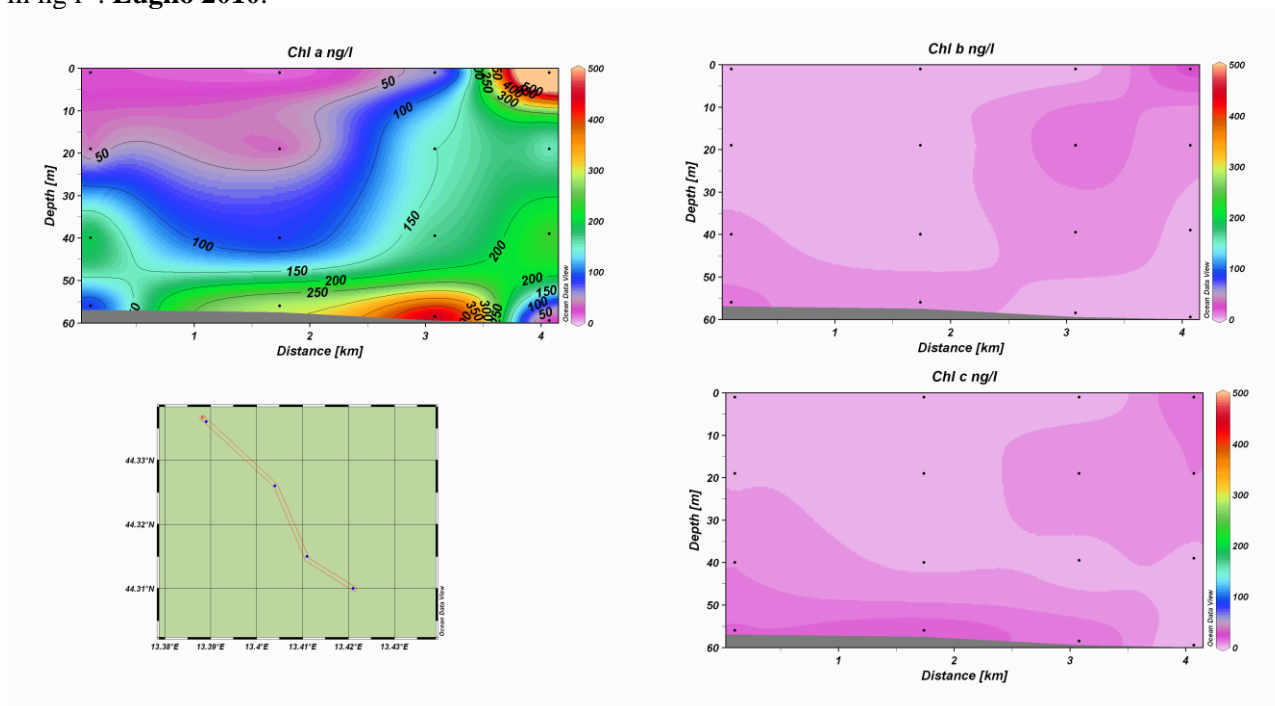


Fig. 3.15b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB6, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . Luglio 2010.

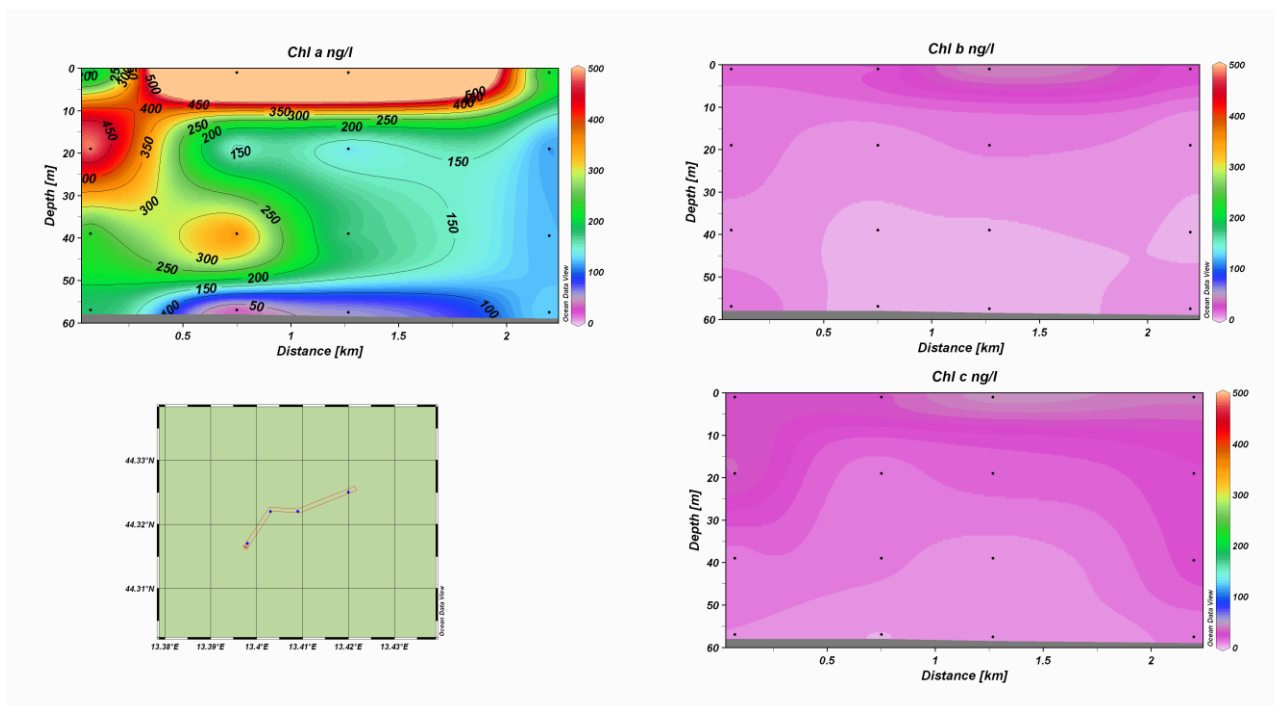


Fig. 3.16a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . Ottobre 2010.

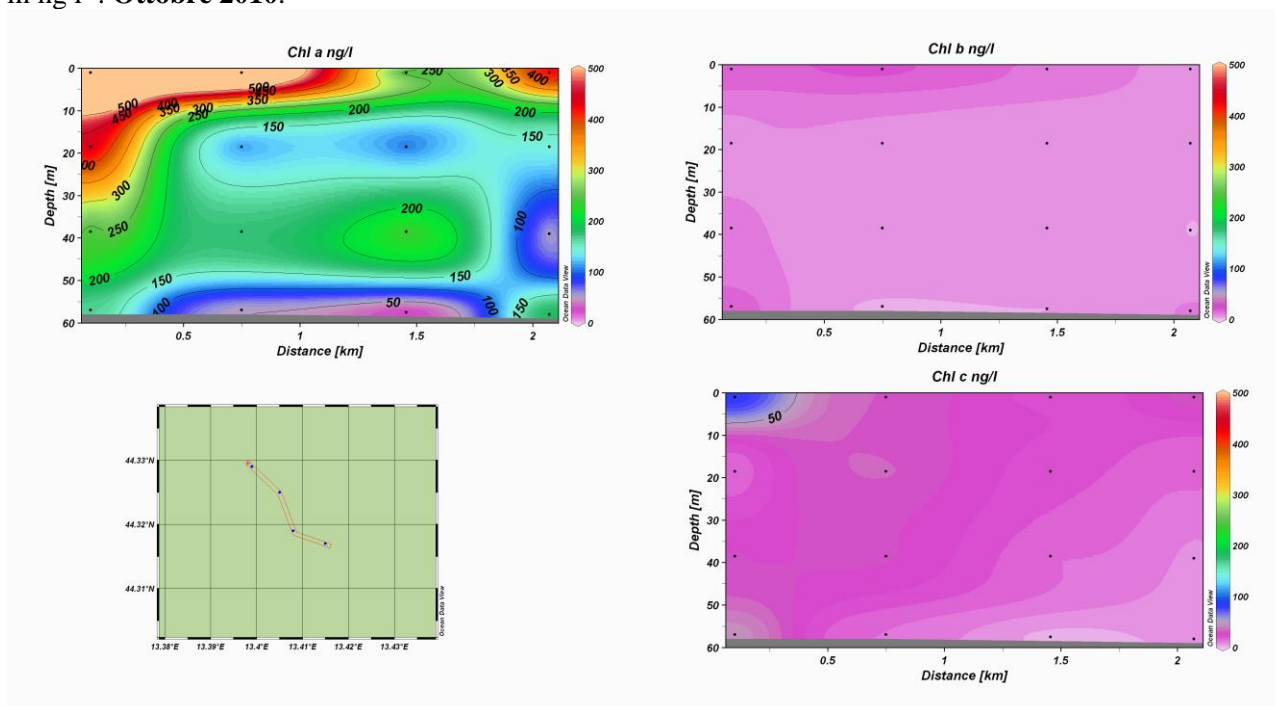


Fig. 3.16b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB6, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . Ottobre 2010.

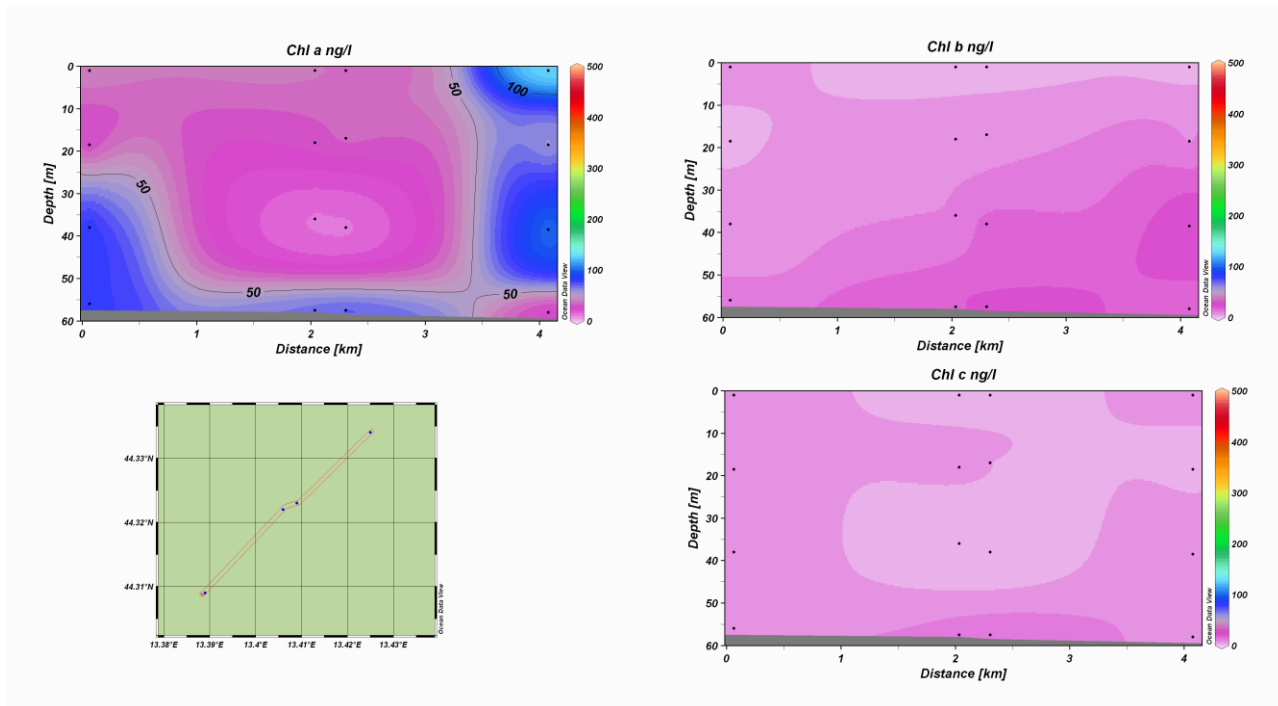


Fig. 3.17a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . **Novembre 2010.**

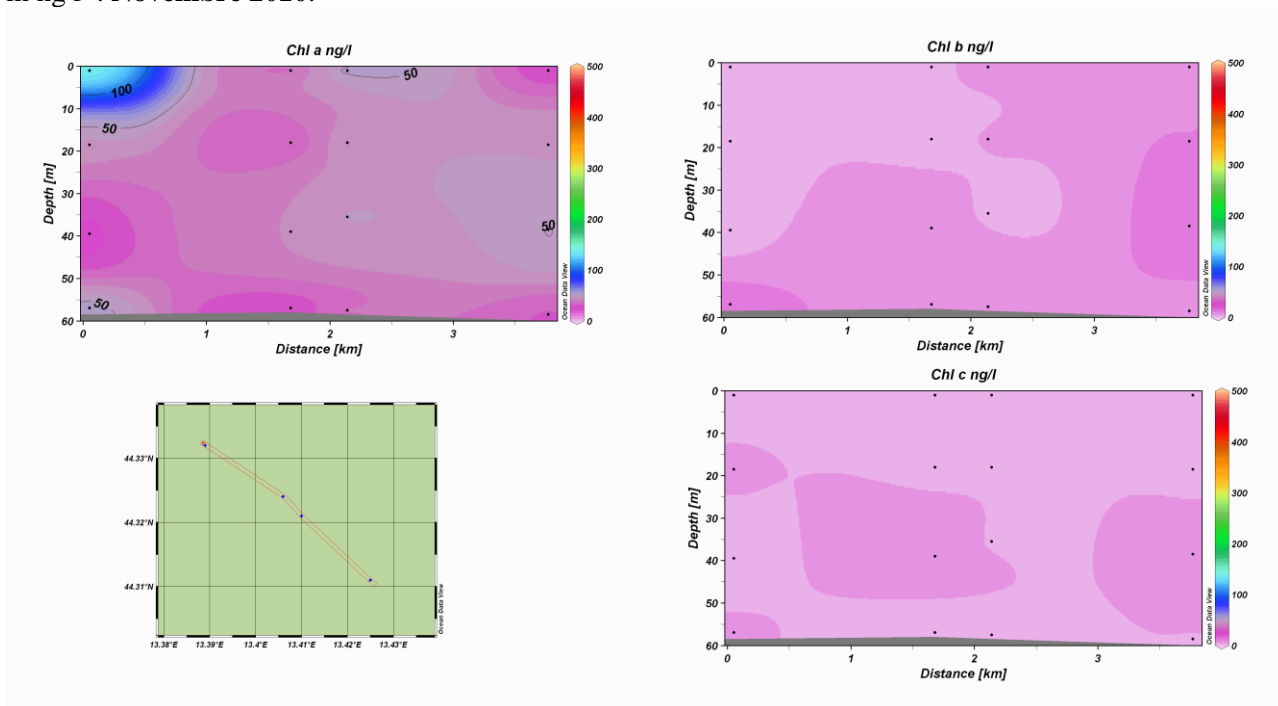


Fig. 3.17b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . **Novembre 2010.**

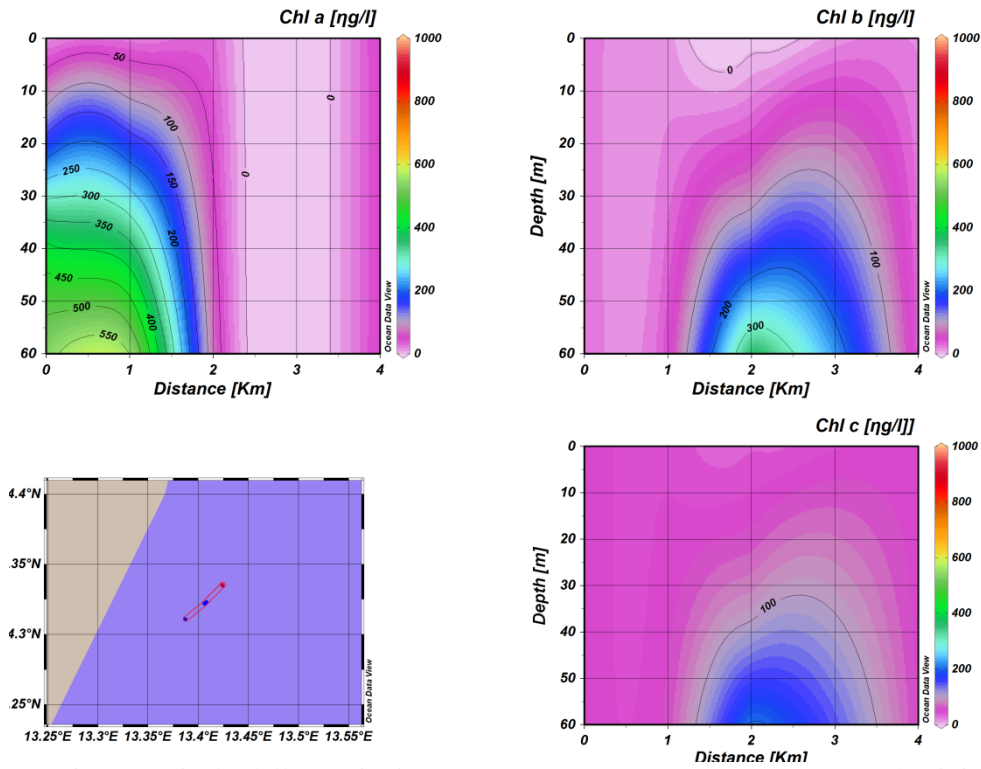


Fig. 3.18a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . **Marzo 2011.**

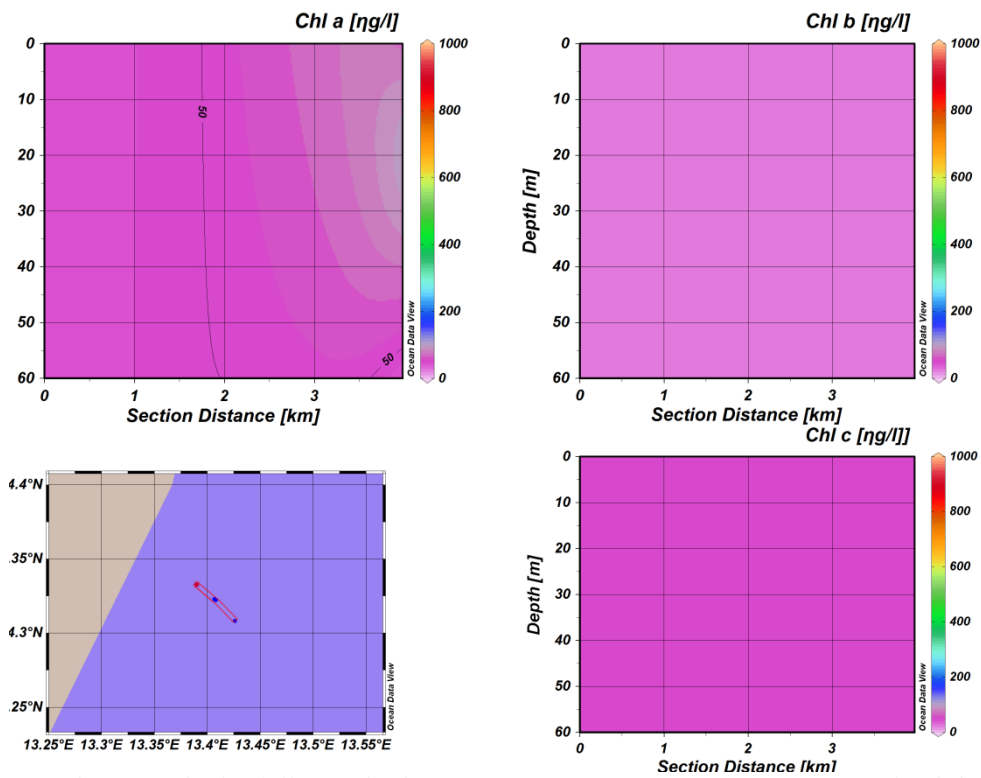


Fig. 3.18b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB06, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . **Campagna Marzo 2011.**

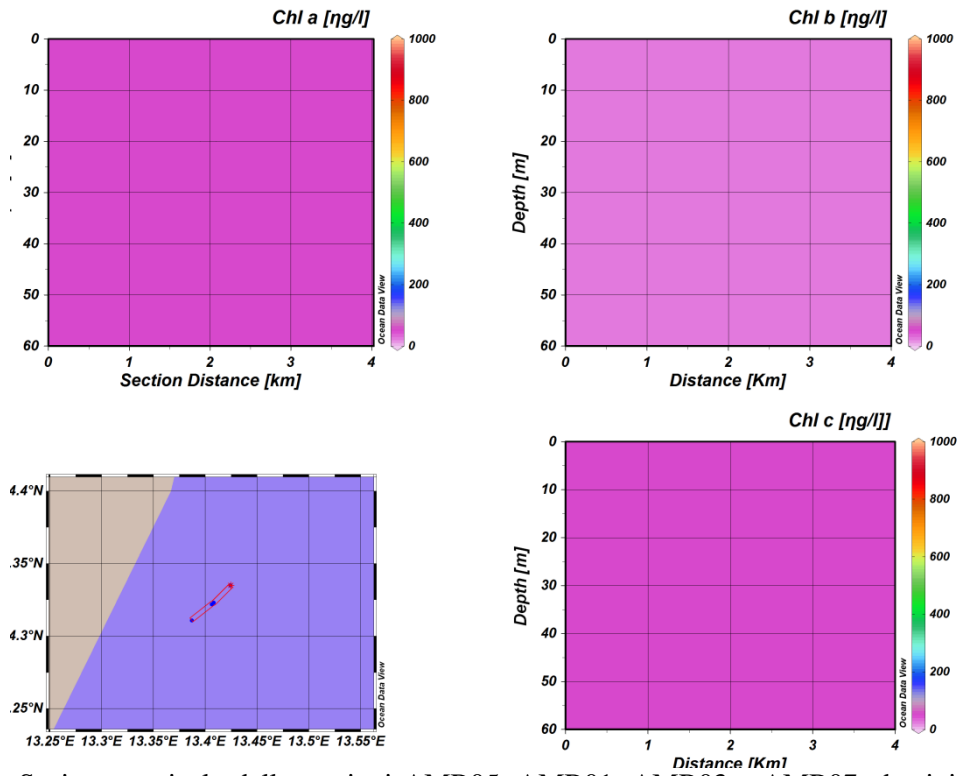


Fig. 3.19a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . Maggio 2011.

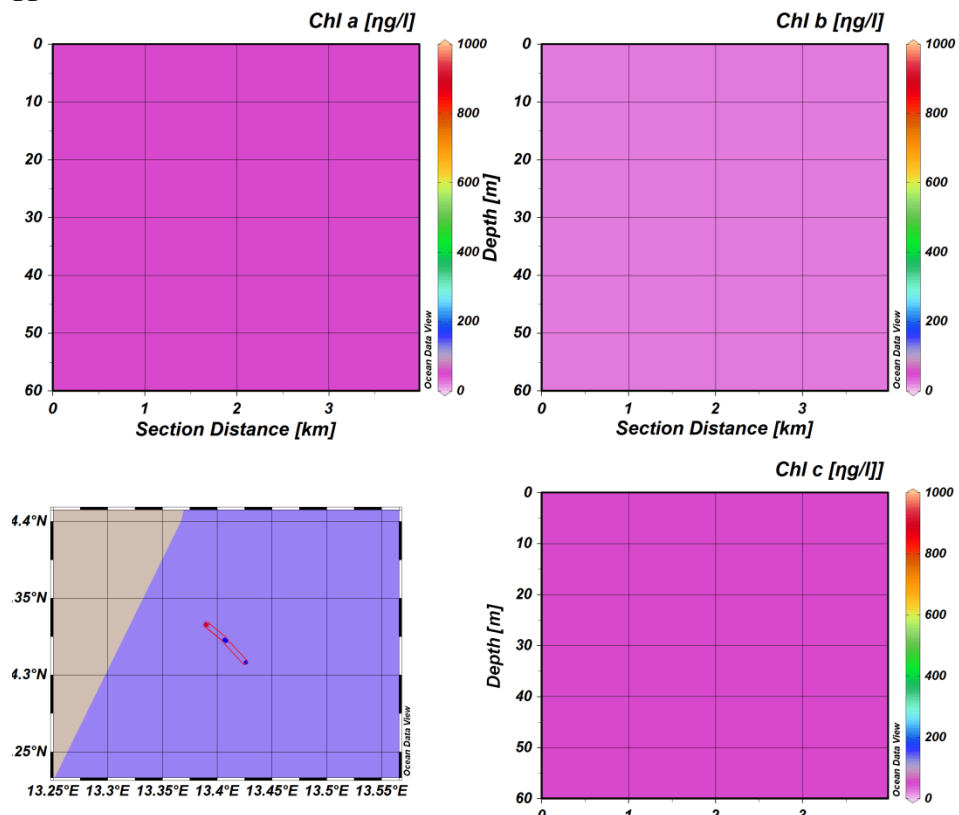


Fig. 3.19b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB6, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng l^{-1} . Maggio 2011.

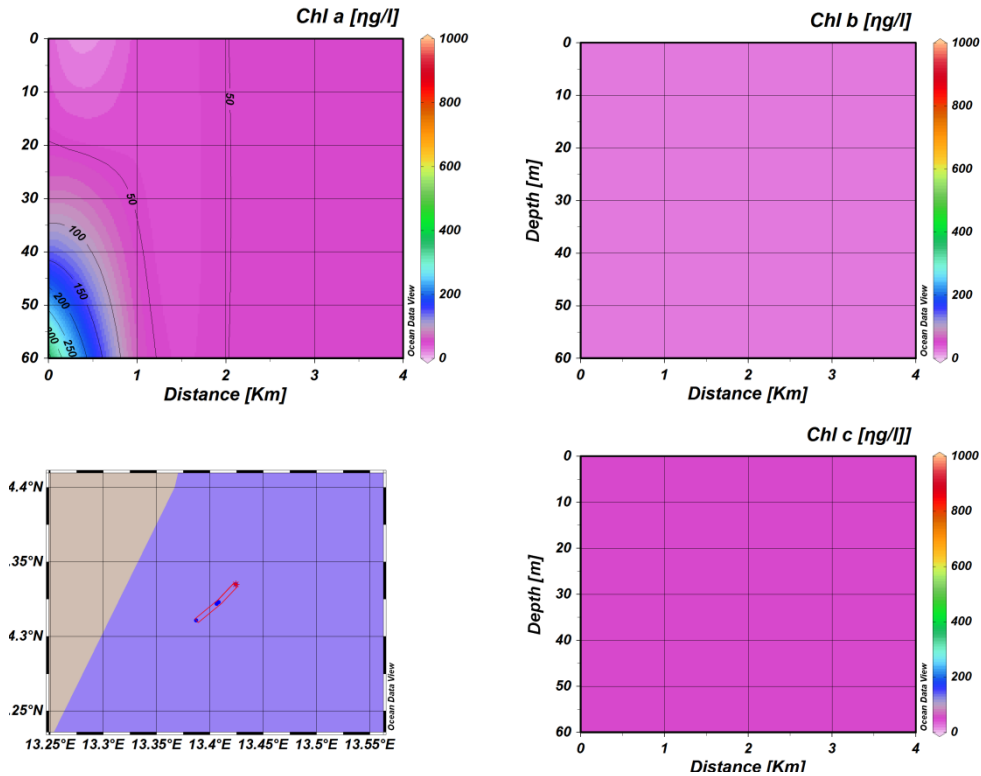


Fig. 3.20a - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03 e AMB07, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in $\mu\text{g l}^{-1}$. Giugno 2011.

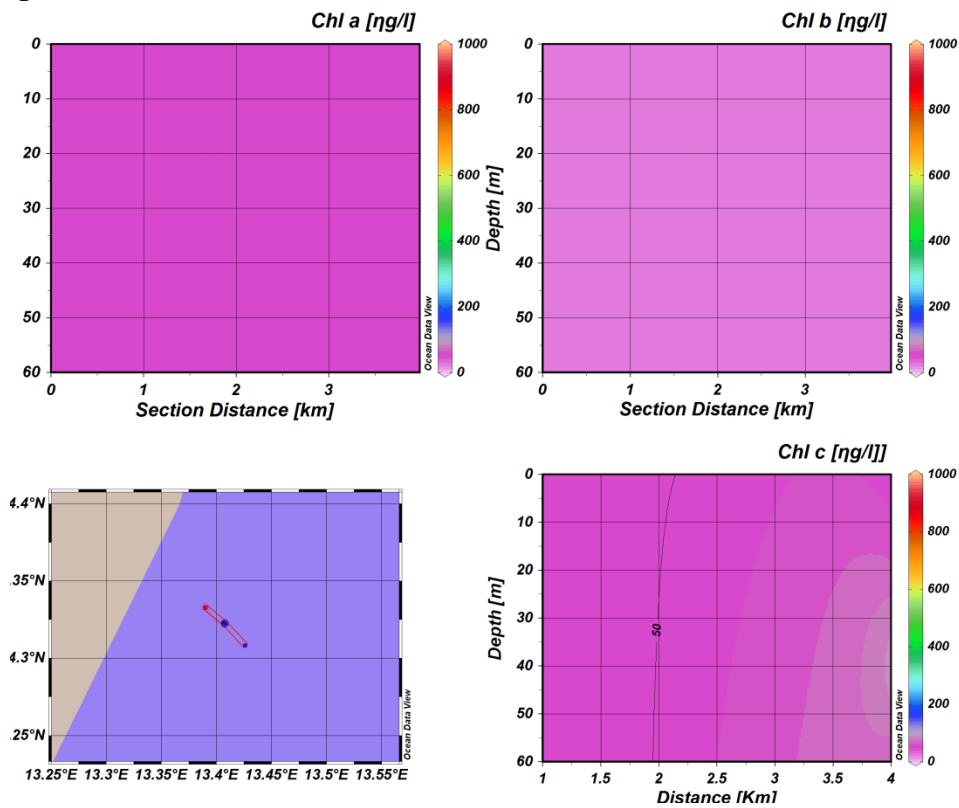


Fig. 3.20b - Sezione verticale delle stazioni AMB08, AMB04, AMB02 e AMB6, da sinistra a destra, rappresentante le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in $\mu\text{g l}^{-1}$. Campagna Giugno 2011.

3.1.5. PARTICELLATO SOSPESO IN MARE

In tutti i survey condotti nel 2010 le concentrazioni di TSM sono risultate piuttosto costanti in tutta l'area indagata intorno alla piattaforma, oscillando tra 28 e 33 mg l⁻¹ (figg. 3.21 - 3.23). Analogamente al 2009 (Fabi *et al.*, 2010a), i valori sono risultati generalmente più elevati nelle quote di fondo, senza differenze tra l'area adiacente alla piattaforma e le stazioni di controllo.

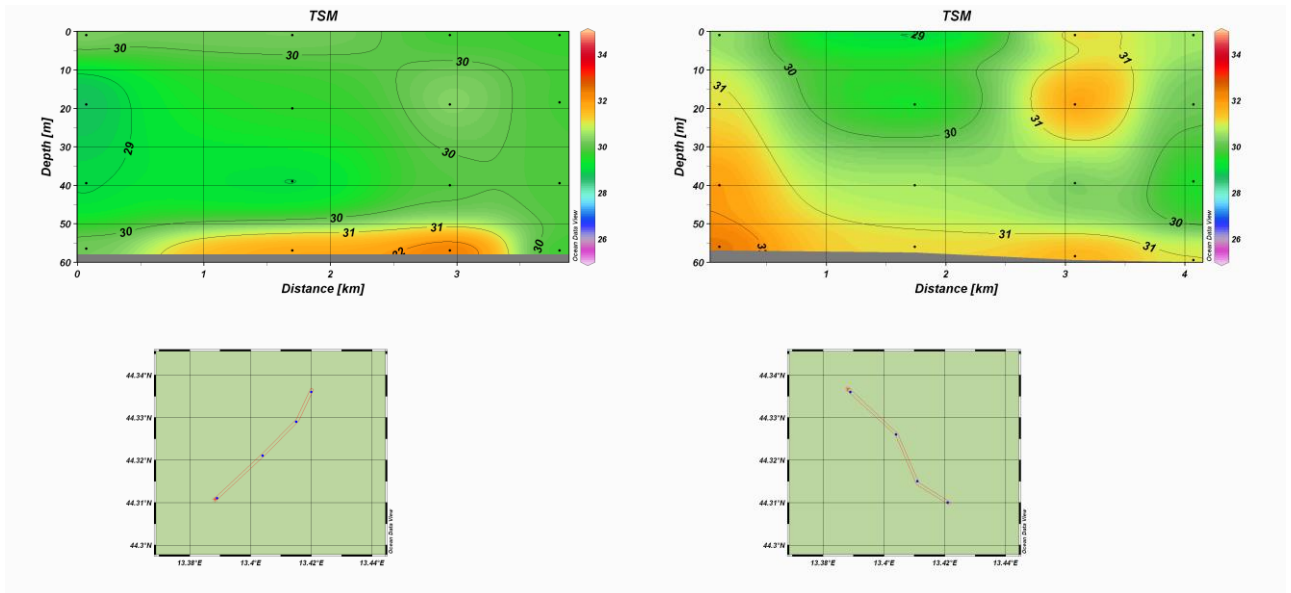


Fig. 3.21 - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03, AMB07, a sinistra, e AMB08, AMB04, AMB02, AMB6, a destra, rappresentante le concentrazioni di TSM espressa in mg l⁻¹. **Luglio 2010.**

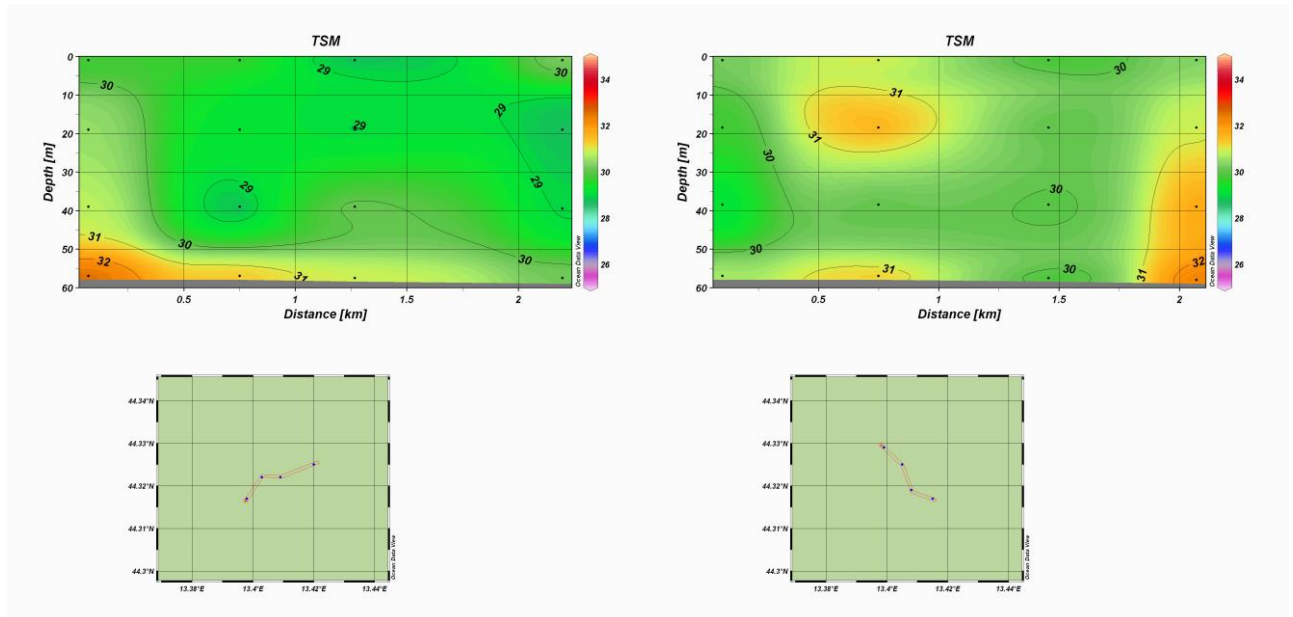


Fig. 3.22 - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03, AMB07, a sinistra, e AMB08, AMB04, AMB02, AMB6, a destra, rappresentante le concentrazioni di TSM espressa in mg l⁻¹. **Ottobre 2010.**

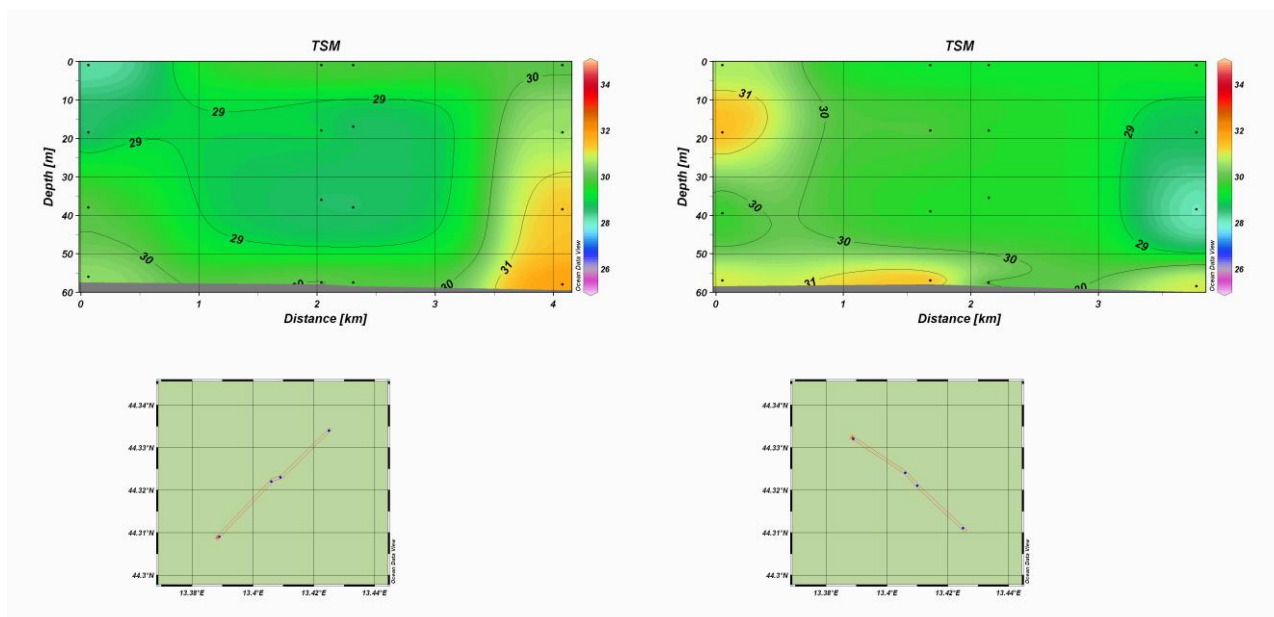


Fig. 3.23 - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03, AMB07, a sinistra, e AMB08, AMB04, AMB02, AMB06, a destra, rappresentante le concentrazioni di TSM espressa in mg l^{-1} . **Novembre 2010.**

Nel corso dei tre monitoraggi condotti nel I semestre 2011 (figg. 3.24 – 3.26) i livelli medi di particolato sono risultati compresi tra 0,2 mg/l (AMB06, superficie) registrato a giugno e 9,4 mg/l (AMB01, superficie) registrato a maggio. In alcuni casi, in tutte le tre campagne di misura sono stati riscontrati valori più elevati presso alcune quote profonde; essi sono dipesi con ogni probabilità all'azione della corrente che causa risospensione di sedimento dal fondale. In altri casi, come presso la stazione AMB05 campionata a giugno (71,56 mg/l), un valore particolarmente elevato è riconducibile al contatto della sonda CTD con il fondale che ha causato risospensione del sedimento più che a caratteristiche intrinseche delle masse d'acqua.

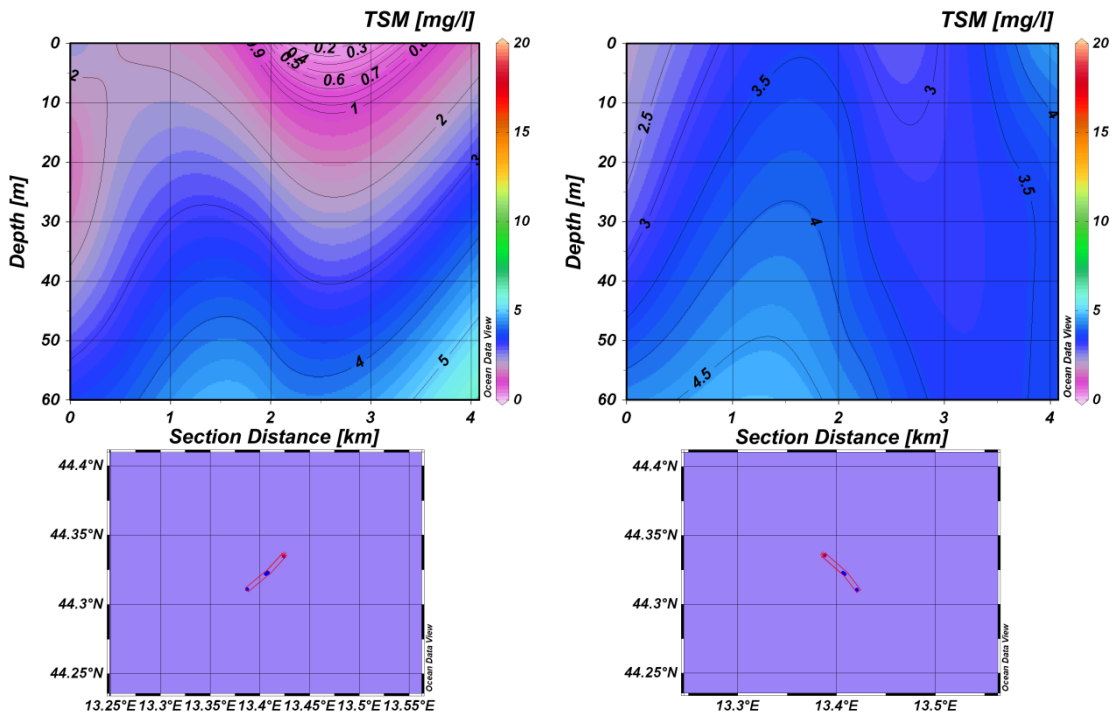


Fig. 3.24 - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03, AMB07, a sinistra, e AMB08, AMB04, AMB02, AMB6, a destra, rappresentante le concentrazioni di solidi sospesi espressi in mg l^{-1} . **Marzo 2011**.

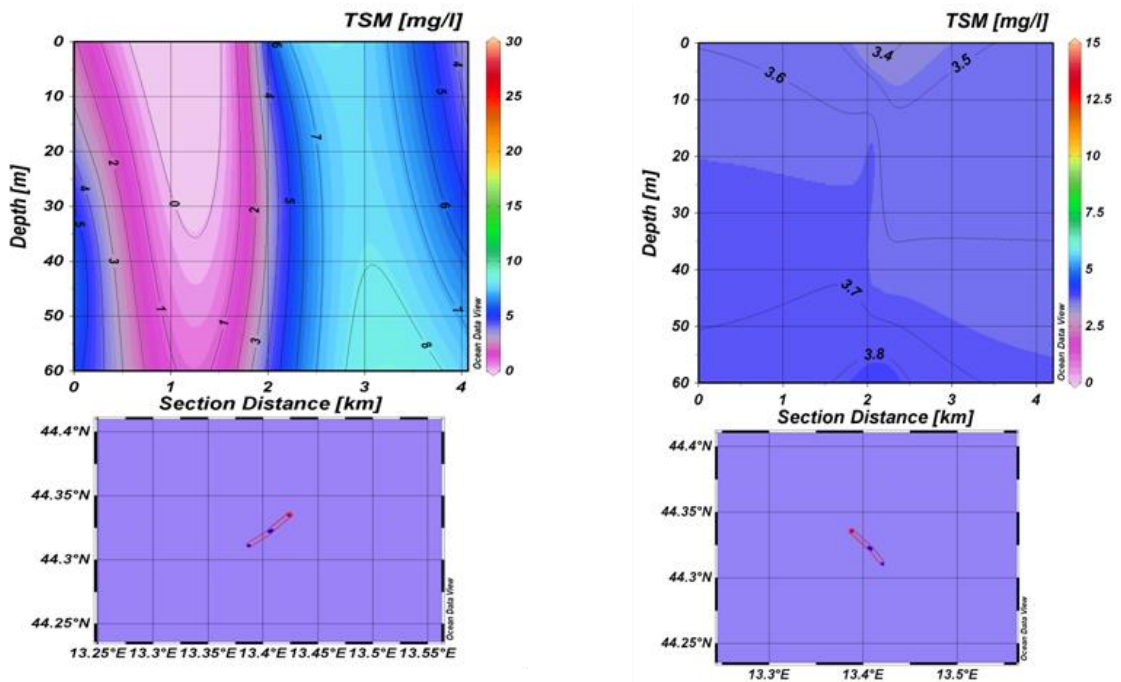


Fig. 3.25 - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03, AMB07, a sinistra, e AMB08, AMB04, AMB02, AMB6, a destra, rappresentante le concentrazioni di solidi sospesi espressi in mg l^{-1} . **Maggio 2011**.

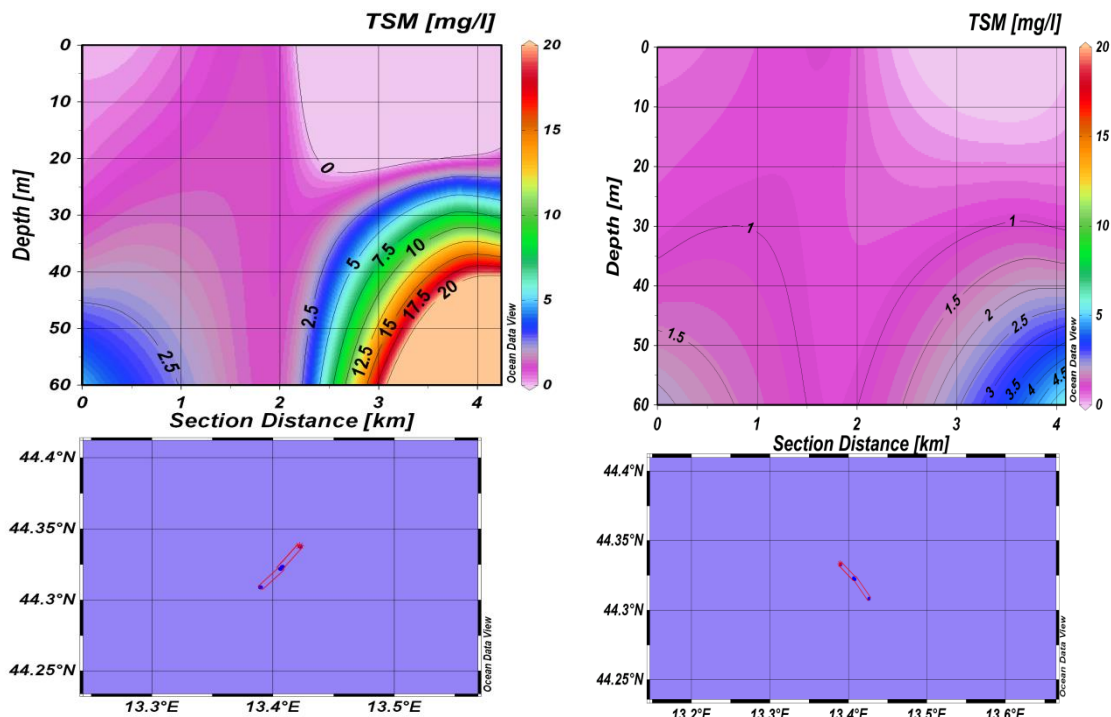


Fig. 3.26 - Sezione verticale delle stazioni AMB05, AMB01, AMB03, AMB07, a sinistra, e AMB08, AMB04, AMB02, AMB6, a destra, rappresentante le concentrazioni di solidi sospesi espressi in mg l^{-1} . **Giugno 2011**.

3.1.6. MISURE CORRENTOMETRICHE

Nel II semestre 2010 sia in superficie che in corrispondenza del fondo era stata osservata una netta prevalenza della corrente in direzione SSW nell'intero periodo (figg. 3.27 - 3.29). Alla quota superficiale, sino al 20 settembre 2010 la direzione era risultata variabile nelle direzioni NW e SW e la corrente particolarmente intensa (sino a 20-30 cm/s), mentre nel periodo successivo (sino al 31 dicembre) si era avuta una direzione prevalente S-SW e intensità inferiore.

Nella quota di fondo la corrente era apparsa di minore intensità rispetto a quella superficiale (intorno a 5-10 cm/s), fatta eccezione per i giorni intorno al 25 ottobre in cui era stato registrato un picco intorno a 30 cm/s con direzione Sud.

Nei primi 6 mesi del 2011 sia alla quota superficiale che in corrispondenza del fondo è stato globalmente osservato un idrodinamismo piuttosto ridotto, con intensità di corrente generalmente inferiori a 10 cm/s e di direzione variabile (figg. 3.30 – 3.32). Hanno costituito un'eccezione due eventi: il primo verificatosi nel periodo 19-23

marzo, quando in superficie sono state registrate correnti orientate prevalentemente in direzione SSW, di intensità comprese tra 20 e 30 cm/s e con valori massimi che hanno raggiunto i 39 cm/s; il secondo evento si è invece verificato nei giorni compresi tra il 22 e il 24 giugno, quando in superficie sono state riscontrate correnti più variabili rispetto a marzo ma comunque orientate prevalentemente in direzione del terzo quadrante (SW) e di intensità anche superiori a 30 cm/s.

Alla quota di fondo le intensità di corrente sono risultate costantemente inferiori rispetto alle corrispondenti velocità registrate alla quota superficiale. L'evento del 19-23 marzo è riconoscibile anche nell'andamento delle correnti in prossimità del fondo, essendo state registrate in tale periodo le massime intensità relative, mentre le velocità di corrente registrate in superficie nel periodo 22-24 giugno non trovano una corrispondenza in quelle di fondo. La massima intensità di corrente sul fondo, pari a 26,4 cm/s, è stata registrata il giorno 21 marzo.

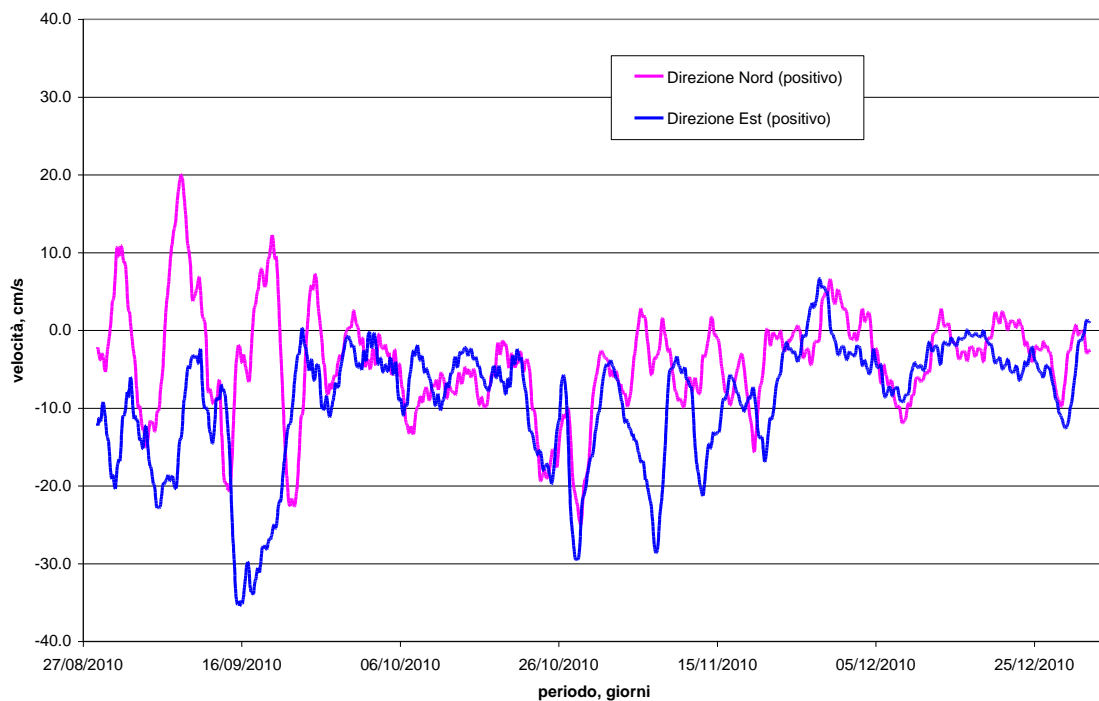


Fig. 3.27 - Distribuzione e intensità delle correnti registrate in **superficie** dal correntometro RCM7 dal 27/08/10 al 31/12/10 (media mobile 36 ore).

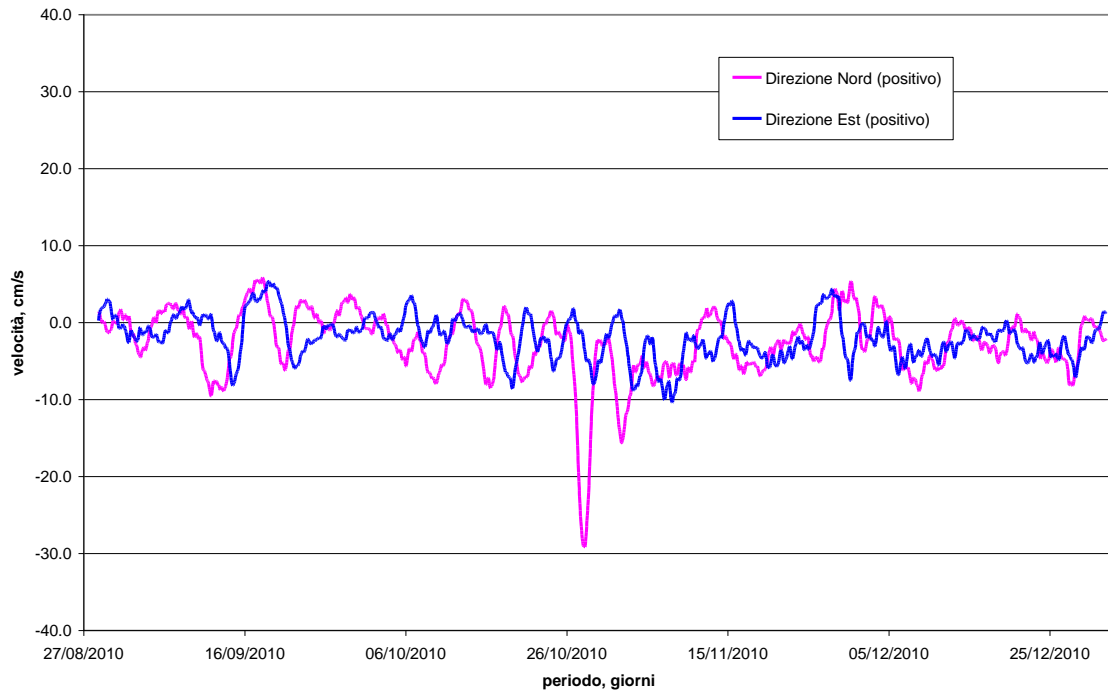


Fig. 3.28 - Distribuzione e intensità delle correnti registrate sul **fondo** dal correntometro RCM7 dal 27/08/10 al 31/12/10 (media mobile 36 ore).

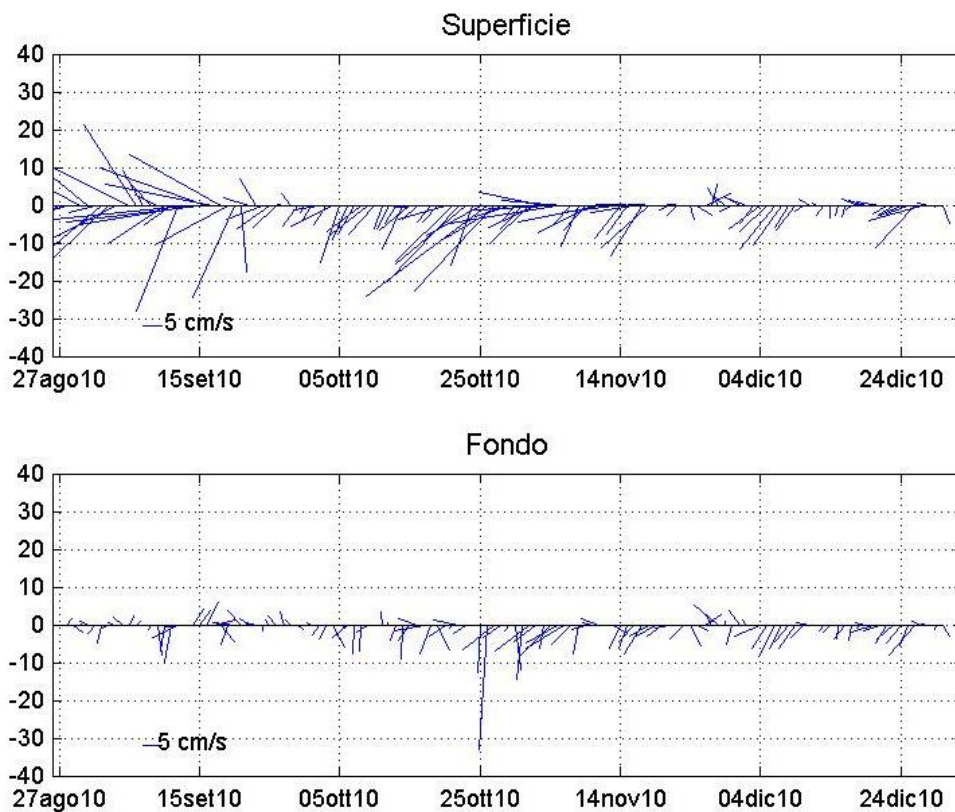


Fig. 3.29 - Stickplot della corrente (medie giornaliere) in **superficie** e sul **fondo** del correntometro RCM7 dal 27/08/10 al 31/12/10.

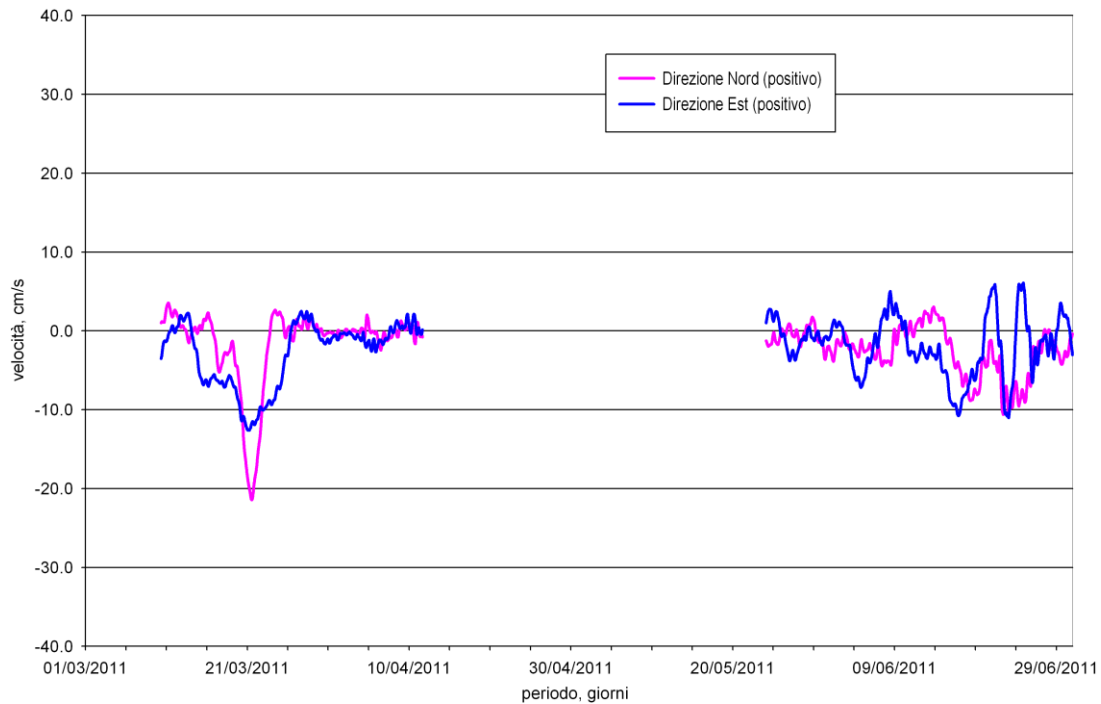


Fig. 3.30 - Distribuzione e intensità delle correnti registrate in **superficie** dal correntometro Nortek Aquadopp nel periodo dal 09/03/2011 al 30/06/2011 (media mobile 36 ore).

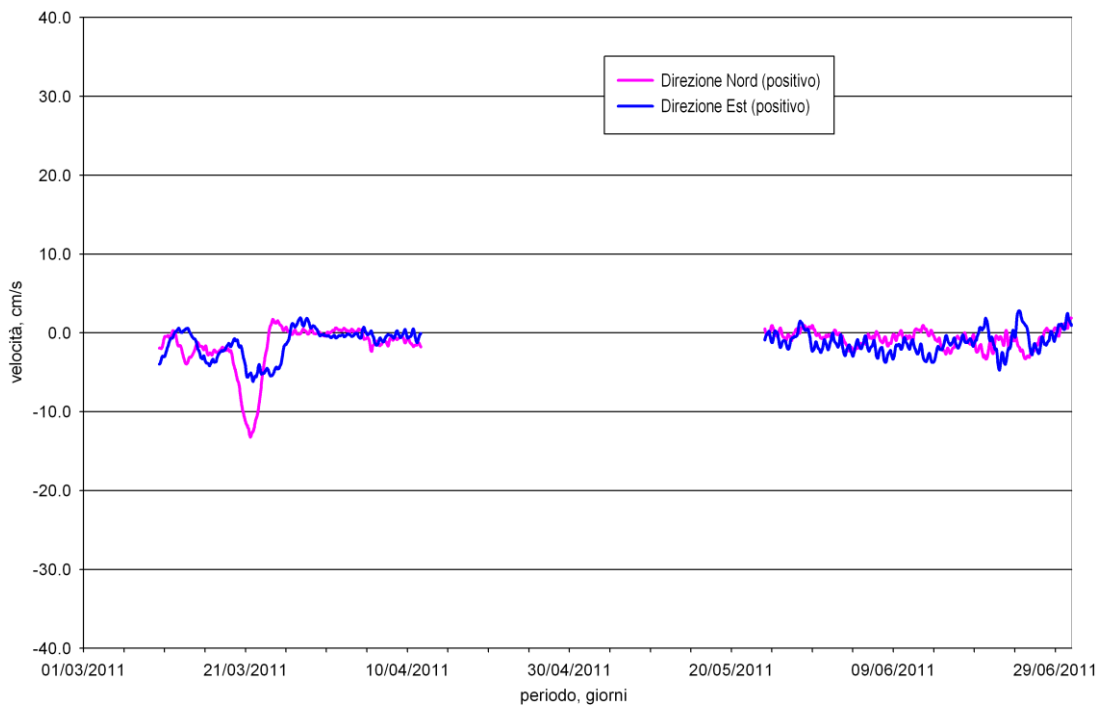


Fig. 3.31 - Distribuzione e intensità delle correnti registrate sul **fondo** dal correntometro Nortek Aquadopp nel periodo dal 09/03/2011 al 30/06/2011 (media mobile 36 ore).

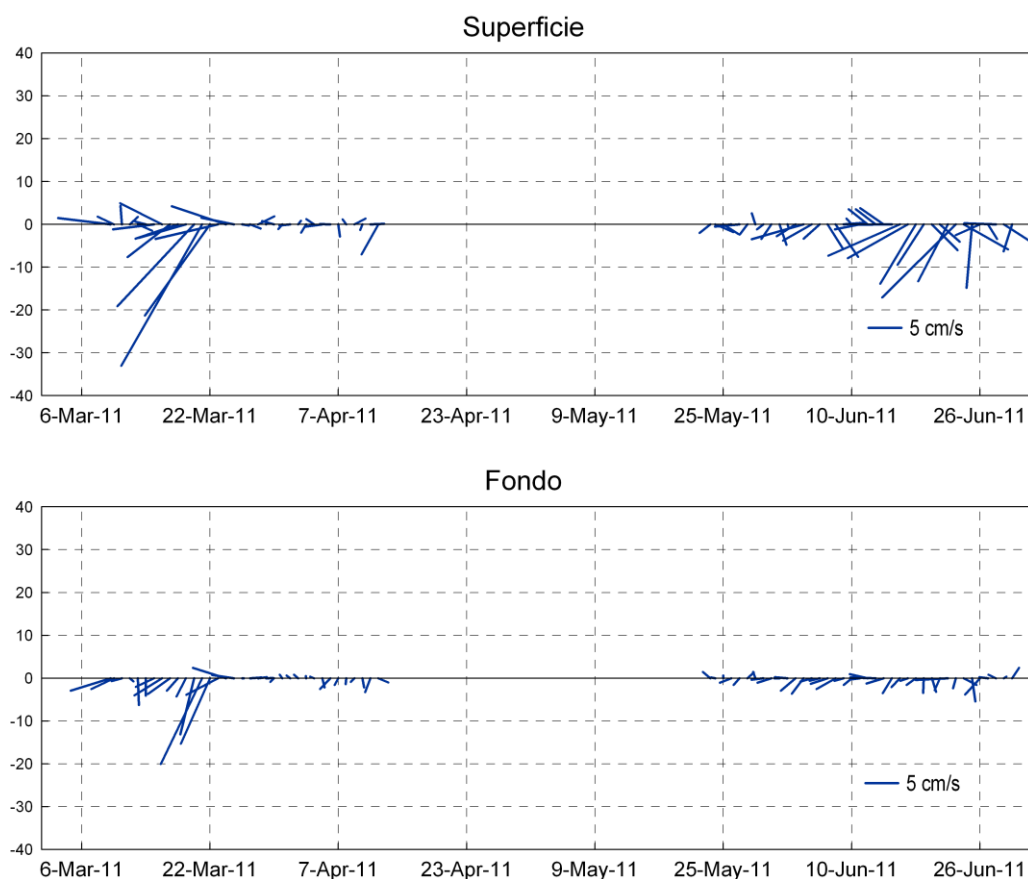


Fig. 3.32 - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) registrate in **superficie** e sul **fondo** dal correntometro Aquadopp dal 09/03/2011 al 30/06/2011.

Nel II semestre 2010 la temperatura registrata sul fondo (fig. 3.33) aveva mostrato un andamento gradualmente crescente da inizio registrazione fino ai primi giorni di dicembre, con valori da 11,8°C a 17,5°C. Nei giorni successivi sino a fine periodo è avvenuta una riduzione graduale sino a 14,3°C circa al 31/12/2010..

In superficie, invece, era stato evidenziato un andamento decrescente della temperatura, essendo stati registrati valori compresi tra 21,3°C (sino a fine settembre) e 14,5°C (negli ultimi 10 gg di dicembre; fig. 3.34).

Nei primi 6 mesi del 2011, la temperatura superficiale ha mostrato un andamento crescente, con valori da 11,0°C a 22,5°C (fig. 3.35). In corrispondenza della quota di fondo la temperatura è risultata più costante, seppure sia riconoscibile un andamento moderatamente crescente anche in questo caso, con valori compresi tra 11,1°C e 13,2°C (fig. 3.36).

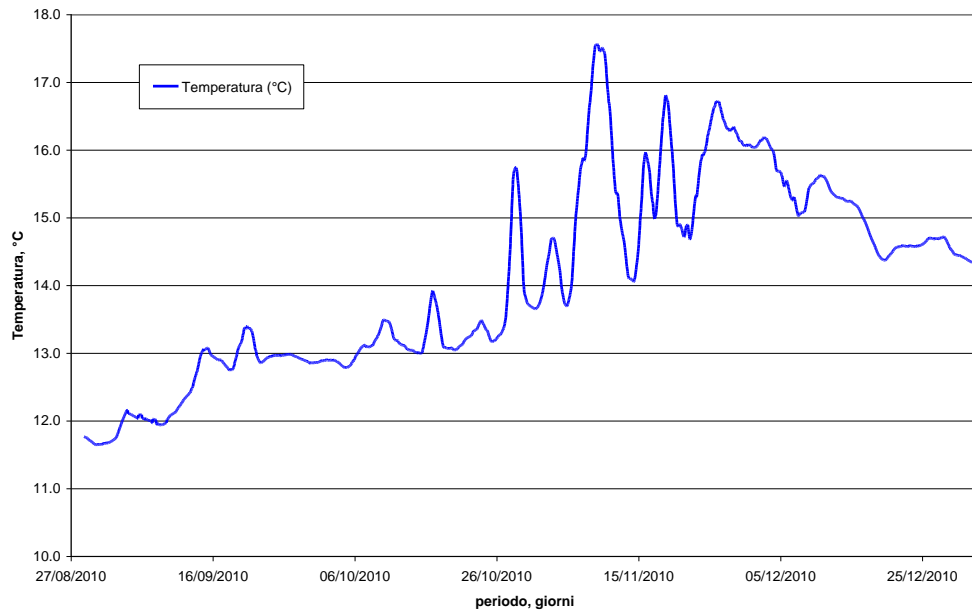


Fig. 3.33 - Andamento della temperatura registrato dal sensore posto sul **fondo** dal 27/10/10 al 31/12/10 (media mobile 36 ore).

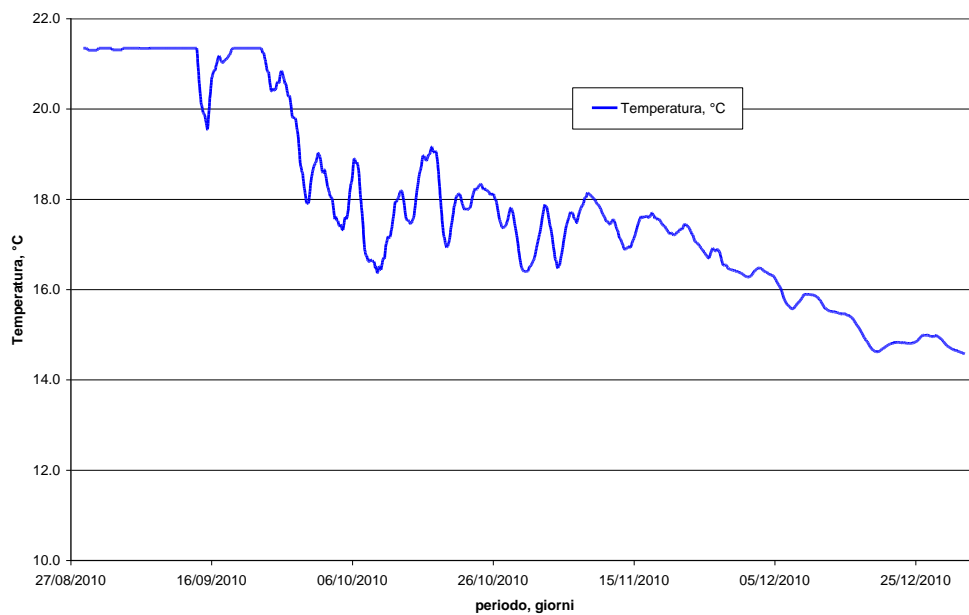


Fig. 3.34 - Andamento della temperatura registrato dal sensore posto in **superficie** dal 27/10/10 al 31/12/10 (media mobile 36 ore).

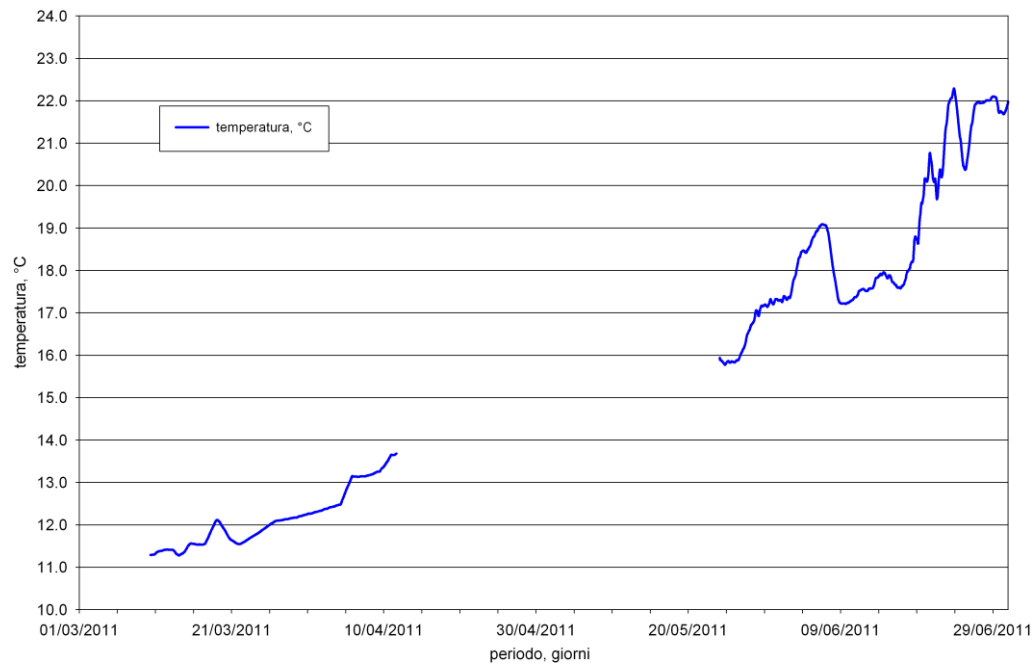


Fig. 3.35 - Andamento della temperatura registrata dal sensore posizionato alla superficie dal 01/03/11 al 30/06/11 (media mobile 36 ore).

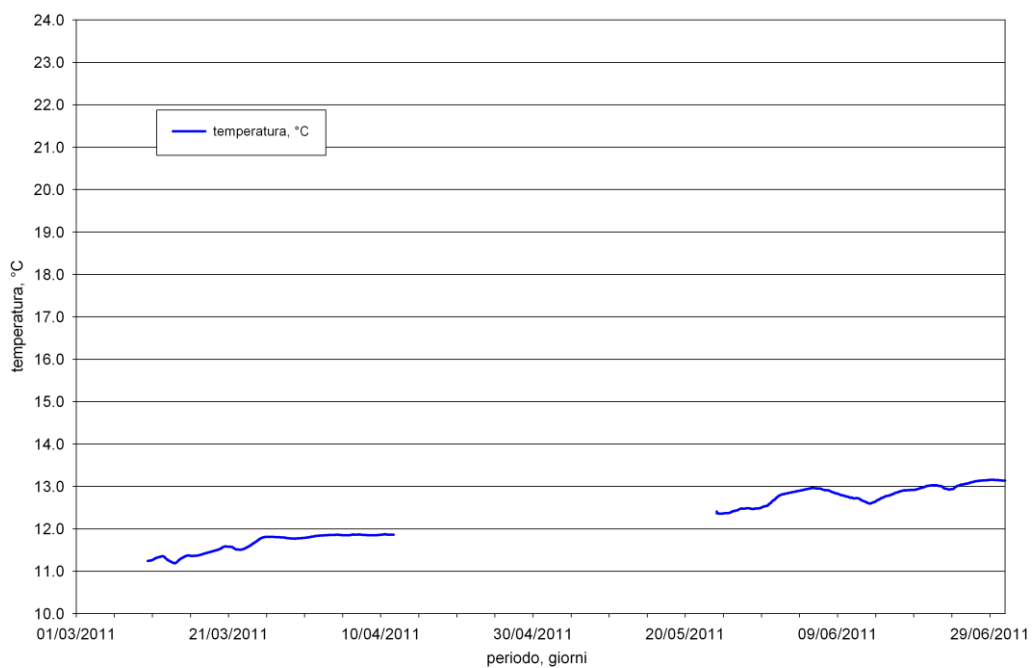


Fig. 3.36 - Andamento della temperatura registrata dal sensore posizionato al fondo dal 01/03/11 al 30/06/11 (media mobile 36 ore).

3.2. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

3.2.1. GRANULOMETRIA

All'analisi visiva i sedimenti prelevati lungo i transetti nell'inverno 2011 sono risultati molto simili tra loro, essendo costituiti in prevalenza dalla frazione sabbiosa, con un sottile strato superficiale ossidato di colore marrone chiaro. Nel profilo sedimentario la componente a biodeposito conchifero è risultata quasi sempre esigua ma onnipresente e il colore dei sedimenti risultava prevalentemente grigio. Tale aspetto differiva dalla maggior parte dei sedimenti prelevati nei controlli che risultavano, all'analisi visiva, di colore nocciola e con una componente di biodeposito inferiore o assente rispetto a quella precedentemente descritta.

Nella stazione AM NE adiacente alla piattaforma i sedimenti presentavano strie nere anossiche ben individuabili e nella parte superficiale del campione era distinguibile materiale organico in decomposizione.

L'analisi granulometrica, tuttavia, ha evidenziato un'elevata omogeneità tra i sedimenti campionati (Tab. 3-I; fig. 3.37). Tutti i campioni sono risultati classificabili come sabbia secondo la classificazione di Shepard, essendo le percentuali di questa frazione sempre superiori al 75%. Il campione AM SE prelevato sotto la piattaforma estrattiva ha presentato la quantità di sabbia più bassa (75,66%) e, conseguentemente, le percentuali limose e argillose più alte rispetto a tutte le altre stazioni. AM NE ha mostrato valori tessiturali simili a quelli di AM SE. Questi due siti sono pertanto risultati differenti rispetto ai controlli, apparsi invece comparabili con le altre stazioni AM e con i transetti. Lungo i transetti A e B le percentuali di sabbia più elevate sono state misurate nelle stazioni B5 (82,20%) e B4 (82,18%), entrambe poste a 30 m dalla piattaforma. La percentuale di silt più bassa è stata rinvenuta presso B1 (10,10%), mentre la percentuale di argilla più bassa è stata rilevata nella stazione A7 (7,11%). Tali valori, comunque, sono risultati sempre paragonabili a quelli dei controlli e non hanno costituito anomalie degne di nota. Presso i siti di riferimento, infatti, le percentuali di sabbia sono oscillate tra 80,05% (K3) e 81,55% (K4), quelle di silt tra 11,24%(K4) e 12,64% (K1), mentre quelle di argilla sono risultate comprese tra 6,29% (K1) e 8,14 (K3).

Rispetto ai monitoraggi precedenti nell'inverno 2011 è stata riscontrata una generale omogeneità, essendo i sedimenti stati sempre classificati come sabbie secondo

Shepard (All. B). Tuttavia, dal confronto con l'estate 2010 si osserva che la sabbia si è mantenuta costante nel tempo nel ramo NW del transetto A (stazioni A1-A4) e sino a 60 m a SE (A5 e A6), mentre è aumentata leggermente in A7 e A8 e in tutte le stazioni del transetto B tranne B6 e B7. Tale aumento ha comportato una lieve diminuzione di silt in tutti i siti ad eccezione del ramo SW del transetto B (B6-B8). Per l'argilla non si è delineato un pattern evidente tra l'estate 2010 e l'inverno 2011. Le suddette variazioni non sono supportate da variazioni analoghe nei controlli in cui, al contrario, non appaiono identificabili trend temporali definiti.

I valori osservati nelle stazioni intorno alla piattaforma Annamaria B (stazioni AM SE, AM NE, AM SW e AM NW) sono rimasti piuttosto costanti in tutte i monitoraggi. Le variazioni maggiori sono state osservate nei due survey condotti dopo la fine dei lavori di installazione. Infatti in tutta l'area che circonda la piattaforma la percentuale di sabbia si è ridotta dall'estate 2010 all'inverno 2011, mentre le percentuali di silt e di argilla hanno mostrato una tendenza all'aumento o si sono mantenute pressoché costanti. Come già osservato per le stazioni campionate lungo i due transetti, le variazioni nell'area limitrofa alla piattaforma non sono associate a variazioni analoghe nei valori tessiturali dei controlli.

Tab. 3-I - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati durante il pre-survey (PS; autunno 2008), nelle tre campagne condotte durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). I siti in corrispondenza della piattaforma sono evidenziati in rosso. Nel I DL non era stato possibile campionare la stazione B3.

	PS			I DL			II DL			III DL			I PL			II PL		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla
A1													79,70	12,28	8,02	78,09	13,80	8,11
A2													79,11	13,16	7,73	78,55	12,84	8,61
A3	80,08	11,59	8,33	80,16	11,77	8,07	79,35	10,45	10,20	80,05	11,29	8,65	79,92	13,08	6,99	79,47	12,57	7,96
A4													81,41	12,11	6,47	80,67	11,60	7,72
AM NW	80,37	12,45	7,18	79,54	12,37	8,09	78,92	11,58	9,50	80,99	11,66	7,35	83,73	10,60	5,67	79,33	12,97	7,70
AM SE	79,88	12,17	7,95	80,64	12,28	7,08	78,91	11,59	9,50	79,90	12,17	7,94	77,24	14,51	8,25	75,66	15,52	8,83
A5													80,04	13,74	6,23	80,85	11,56	7,59
A6	80,06	11,18	8,76	80,30	11,69	8,02	80,84	9,85	9,31	79,72	11,48	8,79	80,67	13,30	6,03	79,94	11,37	8,69
A7													77,38	13,69	8,94	81,15	11,74	7,11
A8													76,49	14,99	8,52	80,63	10,88	8,49
B1													79,46	11,61	8,93	81,35	10,10	8,55
B2													78,96	12,33	8,71	81,75	10,70	7,55
B3	81,97	10,54	7,49	non campionata			82,22	9,58	8,20	82,80	9,74	7,46	78,65	12,92	8,44	81,34	10,83	7,84
B4													80,25	12,59	7,16	82,18	10,11	7,71
AM NE	80,07	12,52	7,41	80,76	11,63	7,61	78,81	11,19	10,00	79,81	12,38	7,81	78,08	14,57	7,37	77,52	14,97	7,51
AM SW	80,04	11,61	8,34	79,42	11,98	8,61	80,00	11,57	8,43	80,03	12,36	7,61	82,05	11,44	6,51	79,23	12,80	7,97
B5													80,83	11,24	7,94	82,20	10,11	7,68
B6	79,64	12,79	7,57	80,06	12,52	7,42	78,20	11,35	10,45	80,85	11,85	7,30	80,56	11,39	8,04	79,98	12,19	7,83
B7													81,53	11,49	6,98	81,04	11,54	7,41
B8													78,98	12,72	8,31	80,54	11,85	7,61
K1	79,85	12,19	7,96	80,01	12,31	7,68	80,64	10,36	9,00	81,94	9,16	8,90	83,88	10,28	5,84	81,07	12,64	6,29
K2	80,08	13,04	6,89	80,49	12,41	7,10	81,05	9,95	9,00	81,98	9,14	8,88	80,77	11,07	8,15	81,16	11,32	7,52
K3	80,48	11,81	7,71	79,30	12,29	8,42	76,16	12,29	11,55	78,60	11,38	10,02	79,05	12,67	8,28	80,05	11,80	8,14
K4	81,20	11,15	7,64	80,29	11,92	7,79	77,89	11,82	10,29	80,05	11,29	8,65	82,30	10,71	6,99	81,55	11,24	7,22

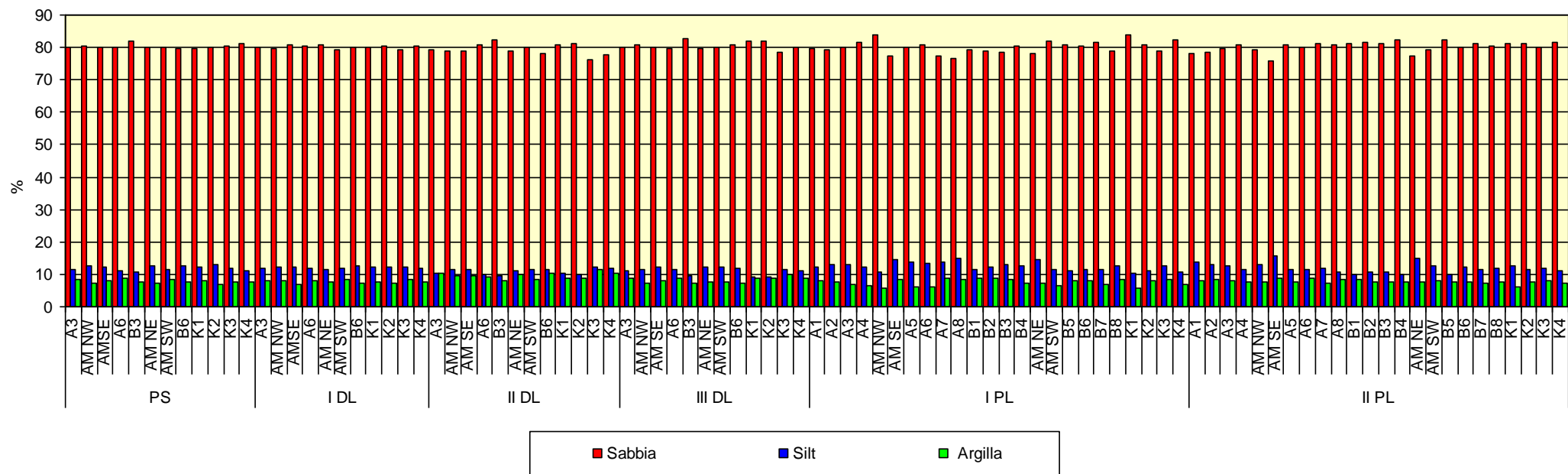


Fig. 3.37 - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati durante il pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). Nel I DL non era stato possibile campionare la stazione B3.

3.2.2. IPA

Come già evidenziato dai dati raccolti nei monitoraggi precedenti, anche quelli relativi all'inverno 2011 hanno sottolineato comportamenti molto diversi tra i vari composti appartenenti agli Idrocarburi Policiclici Aromatici. Alcuni, infatti, nell'ultimo survey sono risultati completamente assenti o scarsamente presenti (es.: Acenaftene, Acenaftilene, Antracene, Dibenzo(a,h)antracene, Dibenzo(a,c)pirene, Dibenzo(a,h)pirene), mentre altri (es.: Benzo(b)fluorantene, Crisene, Fenantrene, Fluorantene) sono apparsi diffusi (Tab. 3-II), sebbene tutti i contaminanti siano stati assenti almeno in un sito.

In tutti i casi, si tratta comunque di concentrazioni modeste al di sotto degli LCB indicati dal Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (ICRAM-APAT, 2007). Da rilevare la completa assenza di IPA nella stazione B4.

Relativamente agli IPA totali, rispetto all'estate 2010 in molte stazioni (es.: i quattro siti AM, A4, A6, A8, B3, B6, i controlli) le concentrazioni si sono notevolmente ridotte (fig. 3.38). Laddove vi sia stato un incremento nell'ultimo campionamento, a volte anche del 100% (A1, A2, A5), i tenori raggiunti sono risultati comunque notevolmente bassi ($0,01-0,02 \text{ mg kg}^{-1}$) e fortemente al di sotto dell'LCB ($0,9 \text{ mg kg}^{-1}$). Nell'intero periodo esaminato gli IPA totali hanno quindi conservato tenori modesti e solo in poche stazioni sono state osservate oscillazioni degne di nota. In particolare, solo nell'estate 2010 era stata rilevata una concentrazione totale superiore rispetto al pre-survey in corrispondenza di AM NW, risultata comunque simile a quella registrata nel pre-survey in AM SW. Altre differenze rispetto al pre-survey hanno riguardato i controlli, in particolare K2 nel III survey condotto durante i lavori di installazione, pertanto non direttamente imputabili alla piattaforma.

Complessivamente, pertanto, si ritiene che i tenori osservati sinora non indichino uno stato di alterazione dell'area.

Tab. 3-II - Concentrazione (mg kg⁻¹ s.s) degli Idrocarburi Policiclici Aromatici totali nei sedimenti prelevati durante il pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). Le stazioni di campionamento poste in corrispondenza della piattaforma Annamaria B sono evidenziate in rosso. Nel primo monitoraggio DL non è stato possibile campionare la stazione B3. Le celle vuote indicano l'assenza del composto. Ove disponibili sono anche riportati gli LCB ((mg kg⁻¹ s.s) indicati da ICRAM-APAT (2007).

	LCB	A1		A2		A3				A4		AM NW								
		I PL	II PL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	
Acenaftene	0,007																			
Acenaftilene																				
Antracene	0,047																			
Benzo (a) antracene	0,075		0,001				0,001							0,001	0,001				0,008	
Benzo (a) pirene	0,080		0,001																0,007	
Benzo (b) fluorantene		0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,003	0,003	0,002	0,002	0,011	0,001	
Benzo (g, h,i) perilene		0,001	0,002		0,002	0,002	0,002		0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002		0,002	0,005		
Benzo (k) fluorantene			0,001		0,001	0,001		0,001			0,001	0,001				0,001		0,005		
Crisene	0,108	0,003	0,003		0,001	0,001	0,001	0,002			0,001	0,001		0,002	0,001	0,002	0,001	0,009		
Fenantrene	0,087	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,008		
Fluorantene	0,113	0,001	0,004	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002		0,003	0,002	0,002	0,002	0,026	0,001	
Fluorene	0,021			0,001		0,002				0,002		0,002								
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene		0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003		0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,003		0,002	0,005		
Naftalene	0,035	0,001	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002			0,003	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002		0,001			
Pirene	0,153	0,003	0,003		0,002	0,001	0,001	0,001		0,001	0,001	0,001		0,002	0,001	0,001	0,002	0,018		
Dibenzo (a, h) antracene	0,006																			
Dibenzo (a,e) pirene																				
Dibenzo (a,h) pirene																			0,002	
TOTALE	0,900	0,0130	0,0258	0,0090	0,0176	0,0180	0,0160	0,0100	0,0070	0,0150	0,0159	0,0180	0,0081	0,0210	0,0160	0,0090	0,0140	0,1040	0,0025	

Tab. 3-II - Continuo.

	LCB	AM SE						A5		A6						A7		A8	
		PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	I PL	II PL	I PL	II PL
Acenaftene	0,007																		
Acenaftilene																			
Antracene	0,047			0,002															
Benzo (a) antracene	0,075	0,002		0,001															
Benzo (a) pirene	0,080	0,001	0,001	0,001						0,002		0,001							
Benzo (b) fluorantene		0,001								0,001				0,001					
Benzo (g, h,i) perilene		0,005	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002		0,003	0,004	0,003	0,004	0,002	0,003		0,003	0,002	0,003	0,002
Benzo (k) fluorantene		0,003	0,002						0,002	0,002	0,002		0,001	0,002		0,002	0,001	0,001	
Crisene	0,108	0,001							0,002	0,001		0,002		0,001		0,001	0,001	0,001	
Fenantrene	0,087	0,002	0,001		0,001	0,001			0,002	0,002	0,001	0,004		0,002		0,001	0,001	0,001	
Fluorantene	0,113	0,002	0,002		0,001	0,002	0,001	0,004	0,002	0,003	0,001	0,003		0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,001
Fluorene	0,021	0,003	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,004	0,002	0,008	0,001	0,002		0,003	0,002	0,002	0,001
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene				0,001	0,002			0,002					0,002						
Naftalene	0,035	0,004	0,003				0,001		0,002	0,003	0,003	0,001	0,002	0,002		0,002	0,001	0,002	0,001
Pirene	0,153	0,002	0,002			0,001		0,003	0,004	0,002	0,002			0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002
Dibenzo (a, h) antracene	0,006	0,002	0,002		0,001	0,001	0,001		0,002	0,003	0,001	0,005		0,001		0,002	0,002	0,002	
Dibenzo (a,e) pirene																			
Dibenzo (a,h) pirene																			
TOTALE	0,900	0,0280	0,0180	0,0070	0,0070	0,0080	0,0063	0,0100	0,0204	0,0270	0,0150	0,0280	0,0080	0,0180	0,0036	0,0190	0,0155	0,0160	0,0075

Tab. 3-II - Continuo.

	LCB	B1		B2		B3						B4		AM NE							
		I PL	II PL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL		
Acenaftene	0,007						Stazione non campionata														
Acenaftilene																					0,002
Antracene	0,047														0,002		0,001				
Benzo (a) antracene	0,075		0,002	0,001		0,001			0,001	0,004					0,001	0,001	0,001				
Benzo (a) pirene	0,080								0,001	0,003					0,001						
Benzo (b) fluorantene		0,002	0,003		0,001	0,004			0,002	0,002	0,005	0,002			0,005	0,003	0,001	0,001	0,002		
Benzo (g, h,i) perilene		0,001	0,001			0,002				0,001	0,003				0,003	0,002			0,001		
Benzo (k) fluorantene			0,001						0,001			0,001			0,001						
Crisene	0,108		0,002	0,002		0,002			0,001	0,001	0,008	0,001	0,002		0,002	0,001		0,001	0,001		
Fenantrene	0,087	0,003	0,002	0,002	0,001	0,003			0,001	0,001	0,005	0,002	0,002		0,002	0,002		0,001	0,002	0,001	
Fluorantene	0,113	0,002	0,004	0,002	0,001	0,003			0,002	0,002	0,004	0,002	0,002		0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Fluorene	0,021									0,003							0,001	0,002	0,001		
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene		0,001	0,002	0,001	0,001	0,003				0,002	0,003	0,001	0,002		0,004	0,003			0,001		
Naftalene	0,035	0,001	0,002		0,002	0,001						0,002	0,002		0,002	0,002			0,002	0,001	0,001
Pirene	0,153	0,001	0,004	0,003		0,002			0,001	0,001	0,005	0,001	0,001		0,002	0,002		0,001	0,001	0,001	0,001
Dibenzo (a, h) antracene	0,006																				
Dibenzo (a,e) pirene																					
Dibenzo (a,h) pirene																					
TOTALE	0,900	0,011	0,0222	0,011	0,0062	0,021			0,008	0,015	0,040	0,0121	0,011		0,028	0,018	0,007	0,007	0,012	0,004	

Tab. 3-II - Continuo.

	LCB	AM SW						B5		B6						B7		B8	
		PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	I PL	II PL	I PL	II PL
Acenaftene	0,007																		
Acenaftilene				0,001															
Antracene	0,047			0,002						0,002									
Benzo (a) antracene	0,075	0,009	0,001	0,001						0,001	0,004		0,003				0,001		
Benzo (a) pirene	0,080	0,007								0,001	0,003								
Benzo (b) fluorantene		0,011	0,004	0,001	0,001	0,002		0,001	0,003	0,007	0,003	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Benzo (g, h,i) perilene		0,008	0,003						0,002	0,005		0,001	0,001			0,001	0,001		
Benzo (k) fluorantene		0,004						0,001		0,002	0,001					0,001			
Crisene	0,108	0,009	0,001		0,001		0,001	0,001	0,002	0,006	0,001	0,006	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001
Fenantrene	0,087	0,007	0,002		0,005	0,002		0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,007	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001
Fluorantene	0,113	0,014	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,007	0,002	0,002	0,002	0,002		0,003	0,001	0,001	
Fluorene	0,021			0,001									0,003						
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene		0,008	0,004						0,002	0,006	0,001	0,002	0,002		0,001	0,002	0,001	0,001	
Naftalene	0,035	0,002	0,002			0,002	0,001	0,001	0,002	0,002			0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001
Pirene	0,153	0,012	0,001		0,002	0,001		0,001	0,001	0,002	0,005	0,001	0,004	0,002	0,002		0,002	0,002	
Dibenzo (a, h) antracene	0,006																		
Dibenzo (a,e) pirene		0,003																	
Dibenzo (a,h) pirene																			
TOTALE	0,900	0,0940	0,0200	0,0080	0,0110	0,0080	0,0031	0,0070	0,0075	0,0220	0,0510	0,0110	0,0310	0,0180	0,0081	0,0060	0,0168	0,0130	0,0074

Tab. 3-II - Continuo.

	LCB	K1						K2						K3					
		PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
Acenaftene	0,007																		
Acenaftilene																			
Antracene	0,047										0,003								
Benzo (a) antracene	0,075	0,005			0,001	0,004		0,001			0,010			0,001					
Benzo (a) pirene	0,080	0,005				0,003					0,007								
Benzo (b) fluorantene		0,010	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002	0,002	0,010	0,002	0,002	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
Benzo (g, h,i) perilene		0,006	0,001		0,002	0,002	0,001	0,003	0,001		0,005	0,001		0,002	0,002		0,001	0,001	
Benzo (k) fluorantene		0,003		0,002		0,001	0,001			0,001	0,004					0,002			0,001
Crisene	0,108	0,005	0,001	0,001	0,002	0,012	0,001	0,002		0,001	0,010	0,001		0,002	0,001	0,001		0,002	0,001
Fenantrene	0,087	0,005	0,001	0,001	0,001	0,005	0,002	0,002	0,001	0,001	0,007	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002		0,002	0,001
Fluorantene	0,113	0,010	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,003	0,001	0,002	0,016	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002		0,002	0,002
Fluorene	0,021				0,002						0,004						0,002		
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene		0,006	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002		0,006	0,002	0,001	0,003	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001
Naftalene	0,035	0,002	0,002			0,002		0,002	0,001		0,001	0,002	0,001	0,002	0,002			0,003	
Pirene	0,153	0,009	0,001	0,001	0,002	0,018	0,001	0,002	0,001	0,001	0,011	0,001		0,002	0,001	0,002		0,002	0,001
Dibenzo (a, h) antracene	0,006										0,002								
Dibenzo (a,e) pirene		0,001																	
Dibenzo (a,h) pirene																			
TOTALE	0,900	0,0670	0,0140	0,0100	0,0160	0,0570	0,0119	0,0220	0,0090	0,0080	0,0960	0,0130	0,0066	0,0210	0,0150	0,0130	0,0070	0,0160	0,0103

Tab. 3-II - Continuo.

	LCB	K4					
		PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
Acenaftene	0,007						
Acenaftilene							
Antracene	0,047	0,002					
Benzo (a) antracene	0,075	0,001				0,002	
Benzo (a) pirene	0,080	0,001				0,001	
Benzo (b) fluorantene		0,004	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001
Benzo (g, h,i) perilene		0,002	0,001		0,001	0,002	
Benzo (k) fluorantene				0,001		0,001	
Crisene	0,108	0,002		0,001		0,003	
Fenantrene	0,087	0,002	0,001	0,001	0,001	0,005	
Fluorantene	0,113	0,003	0,001	0,002	0,001	0,005	
Fluorene	0,021					0,001	
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene		0,003	0,002	0,001	0,001	0,002	
Naftalene	0,035	0,002	0,001			0,005	
Pirene	0,153	0,002	0,001	0,001		0,004	
Dibenzo (a, h) antracene	0,006						
Dibenzo (a,e) pirene							
Dibenzo (a,h) pirene							
TOTALE	0,900	0,0240	0,0090	0,0090	0,0060	0,0350	0,0010

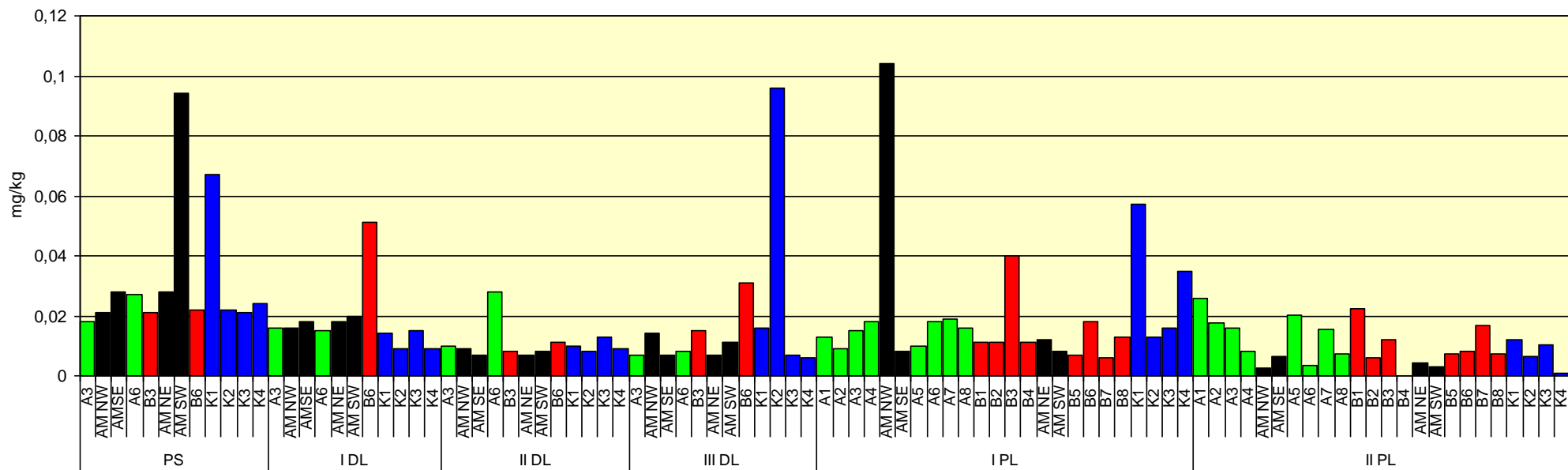


Fig. 3.38 - Concentrazione (mg kg^{-1} s.s.) degli Idrocarburi Policiclici Aromatici totali nei sedimenti prelevati durante il pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In nero sono indicate le stazioni situate in corrispondenza di Annamaria B. Nel I DL non è stato possibile campionare la stazione B3.

3.2.3. METALLI PESANTI

Alluminio – Nell'inverno 2011 le concentrazioni di alluminio determinate nei sedimenti lungo i transetti inclusi i siti immediatamente adiacenti alla struttura sono risultate modeste ovunque e sono oscillate in un intervallo ristretto compreso tra 0,331% (B5) e 0,666% (A1). Tutti i valori sono apparsi del tutto confrontabili con quelli dei riferimenti, come evidenziato anche dalle concentrazioni medie (\pm d.s.) (A: $0,546 \pm 0,069\%$; B: $0,431 \pm 0,091\%$; AM: $0,506 \pm 0,094\%$; K: $0,559 \pm 0,052\%$).

Nell'arco dell'intero periodo di indagine i tenori di alluminio sono sempre stati modesti con oscillazioni riconducibili alla variabilità naturale. L'unica anomalia positiva era stata osservata nell'estate 2010 (I survey dopo i lavori) nella stazione AM SE, ossia nelle immediate vicinanze della struttura, dove l'alluminio aveva esibito una concentrazione tripla rispetto alla media dei controlli (AM SE: 2,372%, media K: $0,723 \pm 0,050\%$). Quest'unica anomalia, peraltro modesta in valore assoluto, non permette di ipotizzare un'influenza da parte della piattaforma sulla dinamica dell'alluminio (Tab. 3-III; fig. 3.39).

Arsenico – Nell'inverno 2011 le concentrazioni di arsenico determinate nei sedimenti lungo i transetti sono risultate basse ovunque (Tab. 3-III; fig. 3.39). Da rilevare, sia lungo A che lungo B, che i valori più elevati sono stati osservati nei siti a ridosso di Annamaria B e in quelli a 250 m verso Sud (A8 e B8); comunque, anche in questo caso le concentrazioni sono apparse simili o inferiori a quelle dei controlli e, in termini di medie, non sono state registrate differenze tra transetti (A: $3,606 \pm 0,719$; B: $3,603 \pm 0,583$ mg kg⁻¹), siti della piattaforma ($4,513 \pm 0,063$ mg kg⁻¹) e controlli ($5,744 \pm 1,518$ mg kg⁻¹).

Nell'intero periodo di indagine le concentrazioni dell'arsenico hanno mostrato, nella maggior parte dei siti, modeste variazioni con valori simili tra siti A, B e K. Tuttavia, non sono mancati segnali di alterazione. Nel secondo survey condotto durante i lavori di installazione (estate 2009) l'arsenico aveva esibito un leggero, diffuso incremento che, comunque, avendo interessato anche i riferimenti, non era stato attribuito alle attività in corso. Nell'inverno successivo (2010) era stato però registrato un picco in corrispondenza di AM SE, dove la concentrazione di arsenico era risultata quasi 6 volte quella registrata nel pre-survey. Anche in K4 questo

metallo era aumentato rispetto al pre-survey, ma più modestamente. Nel survey seguente (estate 2010) si era registrato un decremento in AM SE, che restava comunque la seconda stazione più contaminata, e un incremento in altri siti tra cui in particolare A5. Sia in quest'ultima stazione che in AM SE, i tenori erano più elevati rispetto a quelli registrati nei siti di controllo. Queste anomalie erano state interpretate come un possibile inizio di un processo di accumulo di questo metallo nei sedimenti, ma i dati dell'ultimo survey (inverno 2011) non hanno confermato questa ipotesi.

Bario – Le concentrazioni di bario osservate nell'ultimo survey (inverno 2011) sono risultate variabili lungo i transetti ed eterogenee rispetto ai controlli (Tab. 3-III; fig. 3.39). Infatti le stazioni a Nord di entrambi i transetti sono apparse comparabili con i siti di riferimento, mentre quelle prossime alla piattaforma e a Sud di essa hanno mostrato valori notevolmente superiori (da 2 a 13 volte la media dei controlli). In particolare, è stata anche evidenziata una tendenza all'aumento di questo metallo lungo i rami Sud dei transetti al diminuire della distanza dalla struttura, con l'eccezione di A5. Il valore più elevato è stato osservato in AM SE ($894,07 \text{ mg kg}^{-1}$) dove il bario ha raggiunto una concentrazione pari a quasi 30 volte la media dei riferimenti ($32,7 \pm 9,6 \text{ mg kg}^{-1}$).

Il confronto dei valori medi (A: $142,16 \pm 140,13$; B: $91,21 \pm 76,25$; AM: $363,56 \pm 355,92$; K: $32,79 \pm 9,66 \text{ mg kg}^{-1}$) conferma un'elevatissima variabilità lungo i transetti, ma sottolinea anche il maggior impatto nell'area circostante la piattaforma. Questi risultati suggeriscono che la piattaforma influenza la distribuzione di bario, confermando i dati emersi nei survey precedenti. Infatti, i primi segni di alterazione erano stati osservati nell'estate 2009 (II campionamento DL), ossia durante le operazioni di installazione della struttura, ed erano stati confermati nei survey successivi. In particolare, nell'estate 2010 era stato registrato un picco in AM SE ($3373,6 \text{ mg kg}^{-1}$) pari a oltre 70 volte la media dei riferimenti. A tale anomalia si affiancavano quella rilevata in A7, dove il tenore di bario era circa 20 volte quello dei controlli, e quelle meno eclatanti, ma comunque degne di nota, osservate in B6, A8, B7, AM NE e AM SW. I dati dell'ultimo survey indicano che è tuttora in corso un processo di contaminazione da parte del bario, sebbene in nessun caso sia stato osservato un tenore così elevato come quello registrato in AM SE nell'estate 2010 e

che tale impatto interessa soprattutto la zona immediatamente circostante la piattaforma e l'area a Sud di essa.

Cromo – Le concentrazioni di cromo rilevate nei sedimenti campionati lungo i transetti nell'inverno 2011 sono risultate comprese tra 15,94 mg kg⁻¹ (B5) e 32,67 mg kg⁻¹, massimo osservato in A5, ossia 30 m a SE dalla struttura, corrispondente a 1,5 volte rispetto alla media dei riferimenti (Tab. 3-III e fig. 3.39). I valori medi dei due transetti (A: 24,20±4,23; B: 19,23±3,05 mg kg⁻¹) e quello dei siti della piattaforma (21,21±3,71 mg kg⁻¹) sono apparsi del tutto confrontabili con la media dei controlli (21,61±1,55 mg kg⁻¹). Come già detto, il valore più elevato è stato osservato in A5, ossia 30 m a SE dalla struttura, dove è stato raggiunto un picco pari a 1,5 volte rispetto alla media dei riferimenti.

Rispetto al survey precedente questo metallo ha subito variazioni modeste, per lo più consistenti in riduzioni. Anche dal pre-survey (inverno 2008) alla seconda campagna effettuata durante i lavori di installazione (estate 2009) le variazioni erano apparse modeste. L'inverno 2010, invece, era stato caratterizzato da un generale incremento, piuttosto accentuato in AM SE, che si è protratto nell'estate successiva. In quella stagione era stato rilevato un contenuto di Cr degno di nota anche in A5. Tali concentrazioni erano state interpretate come un effetto della presenza di Annamaria B e delle attività ad essa connesse.

Le riduzioni registrate nell'ultimo monitoraggio sembrano indicare che il processo di accumulo di questo metallo nei sedimenti potrebbe essersi arrestato o, comunque, che sia in via di riduzione.

Rame – Se si escludono i siti A5 e A7, in cui le concentrazioni di rame sono risultate pari a 5 (A7) e 3 volte (A5) la media dei riferimenti (3,34±0,38 mg kg⁻¹), il contenuto di rame rilevato nei sedimenti campionati lungo i transetti nell'inverno 2011 è apparso omogeneo e del tutto confrontabile con quello dei controlli, come confermato dalle medie (A: 6,15±5,31; B: 3,22±0,81; AM: 4,14±0,13 mg kg⁻¹).

Per il periodo di indagine il rame è apparso in quantità modeste e piuttosto costanti nel tempo, sebbene non siano mancate le eccezioni (Tab. 3-III e fig. 3.39). Un primo modesto incremento era stato osservato nel primo survey effettuato durante i lavori di installazione (inverno 2009) a carico della stazione AM NE, fatto rimasto tuttavia isolato. Più importante è stato il comportamento della stazione AM SE dove, a partire

dal secondo survey durante lavori (estate 2009), il rame ha esibito un incremento importante proseguito anche nell'inverno 2010. Nel primo monitoraggio condotto dopo i lavori di installazione questo metallo ha continuato ad essere presente in AM SE in quantità importante, sebbene inferiore rispetto alla precedente, e si è ridotto ulteriormente nell'ultimo survey, quando ha raggiunto un tenore del tutto paragonabile alla maggior parte delle altre stazioni inclusi i controlli. Nell'estate 2010 erano state rilevate delle anomalie positive consistenti anche a 30 e 60 m a SE dalla piattaforma (A5 e A6). In A5 il contenuto di Cu è andato ulteriormente incrementando nell'ultimo survey, fatto che potrebbe indicare una diffusione di rame in direzione SE. Tuttavia, lungo la restante parte del transetto A solo in A7, come già detto, si è registrato un valore maggiore rispetto ai controlli e, pertanto, è opportuno attendere i risultati dei prossimi monitoraggi per capire se l'anomalia rappresenta un caso isolato o se, al contrario, costituisce il segnale di un processo di accumulo di rame nei sedimenti.

Cadmio – Le concentrazioni di cadmio determinate nei sedimenti campionati nell'ultimo survey (inverno 2011) sono apparse molto modeste ovunque (Tab. 3-III; fig. 3.39) e mediamente comparabili tra transetti (A: $0,024 \pm 0,004$; B: $0,018 \pm 0,002$ mg kg⁻¹), siti AM ($0,020 \pm 0,003$ mg kg⁻¹) e controlli ($0,016 \pm 0,003$ mg kg⁻¹). Lungo A il minimo è stato registrato in AM SE; verso NW si è verificato un incremento verso i siti più lontani mentre verso SE, dopo un aumento in A5, il trend è apparso decrescente sino ad A8. Lungo B, invece, la concentrazione maggiore è stata osservata in AM NE a cui è seguito un graduale decremento verso SW. Comunque, come già detto, tutti i valori rinvenuti sono da ritenere molto bassi. Inoltre, analogamente a quanto rilevato nei survey precedenti, le concentrazioni esibite sono risultate nettamente inferiori a quelle registrate nella fase di pre-survey, ad indicare l'assenza di contaminazione.

Nell'intero periodo di indagine l'unico incremento degno di nota era stato osservato nell'inverno 2010 (III DL) a carico della stazione AM SE, ma anche in questo caso il tenore era troppo modesto per indicare uno stato di contaminazione dell'area.

I dati suggeriscono, pertanto, che la presenza della piattaforma non ha effetti sul comportamento del cadmio.

Mercurio – Nell’inverno 2011 il mercurio è risultato presente in concentrazioni molto modeste in tutti i siti campionati, essendo molto vicino o inferiore al limite di quantificazione ($0,01 \text{ mg kg}^{-1}$) dello strumento e con valori comparabili tra transetti e controlli (Tab. 3-III; fig. 3.39). Durante tutto il periodo di monitoraggio il mercurio ha sempre esibito tenori bassi e confrontabili con quelli del pre-survey. L’unico segnale di alterazione era stato osservato nell’estate 2010 (I survey PL) in corrispondenza della stazione AM SE, dove era stato registrato un picco pari a $0,2005 \text{ mg kg}^{-1}$.

Complessivamente, pertanto, il mercurio non è risultato apprezzabilmente influenzato dalla presenza di Annamaria B.

Nichel – Le concentrazioni di nichel esibite lungo i transetti nell’inverno 2011 sono apparse modeste e del tutto confrontabili con quelli dei controlli (Tab. 3-III; fig. 3.39), come confermato dai valori medi (A: $10,82 \pm 1,47$; B: $9,41 \pm 1,86$; AM: $8,80 \pm 1,61$; K: $9,91 \pm 1,68 \text{ mg kg}^{-1}$). Per tutta la durata dell’indagine questo metallo ha esibito sempre concentrazioni basse e inferiori o del tutto paragonabili a quelle evidenziate nel pre-survey. Solo nella stazione AM SE era stato registrato un graduale incremento tra il II survey DL (estate 2009) e il I survey post lavori (estate 2010), quando anche A5 aveva esibito un picco. Tale fenomeno, che era stato valutato come un effetto della piattaforma, non è stato confermato dai dati dell’ultimo campionamento e, pertanto, rimane spazialmente e temporalmente limitato.

Tab. 3-III - Concentrazione (mg kg⁻¹ di sostanza secca; AL espresso in %) dei metalli in tracce nei sedimenti prelevati durante il pre-survey ((PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso i siti corrispondenti ad Annamaria B. Nel primo survey DL non è stato possibile campionare la stazione B3. LOQ = concentrazione del metallo al di sotto del limite di rilevabilità del metodo.

	Alluminio						Arsenico						Bario						Cromo					
	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A1					0,585	0,666					5,250	2,954					77,64	68,66					21,62	25,92
A2					0,610	0,619					3,410	2,965					55,09	49,03					23,85	25,71
A3	0,658	0,489	0,606	0,666	0,533	0,519	2,430	2,641	4,619	4,140	3,400	3,357	20,17	13,32	78,52	52,55	54,29	58,79	17,67	16,58	19,30	23,13	20,51	20,63
A4					0,734	0,456					4,400	2,980					41,55	50,73					25,98	19,56
AM NW	0,716	0,548	0,517	0,618	0,611	0,417	2,800	3,010	4,632	3,670	4,790	4,569	23,48	19,28	16,07	39,44	62,35	199,05	21,16	18,16	15,39	23,68	21,14	17,96
AM SE	0,662	0,553	0,618	0,800	2,372	0,562	2,100	2,725	5,139	12,300	7,060	4,479	21,00	16,29	129,90	132,90	3373,60	894,07	19,33	17,34	17,58	33,95	34,61	23,64
A5					1,010	0,501					11,310	4,088					37,84	125,69					32,98	32,67
A6	0,706	0,504	0,599	0,451	0,512	0,511	2,590	3,188	4,716	7,200	5,350	3,457	22,17	14,24	26,28	26,71	71,32	421,63	20,14	16,42	16,17	15,47	20,25	25,45
A7					0,494	0,527					4,750	4,073					865,31	296,68					20,22	22,59
A8					0,572	0,570					5,070	4,970					191,83	66,10					22,54	21,09
B1					0,604	0,596					3,650	3,127					40,12	28,86					22,66	24,23
B2					0,567	0,442					4,640	3,336					42,50	21,35					19,41	19,87
B3	0,737	N.C.	0,485	0,546	0,573	0,483	2,780	N.C.	4,376	4,390	4,310	3,472	24,18	N.C.	24,84	24,35	48,08	34,68	20,04	N.C.	14,50	20,76	22,03	22,20
B4					0,532	0,333					4,090	3,054					49,07	34,43					21,22	16,13
AM NE	0,796	0,526	0,585	0,716	0,697	0,608	4,040	2,813	4,790	3,950	4,560	4,441	28,73	18,71	189,95	40,59	109,27	132,93	22,74	17,19	17,10	21,80	24,23	25,12
AM SW	0,726	0,609	0,552	0,443	0,665	0,436	2,740	2,807	5,193	3,780	4,350	4,563	23,47	20,24	21,95	112,16	105,30	228,18	20,49	18,13	16,26	17,47	22,18	18,11
B5					0,546	0,331					3,350	3,623					67,26	227,85					20,25	15,94
B6	0,676	0,520	0,627	0,458	0,495	0,383	2,240	3,089	5,891	5,350	3,820	3,668	22,06	20,32	81,88	42,68	283,95	171,28	20,14	16,57	16,90	15,87	20,20	19,65
B7					0,618	0,385					4,320	3,615					120,36	102,74					23,23	16,07
B8					0,678	0,495					3,680	4,930					39,62	108,47					23,85	19,79
K1	0,585	0,609	0,554	0,827	0,802	0,580	2,430	2,605	4,988	3,920	3,820	4,481	26,93	33,21	37,16	56,91	69,08	43,36	17,28	18,70	16,01	26,28	25,68	21,66
K2	0,557	0,495	0,537	0,741	0,692	0,607	2,840	2,815	4,687	3,280	3,320	4,478	16,68	16,74	18,65	31,16	29,40	27,14	17,14	16,70	15,73	24,90	25,32	23,68
K3	0,625	0,652	0,615	0,672	0,711	0,563	3,090	3,312	6,717	5,830	5,680	6,497	24,91	21,51	19,68	33,11	33,98	38,21	18,82	19,74	16,75	22,59	25,40	21,10
K4	0,602	0,631	0,584	0,658	0,687	0,485	4,290	3,120	5,400	10,760	5,390	7,518	17,23	19,42	16,20	40,73	43,77	22,45	18,28	19,57	16,80	20,70	23,98	19,98

Tab. 3-III – Continuo.

	Rame						Cadmio						Mercurio						Nichel					
	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A1					4,19	3,65					0,032	0,031					0,0111	<LOQ					10,96	13,23
A2					3,42	3,44					0,027	0,026					<LOQ	<LOQ					12,65	12,49
A3	4,33	4,60	2,92	2,47	3,51	3,26	0,044	0,056	0,030	0,020	0,026	0,027	0,0120	0,0120	0,0110	<LOQ	0,0120	<LOQ	11,96	12,64	8,81	12,79	9,65	9,34
A4					4,41	3,00					0,032	0,023					0,0116	<LOQ					15,81	9,42
AM NW	4,43	4,67	2,57	3,16	3,95	3,97	0,050	<LOQ	0,031	0,030	0,027	0,016	0,0120	0,0130	0,0110	<LOQ	<LOQ	<LOQ	12,91	12,88	9,11	11,74	11,74	7,83
AM SE	4,45	4,67	12,43	17,44	15,68	4,17	0,045	<LOQ	0,024	0,061	0,050	0,020	0,0110	0,0120	0,0120	0,0196	0,2005	0,0159	12,14	12,98	9,81	21,98	24,77	11,07
A5					10,57	18,07					0,045	0,025					0,0137	<LOQ					23,19	9,63
A6	4,71	4,68	3,26	2,64	9,37	4,40	0,042	0,042	0,027	0,015	0,023	0,024	0,0110	0,0169	0,0129	0,0202	0,0105	0,0110	12,30	12,41	9,40	8,14	11,02	11,58
A7					4,21	9,82					0,024	0,021					0,0156	0,0107					9,92	10,25
A8					4,08	3,59					0,025	0,019					0,0114	0,0105					12,69	10,62
B1					3,66	3,39					0,025	0,021					0,0115	0,0107					12,44	12,53
B2					3,72	2,55					0,022	0,019					<LOQ	<LOQ					13,11	8,16
B3	4,51	N.C.	2,72	1,10	4,38	4,97	0,047	N.C.	0,029	0,023	0,023	0,021	0,0140	N.C.	0,0108	<LOQ	<LOQ	<LOQ	12,67	N.C.	7,76	7,23	13,24	10,97
B4					3,29	2,40					0,026	0,018					<LOQ	<LOQ					9,98	7,80
AM NE	4,83	7,09	3,67	1,89	4,25	4,12	0,050	<LOQ	0,030	0,023	0,028	0,023	0,0120	0,0120	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	13,52	12,48	8,89	7,96	11,20	8,79
AM SW	4,59	4,58	2,72	1,70	4,05	4,29	0,046	<LOQ	0,028	0,025	0,029	0,020	0,0110	0,0119	0,0115	<LOQ	<LOQ	<LOQ	12,95	12,47	9,73	9,32	10,14	7,52
B5					3,83	2,77					0,037	0,018					<LOQ	0,0102					8,99	7,03
B6	4,22	4,70	2,75	2,57	3,88	3,24	0,047	<LOQ	0,021	0,017	0,044	0,017	0,0150	0,0158	0,0116	<LOQ	<LOQ	0,0100	12,40	12,67	9,09	8,34	8,72	10,06
B7					3,21	2,93					0,038	0,016					<LOQ	<LOQ					8,05	8,40
B8					3,99	3,52					0,039	0,015					<LOQ	0,0129					13,92	10,34
K1	4,36	4,74	2,58	2,00	4,44	3,68	0,039	<LOQ	0,023	0,030	0,040	0,016	0,0130	0,0120	0,0130	<LOQ	0,0111	0,0124	12,47	12,91	8,34	11,50	13,94	11,71
K2	4,22	4,35	2,45	1,87	3,73	3,06	0,044	<LOQ	0,026	0,030	0,041	0,015	0,0120	<LOQ	0,0120	<LOQ	0,0115	0,0100	12,53	11,70	8,68	11,54	13,03	9,58
K3	4,64	4,73	5,64	1,85	4,31	3,65	0,046	<LOQ	0,025	0,020	0,036	0,014	0,0120	0,0130	0,0140	<LOQ	<LOQ	0,0121	13,02	13,01	8,78	11,17	12,00	10,59
K4	4,78	4,72	3,00	2,18	4,26	2,96	0,046	<LOQ	0,026	0,022	0,042	0,021	0,0120	0,0110	0,0134	<LOQ	0,0134	<LOQ	13,25	12,81	9,81	8,02	12,51	7,75

Tab. 3-III – Continuo.

	Piombo						Vanadio						Zinco					
	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A1					5,22	6,15					15,40	18,15					23,10	27,66
A2					4,66	5,20					14,40	17,19					23,21	26,68
A3	4,02	3,31	4,52	4,53	4,46	4,83	14,52	13,08	14,43	16,08	13,25	15,27	21,15	23,19	25,89	26,69	20,73	26,55
A4					5,83	5,52					16,90	14,25					24,29	23,88
AM NW	4,20	4,13	5,11	4,71	5,81	4,57	15,87	13,79	12,85	15,60	14,61	13,69	24,02	24,34	23,59	32,50	25,74	34,27
AM SE	4,30	3,38	4,85	11,46	173,79	9,87	15,23	14,19	14,88	23,88	25,63	16,54	23,34	24,89	22,08	71,00	65,46	32,05
A5					5,89	6,21					25,31	15,13					35,74	27,87
A6	4,46	4,02	4,56	4,08	6,52	8,14	16,07	13,59	14,08	12,83	13,79	16,12	23,24	23,24	24,15	18,48	24,40	29,17
A7					11,51	6,82					12,65	16,75					24,47	24,96
A8					6,60	5,87					15,72	18,09					24,82	23,84
B1					5,84	5,25					14,69	16,74					23,66	25,78
B2					5,74	4,73					13,62	13,43					21,18	20,05
B3	3,97	N.C.	4,26	3,89	6,02	5,58	16,18	N.C.	12,14	12,73	15,08	14,37	22,73	N.C.	18,47	21,94	26,61	22,83
B4					5,21	4,47					13,26	11,35					21,05	22,54
AM NE	4,21	3,84	4,94	4,81	6,17	4,31	17,26	13,86	13,37	16,28	16,11	15,26	24,86	23,98	23,62	23,31	26,09	45,14
AM SW	4,06	4,01	5,42	3,63	5,04	13,97	16,00	14,59	13,43	10,72	15,57	13,74	24,19	23,16	23,06	21,74	21,51	28,30
B5					5,40	9,08					13,64	12,09					21,35	26,39
B6	3,85	4,15	6,17	4,38	9,14	6,07	15,20	13,72	14,58	12,49	12,99	12,66	23,31	24,81	19,83	20,71	26,67	23,08
B7					6,16	5,96					14,23	12,35					21,84	21,22
B8					5,36	6,60					16,82	15,55					24,33	26,28
K1	3,63	3,49	3,74	5,55	5,82	6,20	14,16	14,75	13,02	18,09	17,50	16,47	22,19	27,53	23,58	23,99	25,54	26,81
K2	3,74	3,57	4,50	4,71	4,88	4,04	13,39	12,77	12,83	16,44	15,60	16,11	27,76	32,35	25,76	23,04	23,01	27,67
K3	4,01	4,10	4,67	4,44	4,97	3,69	15,35	16,09	14,72	16,80	18,85	17,60	27,39	25,74	25,61	23,75	25,41	27,83
K4	3,93	4,17	4,98	4,47	5,90	3,19	15,45	16,05	15,33	18,79	17,29	16,00	24,89	26,48	25,66	21,84	25,95	23,52

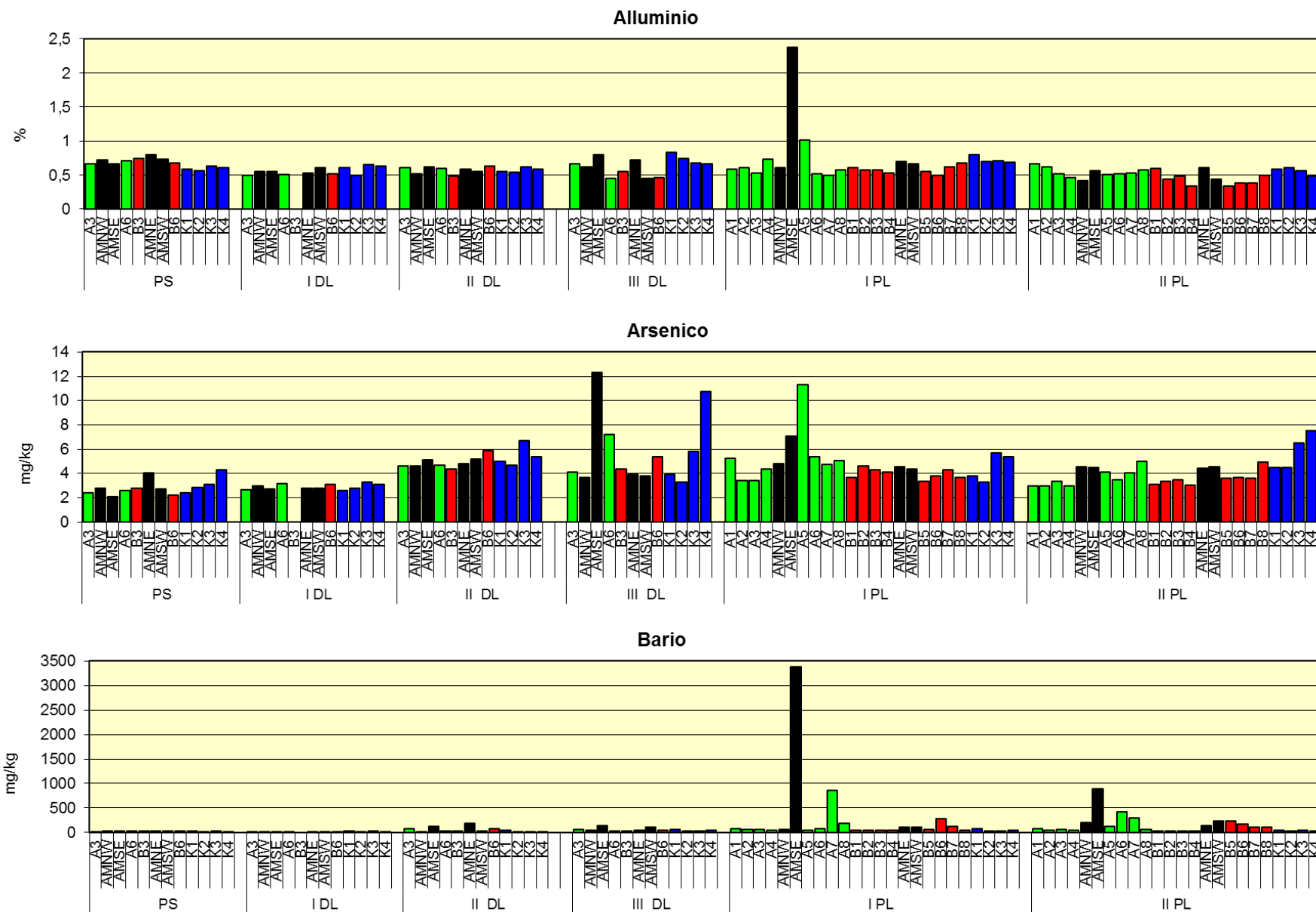


Fig. 3.39 – Concentrazioni (mg kg^{-1} , Al espresso in %) dei metalli in tracce nei sedimenti prelevati durante il pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In nero i siti corrispondenti ad Annamaria B. Nel primo survey DL non è stato possibile campionare la stazione B3.

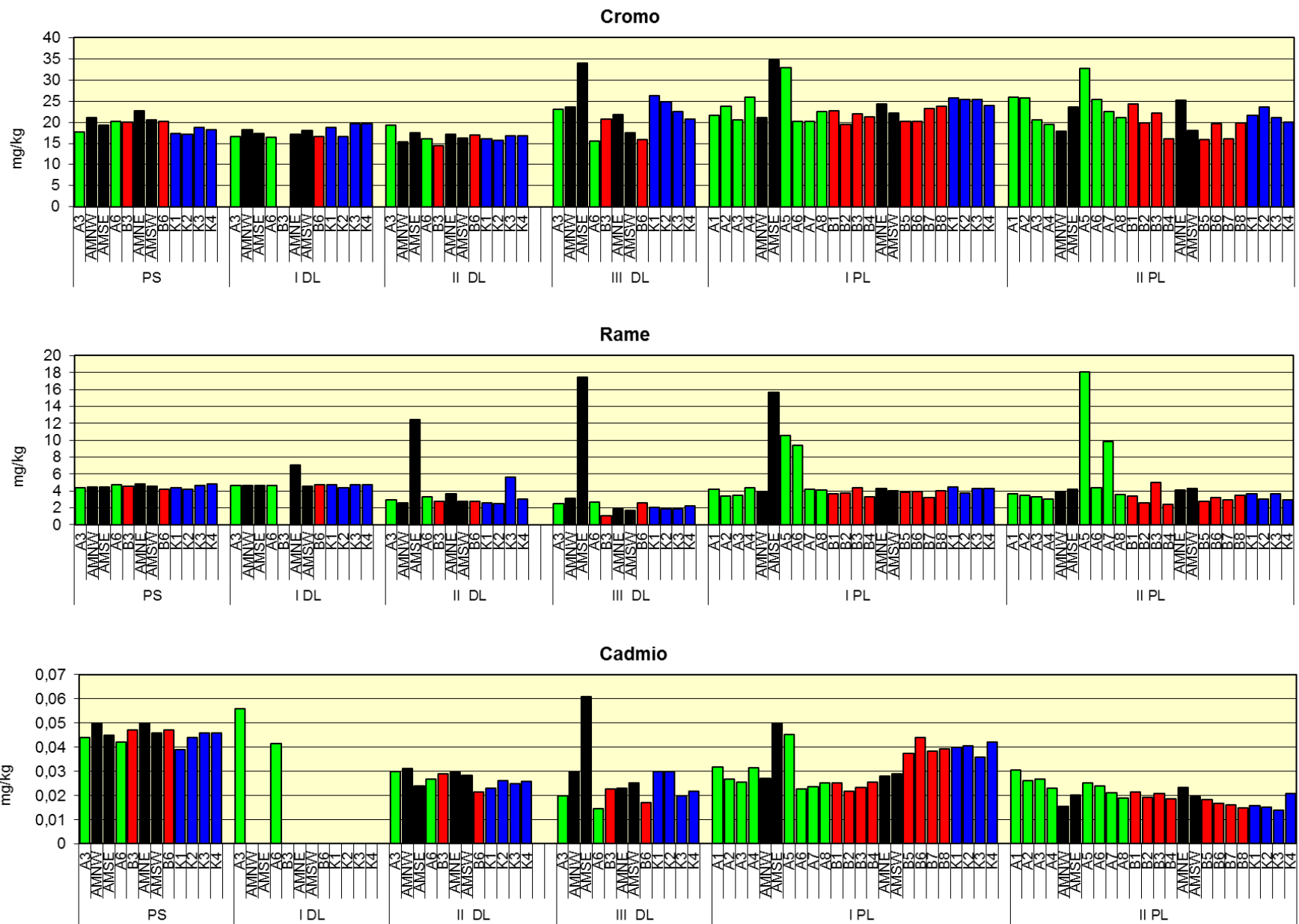


Fig. 3.39 – Continuo.

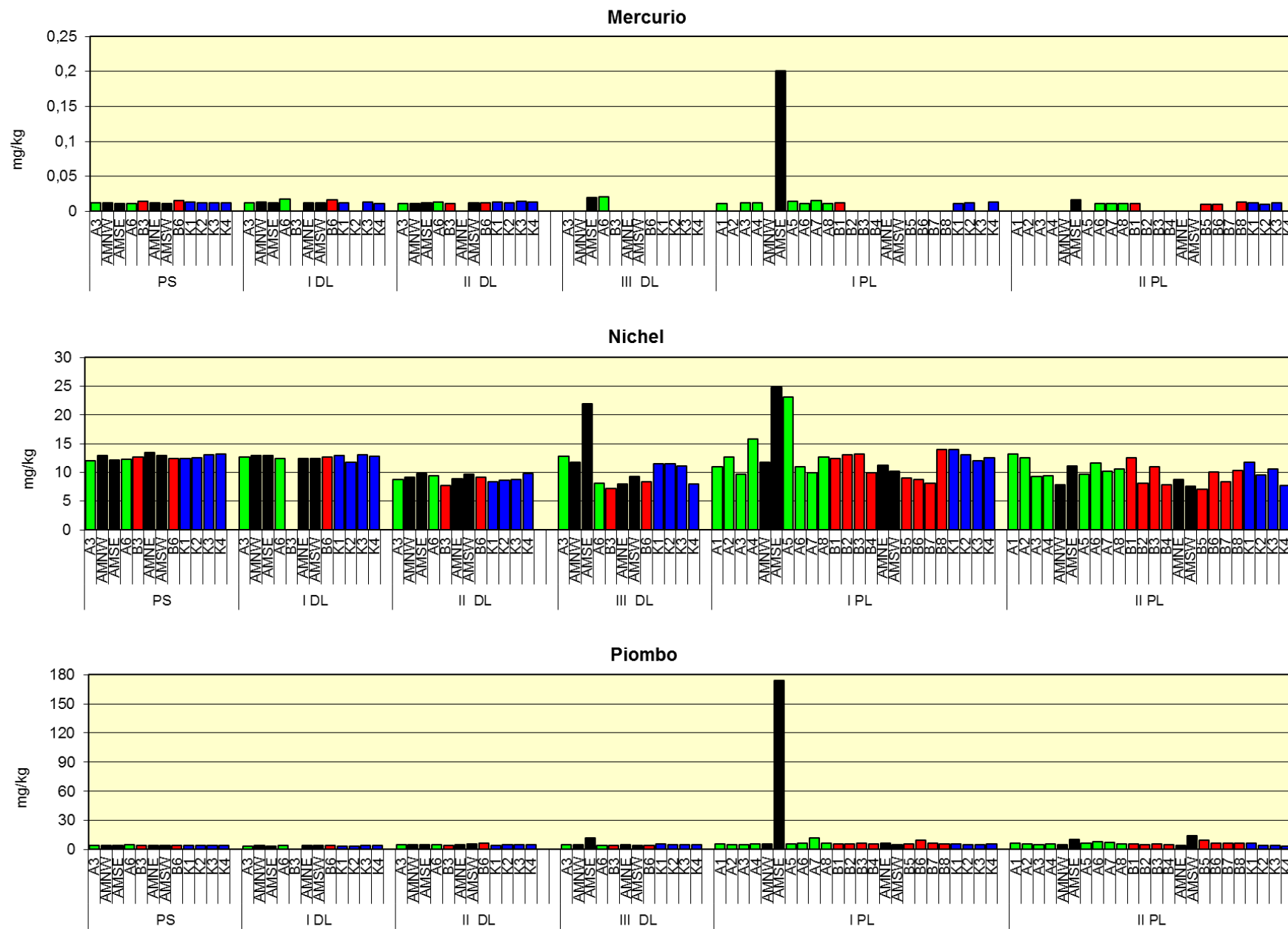


Fig. 3.39 – Continuo.

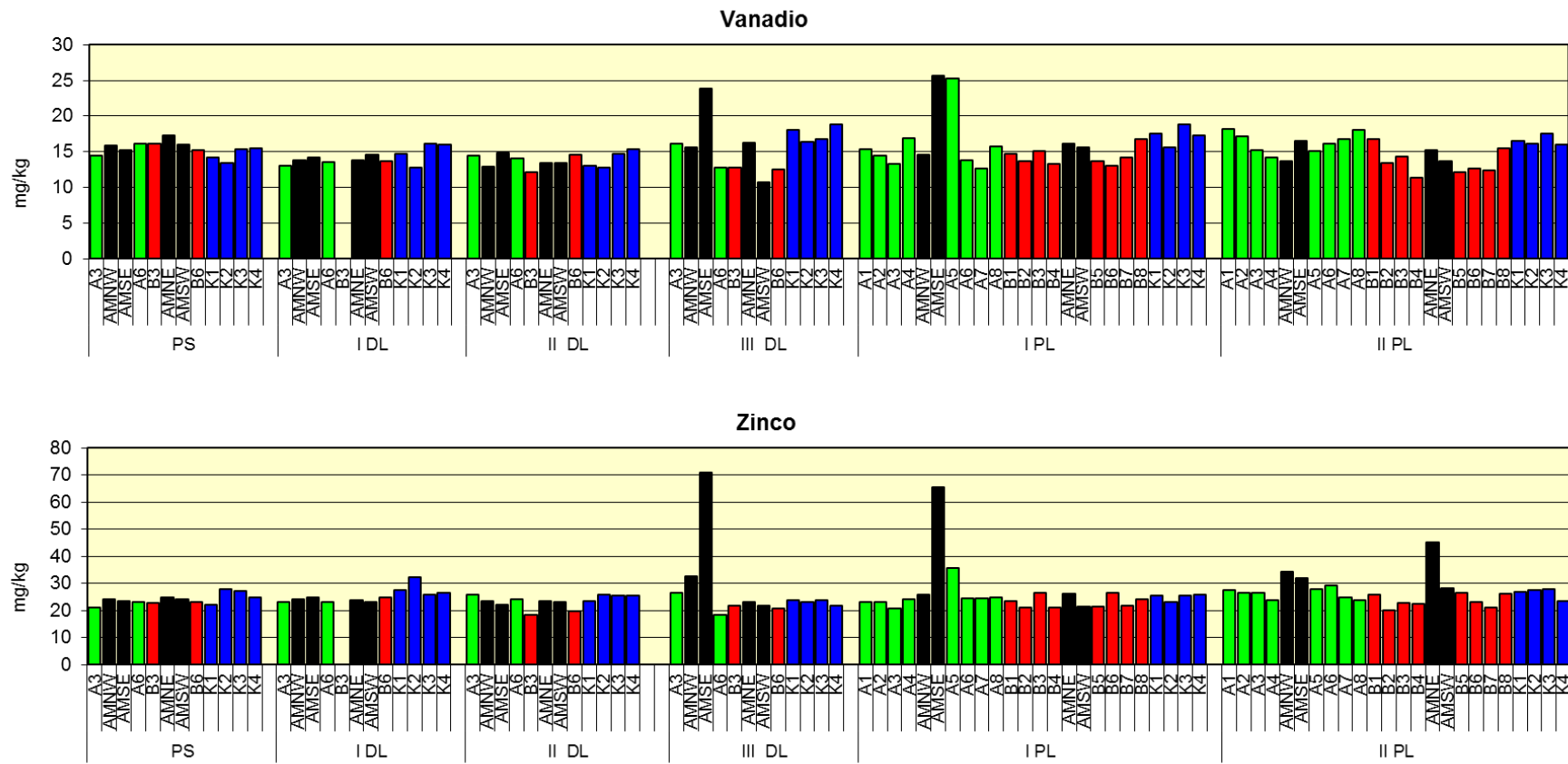


Fig. 3.39 – Continuo.

Piombo – Le concentrazioni medie di piombo relative ai due transetti e ai siti di Annamaria B nell'inverno 2011 (A: $6,09 \pm 1,04$; B: $5,97 \pm 1,44$; AM: $8,18 \pm 4,63$ mg kg⁻¹) sono risultate confrontabili con la media dei controlli ($4,28 \pm 1,33$ mg kg⁻¹) e in tutti i siti i tenori sono apparsi piuttosto modesti (Tab. 3-III; fig. 3.39). Da rilevare solo i valori registrati in AM SE ($9,87$ mg kg⁻¹) e in AM SW ($13,97$ mg kg⁻¹) che, seppur anch'essi modesti, sono tuttavia risultati corrispondenti rispettivamente a 2,3 e 3,3 volte la media dei siti di riferimento.

Per tutto il periodo di studio il piombo ha esibito tenori molto bassi con variazioni pressoché trascurabili ma, analogamente ai metalli sopra descritti, anche per il piombo nell'estate 2010 era stato registrato un sensibile picco positivo in AM SE ($173,8$ mg kg⁻¹), corrispondente a oltre 30 volte la media dei controlli ($5,4 \pm 0,54$ mg kg⁻¹). Questo dato era stato interpretato come testimonianza di un processo di accumulo di piombo nei sedimenti. Nel tempo è avvenuto un modesto ma graduale aumento che ha interessato, parzialmente anche i controlli, ma che è apparso più costante lungo i transetti. Infatti, tutti i valori dell'ultimo survey lungo i transetti sono superiori a quelli registrati nel pre-survey, analogamente alle concentrazioni dei controlli K1 e K2.

Vanadio – Le concentrazioni di vanadio osservate lungo i transetti nell'inverno 2011 sono risultate modeste (Tab. 3-III; fig. 3.39) e in media leggermente inferiori (B: $13,58 \pm 1,85$ mg kg⁻¹) o in linea (A: $16,37 \pm 1,43$; AM: $14,81 \pm 1,37$ mg kg⁻¹) con la media dei controlli ($16,54 \pm 0,74$ mg kg⁻¹). Il transetto A è apparso caratterizzato da un decremento a 30 m a SE rispetto ai siti di Annamaria B e da un trend crescente verso quelli più lontani in entrambe le direzioni; lungo B la riduzione è avvenuta sia in B4 che in B5, seguita a NE da un incremento sino a B1. Verso SW, invece, i valori si sono mantenuti costanti sino a B7 mentre in B8 è avvenuto un aumento, che ha portato a una concentrazione del tutto paragonabile a quella dei controlli, analogamente a quella di B1.

Nell'intero periodo di indagine il vanadio ha sempre mostrato tenori modesti con piccole variazioni temporali non imputabili alla presenza della piattaforma. Le uniche eccezioni sono state osservate nel 2010 a carico, anche per questo metallo, di AM SE e, in estate, anche di A5. Tale fenomeno aveva fatto supporre un effetto della piattaforma sulle concentrazioni di questo metallo, ma i risultati dell'ultimo survey

non hanno confermato l'esistenza di tale effetto che, pertanto, rimane limitato nello spazio e nel tempo.

Zinco – Le concentrazioni di zinco osservate lungo i transetti nell'inverno 2011 sono risultate modeste, inferiori o in linea con quelle dei controlli (Tab. 3-III; fig. 3.39). Fanno eccezione le stazioni poste nelle immediate vicinanze della struttura, soprattutto AM NE, il cui valore ($45,14 \text{ mg kg}^{-1}$) è risultato 1,7 volte la media dei controlli ($26,46 \pm 2,01 \text{ mg kg}^{-1}$). Mediamente non sono state riscontrate differenze tra transetti (A: $26,32 \pm 1,94$; B: $23,52 \pm 2,39 \text{ mg kg}^{-1}$), piattaforma (AM: $34,94 \pm 7,23 \text{ mg kg}^{-1}$) e controlli ($26,46 \pm 2,01 \text{ mg kg}^{-1}$).

Nell'arco dello studio i tenori di zinco sono sempre stati modesti e pertanto anche le oscillazioni osservate sono da considerarsi trascurabili e inquadrabili nella naturale dinamica dei sedimenti. Non sono mancate tuttavia le eccezioni. Analogamente alla maggior parte degli altri metalli, nell'inverno 2010 (III DL) era stato osservato un picco mai rilevato in precedenza nel sito AM SE ($71,00 \text{ mg kg}^{-1}$) e uno più modesto in AM NW ($32,50 \text{ mg kg}^{-1}$). Nell'estate successiva anomalie positive erano state osservate ancora in AM SE ($65,46 \text{ mg kg}^{-1}$) e A5 ($35,74 \text{ mg kg}^{-1}$), corrispondenti rispettivamente a 2,6 e 1,4 volte la media dei riferimenti ($24,98 \pm 1,33 \text{ mg kg}^{-1}$). Questi dati avevano indicato la presenza di segnali di disturbo imputabili ad Annamaria B che sembrano confermati anche nell'ultimo survey, almeno nelle strette vicinanze della struttura, anche se nell'ultimo survey i picchi sono apparsi più modesti di quelli precedentemente osservati.

3.2.4. SOSTANZA ORGANICA

Nell'inverno 2011 le percentuali di sostanza organica determinate nei sedimenti sono apparse modeste e confrontabili tra tutti i siti (Tab. 3-IV; fig. 3.40), come indicato dai valori medi relativi ai transetti (A: $1,06 \pm 0,17\%$; B: $1,13 \pm 0,16\%$), alla piattaforma ($1,20 \pm 0,08\%$) e ai controlli ($1,28 \pm 0,13\%$). La maggior parte dei siti prossimi alla struttura e lungo i transetti A e B hanno registrato un decremento rispetto al survey precedente, apparso più importante in AM SE e A5.

Nell'intero periodo di indagine la sostanza organica ha esibito sempre variazioni modeste, riconducibili alla naturale variabilità ambientale, con sporadici segnali di alterazione. Analogamente ai metalli pesanti (cfr. Cap. 3.2.3), il primo picco era stato

osservato nell'inverno 2010 (III DL) in corrispondenza della struttura (AM SE), dove il contenuto di sostanza organica (7%) era risultato 6 volte la media dei riferimenti. Nell'estate successiva (I PL) in AM SE e in A5 le concentrazioni erano circa 4 volte la media dei controlli.

Tab. 3-IV - Sostanza organica (% s.s.) rilevata nei sedimenti campionati durante il pre-survey (PS), nei tre monitoraggi condotti durante i lavori di installazione (DL) e nei due survey effettuati dopo la fine dei lavori (PL). In rosso i siti in corrispondenza della piattaforma Annamaria B. Nella prima campagna DL non è stato possibile campionare la stazione B3.

	PS (I-08)	I DL (I-09)	II DL (E-09)	III DL (I-10)	I PL (E-10)	II PL (I-11)
A1					1,8	1,1
A2					1,3	1,0
A3	1,4	1,2	1,4	1,3	1,1	0,9
A4					1,6	0,9
AM NW	1,6	1,2	1,1	1,3	1,4	1,2
AM SE	1,2	1,2	1,5	7,0	5,0	1,3
A5					5,9	1,1
A6	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	0,9
A7					1,4	1,3
A8					1,6	1,3
B1					1,3	1,1
B2					1,3	1,0
B3	1,5		1,2	1,0	1,4	1,2
B4					1,1	0,9
AM NE	1,5	1,4	1,3	1,1	1,3	1,2
AM SW	1,3	1,3	1,1	1,1	1,4	1,1
B5					1,2	1,0
B6	1,1	1,3	1,2	1,4	0,9	1,2
B7					1,0	1,2
B8					1,1	1,4
K1	1,4	1,4	1,1	1,0	1,1	1,3
K2	1,5	1,6	1,1	1,1	1,0	1,1
K3	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,4
K4	1,2	1,4	1,2	1,4	1,3	1,3

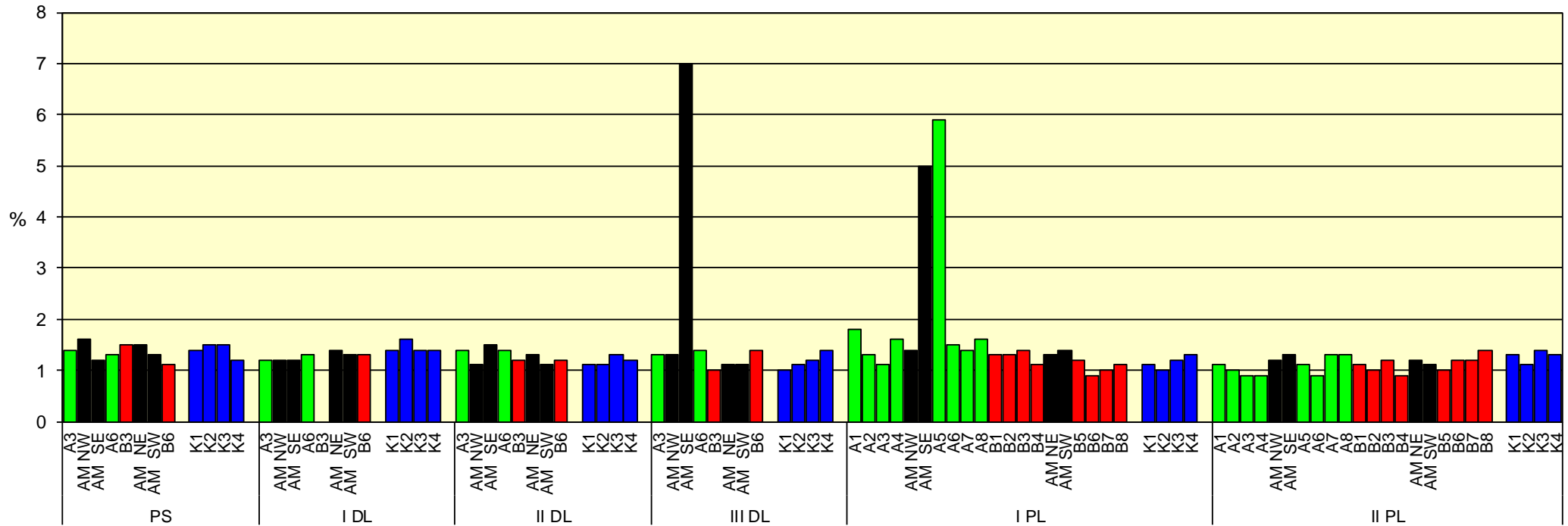


Fig. 3.40 – Sostanza organica (% s.s.) rilevata nei sedimenti campionati durante il pre-survey (PS), nei tre monitoraggi condotti durante i lavori di installazione (DL) e nei due survey effettuati dopo la fine dei lavori (PL). In nero i siti in corrispondenza della piattaforma Annamaria B. Nella prima campagna DL non è stato possibile campionare la stazione B3.

3.2.5. SOSTANZE ORGANOSTANNICHE

In Tab. 3-V e in fig. 3.41 sono riportate le concentrazioni delle sostanze organostanniche (monobutilstagno MBT, dibutilstagno DBT e tributilstagno TBT) rinvenute nei sedimenti campionati durante i tre survey condotti durante la fase di posa in opera della piattaforma Annamaria B (I DL, II DL e III DL) e nei primi due monitoraggi successivi all'installazione (I PL e II PL).

Per quanto riguarda gli MBT, nel I survey DL erano stati osservati solo presso la piattaforma e in K1, mentre nel II DL erano scomparsi in K1, si riducevano in AM SE e comparivano in A6 e K3. Nel III DL sono stati rinvenuti in tutte le stazioni campionate, mostrando un incremento ovunque eccetto in K3. Dopo i lavori di installazione (I PL; estate 2010) gli MBT non sono stati rinvenuti in AM SE, in A6 e A8, mentre sono stati rilevati in A3 e nelle due stazioni del transetto B. In questi tre siti i valori sono comunque apparsi inferiori o del tutto confrontabili con almeno un sito di controllo. Nell'ultimo survey, infine, questi composti sono stati rilevati ovunque ma in concentrazioni inferiori rispetto all'estate 2010.

Per quanto concerne i DBT, nel I survey DL questi composti erano stati rinvenuti unicamente nei controlli K1 e K3, mentre nel monitoraggio successivo erano stati osservati anche in corrispondenza di Annamaria B (AM SE) e a 60 m a SE da essa (A6), sito in cui era stato registrato il massimo ($60 \mu\text{g kg}^{-1}$), corrispondente a circa il doppio dei valori rilevati nei due siti di riferimento. Nel III DL sono stati rilevati solo in AM SE, dove è stato registrato un incremento rispetto al survey precedente e in K3, dove invece tali composti sono rimasti costanti. Nel primo monitoraggio post lavori (I PL) condotta nell'estate 2010 i DBT sono stati rinvenuti lungo il transetto B e in A8, con concentrazioni inferiori a quella del controllo K3, mentre nell'inverno 2011 (II PL) sono scomparsi nei siti A8 e B3 e sono stati rinvenuti nei siti in cui nell'estate 2010 non erano stati registrati. Comunque, ove presenti, le concentrazioni sono risultate tutte confrontabili o inferiori a quelle rinvenute nei survey precedenti.

Infine, sino all'estate 2010 i TBT erano stati rinvenuti in tutti i siti, controlli inclusi, con tenori abbastanza elevati. Tuttavia, complessivamente, il livello di contaminazione rinvenuto lungo i transetti era apparso confrontabile con quello osservato ai controlli. Inoltre, tra l'inverno 2009 (I DL) e quello successivo (III DL)

tali composti avevano subito un graduale incremento che aveva interessato tutti i siti inclusi i controlli ad eccezione di A6, dove invece si era registrata una leggera flessione. Dopo la fine dei lavori di installazione (estate 2010) è stata registrata un'inversione di tendenza, essendo stato osservato un decremento generalizzato che ha portato a un dimezzamento della concentrazione di TBT in K1. Questo trend è continuato anche nell'inverno 2011, quando questi composti sono risultati al di sotto del limite di quantificazione in tutte le stazioni campionate.

Tab. 3-V - Concentrazioni ($\mu\text{g kg}^{-1}$) delle sostanze organostanniche rinvenute nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso il sito in corrispondenza della piattaforma Annamaria B. MBT = monobutilstagno; DBT = dibutilstagno; TBT = tributilstagno. Le celle vuote indicano l'assenza delle sostanze.

		MBT	DBT	TBT
I DL	AM SE	49		43
	A6			54
	K1	41	36	56
	K3		35	45
II DL	AM SE	32	23	48
	A6	24	60	56
	K1		39	61
	K3	33	34	54
III DL	AM SE	57	50	58
	A6	29		50
	K1	48		79
	K3	22	38	57
I PL	A3	30		38
	AM SE			45
	A6			42
	A8		16	79
	B3	29	15	31
	B6	61	26	69
	K1	36		40
	K3	55	61	35
II PL	A3	22	15	
	AM SE	16	10	
	A6	27	15	
	A8	22		
	B3	20		
	B6	13	11	
	K1	22	12	
	K3	20	11	

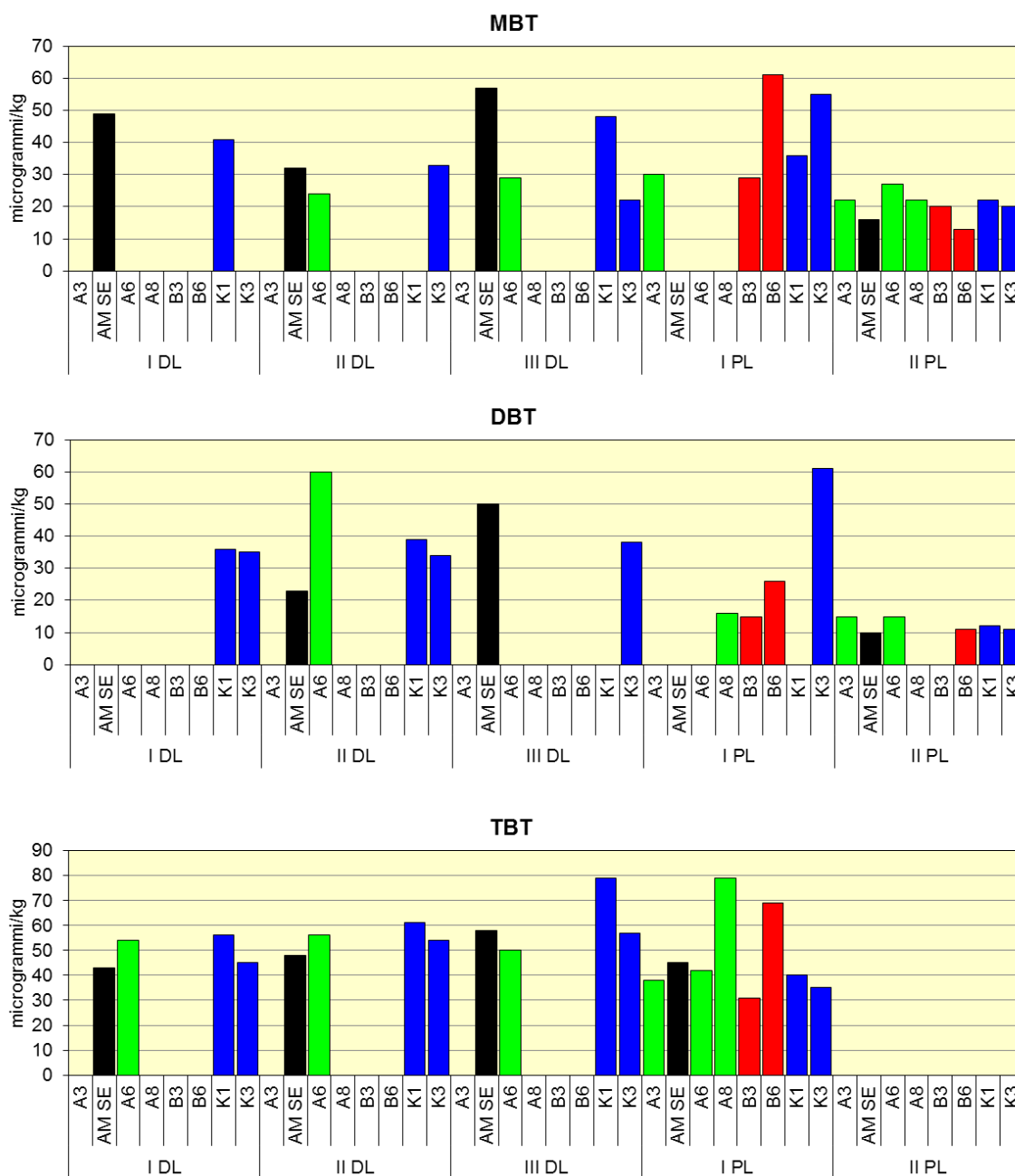


Fig. 3.41 - Concentrazioni ($\mu\text{g kg}^{-1}$) delle sostanze organostanniche rinvenute nei tre survey condotti durante i lavori di (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due survey post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011). In nero il sito in corrispondenza della piattaforma Annamaria B. MBT = monobutilstagno; DBT = dibutilstagno; TBT = tributilstagno.

3.3. ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI IPA NEI SEDIMENTI

Per ogni analisi di estrazione degli IPA effettuata in laboratorio è stata affiancata anche la determinazione del contenuto d'acqua nei campioni di sedimento ($77,45 \pm 0,3\%$) in quanto le concentrazioni sono riferite a $\mu\text{g}/\text{gr}$ di IPA di sedimento secco. Le prove di recupero svolte prima dell'avvio della sperimentazione dell'accumulo e degradazione degli IPA nel sedimento, oscillavano tra il 70 e l'80%. In Tab. 3-VI sono riportati i valori del tempo di emivita (gg) per ciascuna molecola IPA e per entrambe le condizioni di incubazione dei due gruppi di stazioni relativi all'estate 2010. Il valore del tempo di emivita di ciascun analita è stato ricavato sulla base delle equazioni di correlazione lineare costruite sulle due differenti curve di degradazione, secondo le diverse condizioni di incubazione e per l'intero periodo di studio (50 gg).

I tempi di emivita calcolati nei sedimenti provenienti dall'area della piattaforma Annamaria B sono risultati più bassi rispetto a quelli dei controlli, essendo inferiori a 10 gg con una media di $3,2 \pm 1,2$ gg nella condizione di 18°C e luce e di $6,1 \pm 1,8$ gg nella condizione di 6°C e buio. Le molecole IPA estratte dai sedimenti dei controlli hanno invece presentato valori medi del tempo di emivita di $17,5 \pm 7,3$ e $26,8 \pm 16,0$ gg rispettivamente nella condizione di $18^\circ\text{C}/\text{luce}$ e di $6^\circ\text{C}/\text{buio}$, con un valore massimo del 7-Fluorantrene di 67,6 gg a 6°C e buio. Poiché maggiore è il valore del tempo di emivita più lenta è la degradazione della molecola, la velocità di degradazione degli IPA estratti nei sedimenti delle stazioni circostanti la piattaforma è risultata superiore rispetto all'andamento degradativo di tali composti nei sedimenti prelevati presso i siti di controllo. I sedimenti più lontani dalla piattaforma tendono, quindi, ad accumulare maggiormente nella loro matrice organica le molecole IPA, rendendole meno biodisponibili e ritardandone la degradazione.

Tab. 3-VI - Tempi di emivita (gg) e media dei tempi di emivita (gg) delle 16 molecole IPA analizzate nelle due condizioni di incubazione (18°C-luce e 6°C-buio) nei campioni di sedimento prelevati nelle sei stazioni attorno alla piattaforma Annamaria B e nei due siti di controllo nel primo survey effettuato durante i lavori di installazione (estate 2010).

Campioni stazioni della piattaforma (A3, A6, A8, AMSE, B3, B6)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	MEDIA
18°C/luce	2,6	3,9	3,2	3,6	5,4	3,7	6,1	3,9	1,8	2,9	2,5	2,7	2,3	2,5	2,1	2,0	3,2±1,2
6°C/buio	8,0	8,9	7,0	5,3	8,5	6,4	9,9	5,6	4,8	4,3	4,3	5,2	5,1	5,6	4,4	4,9	6,1±1,8
Campioni stazioni di controllo (K1, K3)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	MEDIA
18°C/luce	10,6	12,1	16,6	23,3	16,7	28,7	31,0	24,6	23,9	21,6	11,9	11,6	9,1	19,6	8,9	10,6	17,5±7,3
6°C/buio	23,4	29,3	57,4	21,8	33,6	38,2	67,6	20,9	28,6	19,1	13,5	14,7	11,1	21,4	12,0	15,7	26,8±16,0

1-Naftalene; 2-Acenaftilene; 3-Acenaftene; 4-Fluorene; 5-Fenanatrene; 6-Antracene; 7-Fluorantrene; 8-Pirene; 9-Crisene; 10-Benzo(a)antracene; 11-Benzo(b)fluorantene; 12-Benzo(k)flurantene; 13-Benzo(a)pirene; 14-Dibenzo(a,h)antracene; 15-Indeno(1,2,3,c,d)pirene; 16-Benzo(g,h,i)perilene.

Generalmente i tassi di degradazione degli IPA sono inversamente proporzionali al numero di anelli aromatici presenti nella molecola (Cerniglia, 1992). Molecole IPA a basso peso molecolare (2 e 3 anelli aromatici) si degradano più rapidamente rispetto a quelle ad alto peso molecolare (4, 5 e 6 anelli aromatici) in quanto meno solubili, meno biodisponibili e più resistenti alla degradazione da parte dei microrganismi. Tuttavia, in questa prova di accumulo e degradazione non è stato riscontrato lo stesso comportamento delle molecole IPA, in quanto oltre al peso molecolare e alla biodisponibilità della molecola, altri fattori possono condizionare la cinetica di degradazione: la tipologia e l'origine del sedimento, i solidi sospesi, il PH, gli accettori e donatori di elettroni, i surfattanti e gli inibitori microbici (Chang *et al.*, 2003). Alla condizione di temperatura 6°C e buio sono stati riscontrati valori dei tempi di emivita più alti negli analiti a basso peso molecolare: 2-Acenaftilene, 5-Fenanatrene e 7-Fluorantrene con un'emivita di 8,9, 8,5 e 9,9 gg (rispettivamente) nei sedimenti della piattaforma; 3-Acenaftene e 7-Fluorantrene (57,4 e 67,6 gg) nei sedimenti dei controlli. Anche nella condizione di temperatura 18°C e luce si è verificato lo stesso andamento e gli analiti a basso peso molecolare hanno presentato valori di emivita maggiori: 5-Fenanatrene e 7-Fluorantrene (5,4 e 6,1 gg, rispettivamente) per i campioni prelevati attorno alla piattaforma; 6-Antracene e 7-Fluorantrene (28,7 e 31,0 gg, rispettivamente) per i campioni del controllo.

La degradazione della maggior parte delle molecole IPA analizzate in questa prova ha mostrato una cinetica più veloce nella condizione di temperatura 18°C e luce rispetto all'altra condizione di laboratorio. Ad eccezione di tre molecole (4-Fluorene, 8-Pirene e 10-Benzo(a)Antracene, nei sedimenti del controllo) tutti gli analiti hanno evidenziato questo comportamento sia nei sedimenti della piattaforma che in quelli dei controlli, con tempi di emivita risultati sempre superiori nella condizione di buio rispetto a quella di luce.

Verificando la differenza dei tempi di emivita calcolati tra le due diverse condizioni di temperatura e luce per ciascun composto, è risultato che gli IPA ad alto peso molecolare campionati nei sedimenti della piattaforma hanno mostrato una bassa differenza tra di essi, non superiore ai 3,1 giorni. Le molecole a due anelli aromatici, 1-Naftalene e 2-Acenaftilene, hanno riportato una disuguaglianza maggiore e corrisponente a 5,4 e 5,0 gg, rispettivamente. Anche per gli analiti campionati nei sedimenti dei siti di controllo le differenze del tempo di emivita tra le due situazioni ambientali sono risultate più marcate nei composti IPA a basso peso molecolare rispetto a quelli più pesanti. Il 3-Acenaftene è stato l'analita che ha presentato la massima varietà con 40,8 gg di differenza del tempo di emivita calcolato nelle due condizioni di temperatura e luce, seguito dal 7-Fluorantrene con 36,6 gg. I composti ad alto peso molecolare che hanno mostrato una maggiore variazione sono stati il 16-Benzo(g,h,i)perilene con 5,1 gg e il 9-Crisene con 4,7 gg.

Confronto con il survey precedente – Dal confronto delle medie dei tempi di emivita determinate alla temperatura di 6°C e buio nell'estate 2010 con quelle misurate sui sedimenti prelevati durante i lavori della piattaforma Annamaria B nell'estate 2009 (Tab. 3-VII), è emersa una cinetica di degradazione più accelerata nel 2010 (estate 2009: $25,5 \pm 8,9$ gg; estate 2010: $6,1 \pm 1,8$ gg). Sui sedimenti dei controlli i valori mediati sono rimasti più stabili (estate 2009: $26,5 \pm 11,1$ gg; estate 2010: $26,8 \pm 16,0$ gg). Una situazione del tutto analoga è stata riscontrata trattando i campioni alla luce e 18°C. Infatti, nei sedimenti circostanti la piattaforma sono stati registrati valori medi di $25,5 \pm 8,9$ e $3,2 \pm 1,2$ gg rispettivamente nel 2009 e 2010, mentre ai controlli le medie dei due anni sono risultate confrontabili (2009: $29,9 \pm 10,7$ gg; 2010: $17,5 \pm 7,3$ gg).

Tab. 3-VII - Tempi di emivita (gg) e media dei tempi di emivita (gg) delle 16 molecole IPA analizzate nelle due condizioni di incubazione (18°C-luce e 6°C-buio) nei campioni di sedimento prelevati nelle sei stazioni attorno alla piattaforma Annamaria B e nei due siti di controllo nel II survey effettuato durante i lavori di installazione (estate 2009).

Campioni stazioni della piattaforma (AMSE, AM3)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	MEDIA
18°C/luce	8,0	===	23,6	20,9	42,0	32,2	35,6	30,5	29,1	32,7	24,4	13,1	27,6	25,9	16,2	21,0	25,5±8,9
6°C/buio	19,4	===	30,8	30,2	93,7	36,6	35,7	29,4	24,1	26,0	26,3	28,6	19,4	28,2	21,8	23,5	31,6±17,9
Campioni stazioni di controllo (K1, K3)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	MEDIA
18°C/luce	11,0	===	23,6	19,0	25,3	27,9	47,2	41,4	39,2	40,6	31,1	20,4	26,8	45,0	19,6	31,1	29,9±10,7
6°C/buio	11,0	===	19,9	19,8	58,5	26,6	36,8	28,2	25,7	31,3	21,5	29,2	18,4	28,6	15,0	27,6	26,5±11,1

1-Naftalene; 2-Acenafilene; 3-Acenaftene; 4-Fluorene; 5-Fenanatrene; 6-Antracene; 7-Fluorantrene; 8-Pirene; 9-Crisene; 10-Benzo(a)antracene; 11-Benzo(b)fluorantene; 12-Benzo(k)flurantene; 13-Benzo(a)pirene; 14-Dibenzo(a,h)antracene; 15-Indeno(1,2,3,c,d)pirene; 16-Benzo(g,h,i)perilene.

3.4. RILASCIO E ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI

Lo studio ha preso in esame la capacità di adsorbimento e/o rilascio di metalli pesanti presentata da campioni di sedimento marino prelevati nell'estate 2010 presso la piattaforma Annamaria B (AMSE, A3, A6 e A8, B3 e B6) e in alcuni siti di controllo (K1 e K3) e mantenuti a diverse condizioni sperimentali di temperatura e di illuminazione. In Tab. 3-VIII sono riportati i valori ottenuti dalle analisi condotte durante i lavori di installazione della piattaforma (estate 2009), mentre in Tab. 3-IX sono indicati quelli relativi all'estate 2010. Tutti i campioni presi in esame in quest'ultimo campionamento hanno confermato una distribuzione granulometrica omogenea tra i siti, contraddistinta dal prevalere della frazione sabbiosa. Il contenuto di acqua determinato è risultato omogeneo in tutti i campioni esaminati e compreso tra 73% e 78%. Analogamente a quanto evidenziato nell'estate 2009, i risultati non hanno mostrato sostanziali differenze tra i valori delle costanti ottenuti dopo 10 gg (T_{10}) e dopo 20 gg (T_{20}). Per una maggiore rappresentatività, i valori riportati nelle Tab. 3-VIII e 3-IX sono stati ottenuti quindi dalla media dei valori relativi a T_{10} e T_{20} .

3.4.1. RILASCIO DI METALLI PESANTI

I risultati delle analisi condotte nell'estate 2010 tendono a evidenziare una moderata, seppur significativa, capacità di rilascio di Al, Cd, Cu, Pb e Zn nei sedimenti circostanti la piattaforma rispetto a quelli prelevati presso i controlli (Tab. 3-IX). In particolare, nei siti AM SE, A6 e B6 il rilascio del Cd è risultato significativo nel trattamento a bassa temperatura e al buio e in A8 in entrambe le condizioni di laboratorio. Rame e piombo hanno presentato K_{ril} significative nei siti più vicini alla piattaforma nel transetto A (AM SE, A3 e A6) in presenza di buio e bassa temperatura, mentre il rilascio dello zinco è risultato significativo in A3 e in A6 in entrambe le condizioni sperimentali. Per l'alluminio, invece, sono state ottenute K_{ril} significative lungo il transetto B (B3 e B6) e in A8 in presenza di buio e bassa temperatura. Ciò porta a ipotizzare per tutti questi metalli la presenza di un effetto, più limitato spazialmente per piombo, rame e zinco, associato con ogni probabilità

alla presenza della piattaforma, non osservato precedentemente eccetto che per il cadmio.

Analogamente all'estate 2009, in tutti i sedimenti prelevati sia attorno alla piattaforma che nei controlli è stato evidenziato un rilascio di Ba in una o entrambe le condizioni. Tale distribuzione non porta pertanto a supporre al momento alcun effetto legato all'installazione e alla presenza della struttura. I rimanenti metalli esaminanti nell'estate 2010 non hanno evidenziato K_{ril} significative in alcun sito e nei trattamenti sperimentali applicati, eccetto As in AM SE.

3.4.2. ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI

I risultati relativi all'estate 2010 tendono a confermare una tendenzialmente scarsa capacità di adsorbimento da parte dei sedimenti esaminati già evidenziata nel 2009.

Il maggior numero di specie metalliche che ha mostrato una K_{ads} significativa in una o entrambe le condizioni è stato registrato in AM SE (8 metalli).

Per arsenico, cromo, nichel e vanadio le K_{ads} sono risultate significative quasi ovunque, sia lungo i transetti che ai controlli e in una o entrambe le condizioni sperimentali. L'arsenico ha generalmente presentato un adsorbimento simile in entrambe le situazioni di incubazione, Cr e V hanno evidenziato una maggiore capacità di adsorbimento a basse temperature e al buio, mentre il Ni ha mostrato un adsorbimento di maggiore entità nei sedimenti mantenuti a temperature più elevate e in presenza di luce in 4 siti su 8.

I sedimenti prelevati presso i siti AM SE, A8 e B6 e incubati al buio e a bassa temperatura hanno evidenziato una significativa capacità di adsorbimento nei confronti del Pb; le medesime condizioni hanno prodotto un significativo grado di adsorbimento per lo zinco lungo il transetto A, eccetto A8, e nel controllo K1 mentre il rame ha presentato un significativo livello di adsorbimento in AM SE, A8, B6 e K3.

Per il bario sono state ottenute K_{ads} significative solo in AM SE (buio e bassa temperatura) e K3 (luce e alta temperatura), mentre la capacità di adsorbimento di Al e Cd non è mai risultata significativa.

Tab. 3-VIII – Valori delle K_{ads} e K_{ril} stimati sulla base delle due prove di incubazione (6°C-buio e 18°C-luce) e determinati sui 4 campioni di sedimento prelevati nell'estate 2009 in prossimità della piattaforma (AMSE e AM3) e nei due controlli K1 e K3. ns = non significativo.

AM3-AMSE		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	ns	2,46	ns	ns	ns	ns	ns	2,93	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	1,46	ns	4,78	ns	ns	4,01	ns	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	4,71	ns	ns	1,38	ns	ns	ns	ns	4,82	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	1,56	1,63	ns	ns	0,80	ns	4,16	K>0,7

K3		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	0,8	ns	ns	1,1	31,3	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	0,3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,3	ns	ns	ns	K>0,7

K1		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	1,5	ns	1,3	ns	1,2	ns	1,7	22,6	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	1,4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	12,7	ns	ns	2,6	K>0,7

Tab. 3-IX – Valori delle K_{ril} e K_{ads} stimati sulla base delle due prove di incubazione (6°C-buio e 18°C-luce) e determinati sui 4 campioni di sedimento prelevati nell'estate 2010 in prossimità della piattaforma (AMSE, A3, A6, A8, B3 e B6) e nei due controlli K1 e K3. ns = non significativo.

AMSE		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	3,0	5,7	4,7	ns	6,1	ns	2,3	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	0,8	1,9	ns	0,8	1,7	6,1	1,1	6,1	ns	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,6	ns	5,5	5,6	K>0,7

A3		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	ns	8,0	ns	ns	1,1	ns	5,5	ns	7,9	0<K<8
	K_{ads}	ns	0,8	ns	ns	1,5	ns	ns	ns	4,2	0,8	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	0,8	ns	ns	ns	ns	ns	ns	6,6	0<K<8
	K_{ads}	ns	0,7	ns	ns	ns	ns	29,4	ns	ns	ns	K>0,7

A6		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	ns	7,3	2,1	ns	0,9	ns	2,4	ns	7,2	0<K<8
	K_{ads}	ns	0,8	ns	ns	0,9	ns	ns	ns	ns	1,4	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	1,8	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,5	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2,3	ns	ns	ns	K>0,7

A8		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	0,3	ns	4,0	3,2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	2,4	1,1	1,9	0,1	2,1	ns	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	2,5	1,1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,9	ns	ns	ns	K>0,7

B3		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	0,2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	0,9	ns	ns	1,1	ns	ns	ns	2,9	ns	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	2,3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,9	ns	ns	ns	K>0,7

B6		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	0,2	ns	4,0	3,2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	2,4	1,1	1,9	0,1	2,1	ns	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	2,4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	13,7	ns	ns	ns	K>0,7

K1		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	ns	4,7	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	0,7	ns	ns	0,8	ns	0,9	ns	1,2	10,7	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	ns	5,9	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	K>0,7

K3		Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	significatività
Buio	K_{ril}	ns	ns	4,0	ns	ns	ns	0,5	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	1,1	ns	ns	2,2	1,1	4,5	ns	4,4	ns	K>0,7
Luce	K_{ril}	ns	0,3	1,6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0<K<8
	K_{ads}	ns	1,0	5,9	ns	ns	2,8	1,6	ns	0,9	ns	K>0,7

3.5. ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI SOSTANZE ORGANOSTANNICHE NEI SEDIMENTI

Lo studio ha preso in esame la capacità di adsorbimento e degradazione di tributilstagno (TBT) presentata da campioni di sedimento marino prelevati nell'estate 2010 presso la piattaforma Annamaria B (AMSE, A3, A6, A8, B3, B6) e nei siti di controllo K1 e K3 e mantenuti a diverse condizioni sperimentali di temperatura e di illuminazione. Il contenuto di acqua determinato sui campioni dopo il trattamento e la rimozione del liquido surnatante è risultato compreso tra il 66% e il 71%.

3.5.1. ADSORBIMENTO DI TBT

I risultati dell'estate 2010 tendono a mostrare una relativa capacità di adsorbimento da parte dei sedimenti esaminati (Tab. 3-X). Le K_{ads} riscontrate, calcolate sulla base del grado di ripartizione presentato dal TBT rispetto alla fase solida (sedimento) e liquida (acqua di mare artificiale), hanno evidenziato valori compresi tra 0,27 (K1 e K3) e 0,32 (A3). Nel complesso, i sedimenti che hanno mostrato il maggior livello di adsorbimento risultano quelli prelevati presso i siti A3 e B3, anche se le differenze rispetto alle altre stazioni sono risultate minime (5-10%).

Tab. 3-X - Andamento dei valori delle costanti di Adsorbimento (K_{ads}) di TBT registrati nel II survey condotto durante i lavori di installazione (estate 2009) e nel I campionamento effettuato nella fase di produzione di Annamaria B (estate 2010).

K ads	2009	2010
AMSE	0,28	0,29
A3	0,26	0,32
A6	-	0,29
A8	-	0,28
B3	-	0,31
B6	-	0,28
K1	0,25	0,27
K3	0,34	0,27

Confronto con il survey precedente - I risultati ottenuti hanno confermato quanto osservato nel corso dell'estate 2009 (Tab. 3-X). Le costanti di adsorbimento sono

risultate confrontabili presso i siti AM SE e K1, mentre in A3 e K3 sono state evidenziate lievi variazioni (10-20%). .

3.5.2. DEGRADAZIONE DI TBT

I risultati delle analisi condotte nell'estate 2010 hanno evidenziato la totale assenza di degradazione di TBT in tutti i siti investigati (Tab. 3-XI).

In condizioni di buio e a bassa temperatura (+ 4°C) le concentrazioni riscontrate dopo 10 (T₁₀) e dopo 20 gg (T₂₀) sono apparse sostanzialmente uguali a quelle registrate al T₀, e le costanti di degradazione K_{deg} sono risultate prossime allo zero per tutte le stazioni analizzate.

Tab. 3-XI - Valori delle costanti di degradazione (K_{deg}) di TBT ottenuti alle due condizioni di laboratorio utilizzando sedimenti campionati nel I survey effettuato nella fase di produzione di Annamaria B (estate 2010). K1 e K3 = controlli.

K_{deg} luce +16°C	AM SE	A3	A6	A8	B3	B6	K1	K3
T ₁₀	-0,001	0,001	-0,003	0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001
T ₂₀	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002

K_{deg} buio +4°C	AM SE	A3	A6	A8	B3	B6	K1	K3
T ₁₀	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	-0,001	-0,001
T ₂₀	0,001	-0,001	0,000	-0,002	-0,001	0,000	0,001	0,001

Ciò porta ad ipotizzare che in tali condizioni sperimentali il TBT non subisca alcuna significativa degradazione di tipo biologico, né tantomeno trasformazione di tipo fisico (rilascio). Nella condizione di buio a +4°C un segnale lieve, tuttavia poco importante, è stato evidenziato in B3 dopo 10 gg di incubazione , non confermato però dopo 20 gg. Tale fluttuazione appare per lo più associata alle incertezze analitiche e alla variabilità intrinseca legata al disegno sperimentale.

In condizioni di luce la situazione non è risultata molto diversa, anche se in tal caso tutte le stazioni hanno evidenziato una lieve degradazione del TBT dopo 20 gg. In queste condizioni le concentrazioni sperimentali sono apparse per tutti i siti lievemente inferiori rispetto all'iniziale T₀, ad indicare che modesti fenomeni di degradazione e/o rilascio potrebbero aver avuto luogo nel tempo.

Confronto con il survey precedente - Rispetto al precedente campionamento estivo del 2009 (Tab. 3-XII), i dati hanno confermato l'assenza di fenomeni di degradazione al buio a +4°C e un leggero incremento biodegradativo in condizioni di luce a +16°C. Nel 2010 è apparso evidente un leggero aumento delle costanti di degradazione in tutti i siti. Tali valori, tuttavia, sono risultati poco importanti e portano nuovamente ad ipotizzare la presenza di una variabilità riconducibile per lo più al dato analitico e a fluttuazioni correlabili al punto di campionamento piuttosto che a una variazione delle caratteristiche chimico-fisiche del sedimento analizzato.

Tab. 3-XII - Andamento dei valori delle costanti di degradazione (K_{deg}) di TBT ottenuti alle due condizioni di laboratorio nel II campionamento effettuato durante i lavori di installazione (estate 2009) e nel I survey condotto nella fase di produzione di Annamaria B (estate 2010). K1 e K3 = controlli.

K_{deg} luce +16°C	T10		T20	
	2009	2010	2009	2010
AM SE	0.001	-0.001	0.001	0.002
A3	0.001	0.001	0.001	0.002
A6	-	-0.003	-	0.002
A8	-	0.001	-	0.003
B3	-	-0.001	-	0.002
B6	-	0.001	-	0.002
K1	0.000	-0.001	0.001	0.002
K3	-0.001	-0.001	0.001	0.002

K_{deg} buio +4°C	T10		T20	
	2009	2010	2009	2010
AM SE	-0.001	-0.001	-0.001	0.001
A3	0.001	0.001	-0.001	-0.001
A6	-	0.001	-	0.000
A8	-	0.001	-	-0.002
B3	-	0.002	-	-0.001
B6	-	0.001	-	0.000
K1	-0.001	-0.001	0.001	0.001
K3	-0.001	-0.001	0.001	0.001

3.6. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

3.6.1. *DUNALIELLA TERTIOLECTA*

QA-QC - I due test eseguiti come controllo positivo con $K_2Cr_2O_7$ ($7,5 \text{ mg l}^{-1}$ come cromo) rientravano nei limiti della carta di controllo intralaboratorio ($6,2-8,8 \text{ mg l}^{-1}$) e 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 risultata superiore rispetto al limite minimo consentito (fattore ≥ 16).

Risultati del saggio - I risultati del saggio applicato ai campioni prelevati nell'inverno 2011 sono riportati in Tab. 3-XIII, contestualmente ai principali parametri di contorno misurati. Non è stato rilevato alcun effetto tossico in nessuno dei campioni analizzati. Tutti hanno infatti evidenziato solo un significativo effetto biostimolante ($p < 0,05$) rispetto alla crescita misurata nei rispettivi controlli eseguiti con acqua marina artificiale.

Tab 3-XIII - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nei campioni prelevati nel II survey post lavori (inverno 2011). Valori negativi della percentuale di effetto indicano effetto stimolante. In rosso il sito corrispondente alla piattaforma.

campione	pH	S	% effetto/biostimolazione	EC₅₀	Giudizio
A3	7,91	32,0	-40%	n.c.	Effetto eutrofizzante significativo
AM SE	7,91	33,7	-81%	n.c	Effetto eutrofizzante significativo
A6	7,91	32,6	-26%	n.c.	Effetto eutrofizzante significativo
A8	7,79	33,7	-39%	n.c.	Effetto eutrofizzante significativo
B3	8,35	18,6	-80%	n.c.	Effetto eutrofizzante significativo
B6	7,83	32,3	-75%	n.c.	Effetto eutrofizzante significativo
K1	7,80	34,1	-24%	n.c.	Effetto eutrofizzante significativo
K3	7,83	31,9	-51%	n.c.	Effetto eutrofizzante significativo

Confronto con i survey precedenti - Il confronto con i dati ottenuti durante i monitoraggi precedenti è possibile con i tre campionamenti eseguiti in corso d'opera,

poiché il presente saggio non è stato eseguito sui campioni del pre-survey (Tab. 3-XIV; fig. 3.42).

Nel sito corrispondente alla piattaforma (AM SE) non sono state osservate variazioni temporali, essendo sempre presente un effetto biostimolante. Una situazione del tutto analoga è stata riscontrata anche in A6, A8, B6 e nel controllo K1, mentre in K3, dopo il peggioramento nell'estate 2010 (I PL), la qualità del sedimento è tornata ai livelli precedenti. Un miglioramento è stato registrato in B3 dal I al II survey post lavori.

Tab. 3-XIV - Risultati relativi al saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nei campioni prelevati nei survey condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso il sito corrispondente ad Annamaria B.

campione	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A3	-	-	-	Assenza di effetto	Effetto eutrofizzante significativo
AM SE	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo
A6	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo
A8	-	-	-	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo
B3	-	-	-	Lieve presenza di effetto tossico	Effetto eutrofizzante significativo
B6		-	-	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo
K1	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo
K3	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Assenza di effetto	Lieve presenza di effetto tossico	Effetto eutrofizzante significativo

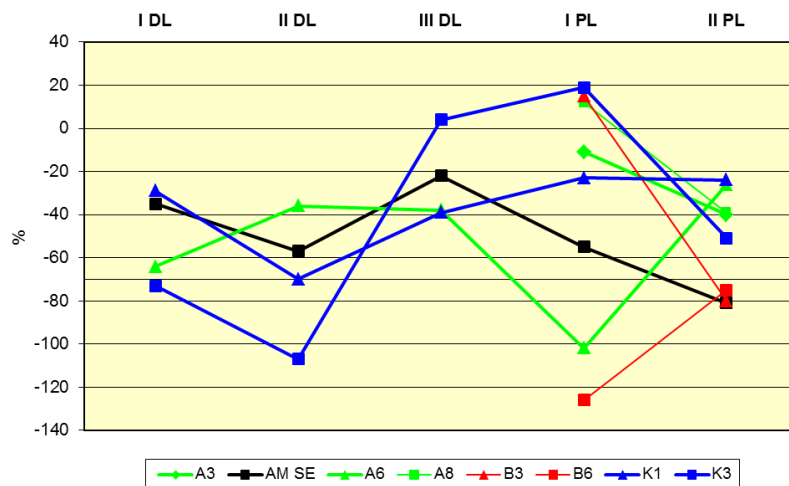


Fig. 3.42 - Andamento della % di effetto relativo ai tre monitoraggi condotti durante i lavori di installazione di Annamaria B (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011).

3.6.2. *VIBRIO FISCHERI*

QA-QC – I valori EC₅₀ a 5' (0,51 mg l⁻¹) e a 15' (0,39 mg l⁻¹) sono rientrati all'interno del range di riferimento relativo al test Microtox® (0,42–1,16 mg l⁻¹ e 0,03–0,75 mg l⁻¹ rispettivamente per il test a 5' e 15') come in UNICHIM (Onorati *et al.*, 2007).

Risultati del saggio: l'assenza di inibizione della bioluminescenza nel saggio biologico Microtox® Solid-Phase relativo al II survey condotto dopo la fine dei lavori di installazione ha dimostrato l'assenza di tossicità in tutti i campioni analizzati (Tab. 3-XV).

Confronto con i survey precedenti - Non sono state riscontrate variazioni nei risultati di questo saggio ottenuti sia nella fase di posa in opera di Annamaria B che in quella successiva (Tab. 3-XVI).

Tab. 3-XV - Risultati del saggio biologico *Vibrio fischeri* relativo al secondo survey post lavori (inverno 2011) e applicato al sedimento. In rosso è evidenziata la stazione campionata in corrispondenza di Annamaria B.

campione	Sabbia < 1mm (%)	Pelite (%)	Soglia Tox Naturale (TU)	Tox Misurata (TU)	Range al 95% di confidenza (TU)		R ² (%)	S.T.I.	TOX
A3	79,47	20,53	71,93	3,7	2,8	5,2	90	0,05	Assente
AM SE	75,66	24,35	85,26	4,9	3,9	7,9	90	0,06	Assente
A6	79,94	20,06	70,29	2,6	2,2	3,6	89	0,04	Assente
A8	80,63	19,37	67,88	10,3	6,0	27,2	89	0,15	Assente
B3	81,34	18,67	65,44	19,1	7,8	44,6	91	0,29	Assente
B6	79,98	20,02	70,15	8,5	5,5	14,7	91	0,12	Assente
K1	81,07	18,93	66,35	5,6	4,0	8,8	90	0,08	Assente
K3	80,05	19,94	69,87	9,8	5,2	23,1	91	0,14	Assente

Tab. 3-XVI - Confronto tra le tossicità stimate con il saggio biologico MICROTOX® Solid-Phase nei campioni prelevati nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), dei survey eseguiti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso il sito corrispondente ad Annamaria B.

campione	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A3	-	-	-	-	Assente	Assente
AM SE	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A8	-	-	-	-	Assente	Assente
B3	-	-	-	-	Assente	Assente
B6	-	-	-	-	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

3.6.3. COROPHIUM ORIENTALE

QA-QC – La sensibilità degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl_2) LC 50=3,81 (LC=3,30 mg l⁻¹ e UC=4,48 mg l⁻¹) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio (1,28-4,48 mg l⁻¹; Tab. 3-XVII).

Risultati del saggio - Le percentuali di mortalità degli organismi osservate dopo 10 gg hanno mostrato assenza di tossicità acuta in tutti i sedimenti, tranne in B6 dove è stata rilevata una tossicità bassa (Tab. 3-XVIII).

Tab. 3-XVII – Parametri chimici e fisici dell’acqua sovrastante il sedimento testato osservati all’inizio e alla fine del test del monitoraggio effettuato nell’inverno 2011. In rosso è evidenziata la stazione posta in corrispondenza di Annamaria B.

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°	34	8,10	0,5	95 ± 5	16 ± 1°	34	8,08	3	95 ± 5
A3		38	8,16	1			38	8,12	0	
AM SE		37	8,14	0,5			38	8,09	0	
A6		38	8,15	0,5			38	8,11	0	
A8		38	8,15	0,5			38	8,11	0	
B3		38	8,14	0			38	8,11	0	
B6		37	8,13	0,5			35	8,08	0,5	
K1		38	8,14	0			38	8,14	0,5	
K3		38	8,15	0,5			38	8,13	0	

Tab. 3-XVIII - Percentuali di mortalità degli organismi *C. orientale* osservati nel test di tossicità “a più lungo termine” eseguito nel II survey effettuato dopo la fine dei lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)	% (corretta) degli organismi morti	Giudizio della tossicità
Controllo	100	0 ± 0	0	Assente
A3	100	9 ± 5,03	9	Assente
AM SE	100	2 ± 2,31	2	Assente
A6	100	3 ± 3,83	3	Assente
A8	100	7 ± 6,83	7	Assente
B3	100	4 ± 3,27	4	Assente
B6	100	17 ± 6,00	17	Bassa
K1	100	5 ± 6,00	5	Assente
K3	100	5 ± 3,83	5	Assente

Confronto con i survey precedenti - La situazione ecotossicologica dei sedimenti è rimasta invariata nell'intero periodo di indagine, salvo il leggero peggioramento verificatosi in B6 nell'ultimo monitoraggio (Tab. 3-XIX).

Tab. 3-XIX - Confronto tra le tossicità stimate con il test "a più lungo termine" con *C. orientale* condotto nel pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione della piattaforma (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso il sito corrispondente ad Annamaria B.

campione	PS	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A3	-	-	-	-	Assente	Assente
AM SE	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A8	-	-	-	-	Assente	Assente
B3	-	-	-	-	Assente	Assente
B6	-	-	-	-	Assente	Bassa
K1	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

3.6.4. ACARTIA TONSA

QA-QC - Il test eseguito come controllo positivo con 3,5-Diclorofenolo ($53 \mu\text{g l}^{-1}$) è risultato conforme perché nei limiti della carta di controllo intralaboratorio ($33\text{--}388 \mu\text{g l}^{-1}$); la percentuale di LDR nei campioni di controllo ($73\pm 10\%$, $79\pm 4\%$, $81\pm 1\%$) è risultata conforme perché superiore al limite del 30%.

Risultati del saggio - In tutte le stazioni campionate nell'inverno 2011 i valori delle percentuali di inibizione sono risultati tali da non indicare la presenza di tossicità (Tab. 3-XX).

Confronto con i survey precedenti - Il confronto con i dati precedenti è possibile con i tre survey eseguiti in corso d'opera, poiché questo saggio non è stato eseguito sui campioni del pre-survey. Nel II survey DL era stato registrato un potenziale segnale di tossicità presso AM SE e K3, mentre in A6 era stata evidenziata una tossicità significativa. Tali segnali sono però scomparsi nel III survey DL, fatta eccezione per AM SE, in cui era stata ancora rilevata una potenziale tossicità che si è ridotta a partire dal I survey post lavori. Nell'inverno 2011 la situazione è rimasta stazionaria confermando l'assenza di effetto tossico ovunque (Tab. 3-XXI; fig. 3.43).

Tab 3-XX - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità con *A. tonsa* nei campioni relativi al secondo survey condotto dopo i lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011). In rosso il sito corrispondente ad Annamaria B.

campione	LDR	In (%)	Giudizio
Controllo	0,73±0,10 0,79±0,04 0,81±0,01	-	
A3	0,68±0,09	7	Assenza di effetto
AM SE	0,63±0,13	6	Assenza di effetto
A6	0,83±0,11	-5	Assenza di effetto
A8	0,82±0,04	-1	Assenza di effetto
B3	0,76±0,02	-13	Assenza di effetto
B6	0,69±0,12	6	Assenza di effetto
K1	0,81±0,06	0	Assenza di effetto
K3	0,83±0,06	-2	Assenza di effetto

Tab. 3-XXI - Risultati relativi al saggio di tossicità con *A. tonsa* nei campioni prelevati durante i survey eseguiti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso il sito corrispondente ad Annamaria B.

Campione	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A3	-	-	-	Assenza di effetto	Assenza di effetto
AM SE	Assenza di effetto	Potenziale tossicità	Potenziale tossicità	Assenza di effetto	Assenza di effetto
A6	Assenza di effetto	Tossicità significativa	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto
A8	-	-	-	Assenza di effetto	Assenza di effetto
B3	-	-	-	Assenza di effetto	Assenza di effetto
B6	-	-	-	Assenza di effetto	Assenza di effetto
K1	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto
K3	Assenza di effetto	Potenziale tossicità	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto

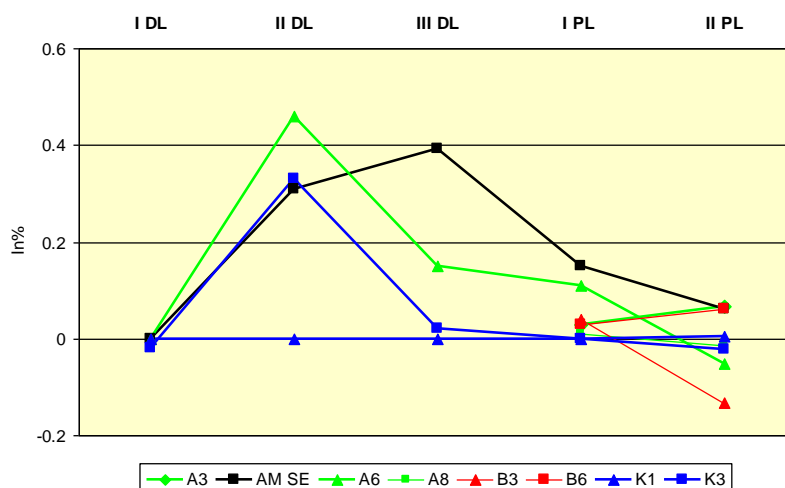


Fig. 3.43 - Andamento del grado di sviluppo larvale (LDR) relativo ai tre monitoraggi condotti durante i lavori di installazione di Annamaria B (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011).

3.6.5. CRASSOSTREA GIGAS

QA-QC - Il test eseguito con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC₅₀ di 15,6 µg l⁻¹ di Cu, che rientra nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (5-33 µg l⁻¹); la percentuale di larve D-shape normalmente sviluppate nel campione di controllo (79±6%) è risultata conforme, in quanto superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Il saggio di embriotossicità applicato agli elutriati dell'inverno 2011 ha evidenziato la completa assenza di tossicità in tutti i campioni esaminati, caratterizzati da una percentuale di larve normalmente formate (percentuale di successo del test normalizzata S%) non significativamente differente dal controllo (Tab. 3-XXII). Ha rappresentato un'eccezione la stazione A8 dove è stata rilevata una tossicità media. Si tratta del primo segnale di tossicità in questo sito e appare difficilmente legato alla presenza della piattaforma in quanto segnali analoghi non sono stati rilevati in siti più vicini alla struttura.

Tab. 3-XXII - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nel secondo survey effettuato dopo i lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011). In rosso il sito corrispondente ad Annamaria B.

campione	% effetto grezzo	S (%)	EC₅₀ %	Giudizio
Controllo	21±6	-	-	-
A3	30±2	88	n.c.	Assente
AM SE	31±1	87	n.c.	Assente
A6	33±1	85	n.c.	Assente
A8	62±6	48	97	Media
B3	39±10	78	n.c.	Assente
B6	33±2	84	n.c.	Assente
K1	31±2	87	n.c.	Assente
K3	33±4	84	n.c.	Assente

Confronto con i survey precedenti - Dal confronto con i risultati ottenuti nei survey precedenti (Tab. 3-XXIII; fig. 3.44) si evidenzia anche per questo organismo una generale assenza di ecotossicità nel tempo. Fanno eccezione l'anomalo segnale riscontrato nel controllo K3 nel I survey durante i lavori e nel I survey successivo alla posa in opera, ora scomparso, e il valore in A8 riscontrato nell'ultimo monitoraggio.

Tab. 3-XXIII - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* effettuato nei tre survey condotti durante i lavori di installazione della piattaforma (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso il sito corrispondente ad Annamaria B.

campione	I DL	II DL	III DL	I PL	II PL
A3	-	-	-	Assente	Assente
AM SE	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
A8	-	-	-	Assente	Media
B3	-	-	-	Assente	Assente
B6	-	-	-	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Molto alta	Assente	Assente	Alta	Assente

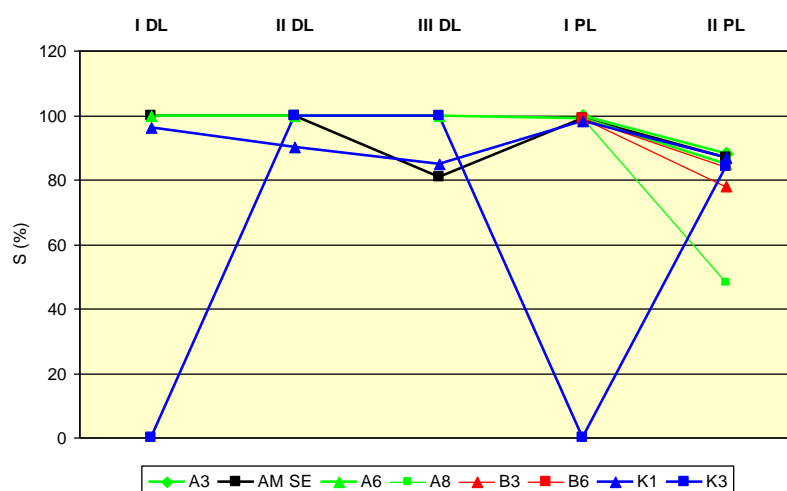


Fig. 3.44 - Andamento delle percentuali di effetto relativo ai tre monitoraggi condotti durante i lavori di installazione di Annamaria B (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei due survey post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011).

3.6.6. HEDISTE DIVERSICOLOR

I parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del test condotto nell'inverno 2011 sono riportati in Tab. 3-XXIV, mentre in Tab. 3-XXV sono riportate le percentuali di mortalità degli organismi rilevate nel test di bioaccumulo.

Le percentuali di mortalità degli organismi osservate sono risultate comparabili a quelle del controllo in A3, A6, B3 e K1 e maggiori nelle altre stazioni (Tab. 3-XXVI).

Tab. 3-XXIV - Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento registrati all'inizio e al termine del test di bioaccumulo effettuato nel secondo survey condotto dopo i lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente ad Annamaria B.

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	16 ± 1	37	8,10	0,5	95 ± 5	15 ± 1°	35	8,11	5	95 ± 5
A3		38	8,13	0,5			38	8,18	0	
AM SE		38	8,14	0,5			37	8,18	0	
A6		38	8,13	0,5			38	8,17	0	
A8		38	8,12	0,5			37	8,14	0,5	
B3		38	8,12	0,5			37	8,10	0,5	
B6		37	8,10	0,5			38	8,13	0	
K1		38	8,12	0,5			38	8,13	0,5	
K3		38	8,13	0,5			38	8,15	0,5	

Tab. 3-XXV - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservati nel test di bioaccumulo registrate nel secondo survey condotto dopo i lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente ad Annamaria B.

campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)
Controllo	18	6 ± 9,6
A3	18	17 ± 16,7
AM SE	18	56 ± 9,6
A6	18	17 ± 16,7
A8	18	61 ± 9,6
B3	18	17 ± 16,7
B6	18	33 ± 17,0
K1	18	22 ± 19,0
K3	18	33 ± 0,0

Risultati del saggio

In Tab. 3-XXVI sono riportate le concentrazioni dei vari metalli rilevate nei differenti siti, mentre in Tab. 3-XXVII sono indicate le differenze tra le concentrazioni rilevate nei tessuti dei policheti esposti ai sedimenti da testare e quelle rilevate al tempo 0 (bianco).

Le concentrazioni di **Alluminio**, **Cromo**, **Nichel** e **Vanadio** sono risultate ovunque sotto i limiti di rilevabilità in tutti gli organismi, dimostrando la non biodisponibilità di questi metalli.

Bario – Gli aumenti di concentrazione rispetto al bianco osservati nei tessuti degli organismi esposti ai sedimenti delle stazioni AM SE e A3 hanno evidenziato una relativa biodisponibilità di questo metallo.

Rame - Le concentrazioni rilevate nei tessuti degli organismi hanno evidenziato il generale rilascio del metallo.

Zinco - Le concentrazioni rilevate nei tessuti degli organismi sono risultate simili al bianco.

Arsenico - L'arsenico non è stato immagazzinato nei tessuti degli organismi testati.

Cadmio e **Piombo** - Questi metalli hanno presentato una concentrazione maggiore del bianco solo nei tessuti degli organismi sottoposti ai sedimenti provenienti dal controllo K3, dimostrando una biodisponibilità molto limitata.

Mercurio - La sua biodisponibilità è risultata trascurabile in quasi tutti i siti, essendo stata rilevata solo nel sedimento B3.

Confronto con i survey precedenti - Le concentrazioni ottenute nei sei survey sino ad ora condotti (pre-survey, tre survey durante i lavori di installazione della piattaforma e due survey post lavori) sono riportate in Tab. 3-XXVIII e in fig. 3.45.

Nell'inverno 2011 appare evidente che la biodisponibilità dei metalli in esame è diminuita rispetto alle campagne precedenti. La mobilità di Vanadio e Nichel osservata nell'estate 2010 non è stata confermata in alcuna stazione. E' stata rilevata anche una diminuzione della mobilità di Bario e Piombo nel sito AM SE, ad indicare che l'effetto dei lavori di posa si sta dissolvendo. Tale andamento è stato evidenziato anche per il Mercurio, la cui biodisponibilità, osservata nell'estate 2010 nelle stazioni del transetto B e nei controlli, non è stata confermata nel survey successivo, fatta eccezione per B3.

Tab. 3-XXVI - Concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* rilevate nel secondo survey condotto dopo i lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011). Bianco = tempo zero 0' - organismi spurgati/non esposti ai sedimenti. In rosso è evidenziata la stazione campionata in corrispondenza di Annamaria B. n.r. = non rilevabile.

campione	Al %	Ba mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	V mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	As mg kg ⁻¹	Cd mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Hg mg kg ⁻¹
bianco	n.r.	4,32	n.r.	19,92	n.r.	n.r.	117,16	1,10	0,11	0,54	0,26
Controllo	n.r.	3,24	n.r.	12,91	n.r.	n.r.	130,55	1,32	0,13	0,25	0,27
A3	n.r.	5,44	n.r.	14,25	n.r.	n.r.	117,12	1,30	0,11	0,38	0,26
AM SE	n.r.	5,76	n.r.	13,04	n.r.	n.r.	126,47	0,93	0,13	0,47	0,26
A6	n.r.	3,50	n.r.	13,78	n.r.	n.r.	137,63	0,83	0,11	0,36	0,24
A8	n.r.	3,73	n.r.	11,20	n.r.	n.r.	97,43	1,21	0,11	0,36	0,26
B3	n.r.	3,08	n.r.	12,95	n.r.	n.r.	124,85	0,82	0,11	0,26	0,37
B6	n.r.	3,41	n.r.	12,25	n.r.	n.r.	120,76	0,95	0,11	0,30	0,24
K1	n.r.	3,36	n.r.	14,70	n.r.	n.r.	110,26	1,11	0,12	0,25	0,25
K3	n.r.	3,49	n.r.	11,12	n.r.	n.r.	119,70	1,01	0,15	0,65	0,25

Tab. 3-XXVII - Differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti testati e il bianco (0') durante il secondo survey condotto dopo i lavori di installazione della piattaforma (inverno 2011). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente ad Annamaria B. n.c. = non calcolabile. Sono indicate in neretto le differenze maggiori del 20% rispetto al bianco.

campione	Al %	Ba mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	V mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	As mg kg ⁻¹	Cd mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Hg mg kg ⁻¹
Controllo	n.c.	-1,08	n.c.	-7,01	n.c.	n.c.	13,39	0,22	0,02	-0,29	0,01
A3	n.c.	1,12	n.c.	-5,67	n.c.	n.c.	-0,04	0,20	0,00	-0,16	0,00
AMSE	n.c.	1,44	n.c.	-6,88	n.c.	n.c.	9,31	-0,17	0,02	-0,07	0,00
A6	n.c.	-0,82	n.c.	-6,14	n.c.	n.c.	20,47	-0,27	0,00	-0,18	-0,02
A8	n.c.	-0,59	n.c.	-8,72	n.c.	n.c.	-19,73	0,11	0,00	-0,18	0,00
B3	n.c.	-1,24	n.c.	-6,97	n.c.	n.c.	7,69	-0,28	0,00	-0,28	0,11
B6	n.c.	-0,91	n.c.	-7,67	n.c.	n.c.	3,59	-0,15	0,00	-0,24	-0,02
K1	n.c.	-0,96	n.c.	-5,22	n.c.	n.c.	-6,90	0,01	0,01	-0,29	0,01
K3	n.c.	-0,83	n.c.	-8,79	n.c.	n.c.	2,54	-0,09	0,04	0,11	-0,01

Tab. 3-XXVIII - Confronto tra le concentrazioni dei metalli pesanti (mg kg⁻¹; l'alluminio è espresso in %) rilevate nei tessuti degli organismi costituenti i campioni di bianco e quelle relative ai policheti esposti ai sedimenti testati nel pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione di Annamaria B ((I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). In rosso è indicata la stazione campionata in corrispondenza della piattaforma. n.r. = non rilevabile.

campione	Al						Ba						Cr						Cu					
	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL
bianco	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0,90	4,77	4,38	4,32	1,88	1,66	0,34	1,25	0,42	n.r.	34,48	17,66	24,07	27,36	16,29	19,92
A3					n.r.	n.r.						4,78	5,44				n.r.	n.r.					12,64	14,25
AM SE	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	1,41	3,98	9,29	5,76	0,54	0,67	0,35	n.r.	n.r.	n.r.	18,02	18,95	16,40	14,54	14,98	13,04
A6	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0,59	3,93	4,3	3,5	0,53	0,55	0,30	n.r.	n.r.	n.r.	17,09	17,23	13,13	19,89	11,50	13,78
A8					n.r.	n.r.						3,79	3,73				n.r.	n.r.					11,76	11,20
B3					n.r.	n.r.						4,71	3,08				n.r.	n.r.					10,72	12,95
B6					n.r.	n.r.						3,67	3,41				n.r.	n.r.					11,56	12,25
K1	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0,83	5,60	3,61	3,36	0,75	0,45	0,37	n.r.	n.r.	n.r.	13,62	8,64	16,24	14,28	10,41	14,70
K3	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	0,57	4,13	3,76	3,49	0,69	0,53	0,32	n.r.	n.r.	n.r.	16,64	10,23	14,70	17,90	9,78	11,12

campione	Ni						V						Zn						As						
	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	
bianco	4,04	2,36	1,53	1,99	1,68	n.r.	1,67	1,35	0,40	0,61	0,33	n.r.	104,4	98,1	88,0	202,1	85,9	117,2	0,81	0,69	2,45	1,04	0,96	1,10	
A3					1,57	n.r.						0,63	n.r.					95,7	117,1					0,94	1,30
AM SE	2,51	1,85	2,34	2,34	2,70	n.r.	1,11	1,02	0,90	0,39	0,41	n.r.	93,7	142,0	70,0	136,1	107,2	126,5	1,16	0,88	2,98	1,00	0,82	0,93	
A6	2,38	2,68	2,23	2,51	3,03	n.r.	1,18	0,99	0,79	0,55	0,48	n.r.	88,7	107,0	81,8	160,1	88,9	137,6	1,29	1,07	2,64	1,18	1,12	0,83	
A8					1,90	n.r.						0,70	n.r.					89,6	97,4					0,90	1,21
B3					2,77	n.r.						0,67	n.r.					100,2	124,9					1,11	0,82
B6					2,12	n.r.						0,50	n.r.					92,5	120,8					0,78	0,95
K1	3,06	1,99	2,04	3,21	2,62	n.r.	1,24	0,96	0,84	0,61	0,62	n.r.	96,9	72,6	86,3	153,9	89,1	110,3	1,17	0,94	2,83	1,14	1,11	1,11	
K3	1,96	1,85	1,57	2,36	2,02	n.r.	1,30	0,95	0,87	0,64	0,57	n.r.	105,2	86,0	88,4	103,4	96,7	119,7	1,42	0,82	3,19	1,92	1,11	1,01	

campione	Cd						Pb						Hg						
	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	PS	IDL	II DL	III DL	I PL	II PL	
bianco	0,083	0,055	0,091	0,120	0,106	0,110	0,78	0,50	0,30	0,76	0,28	0,54	0,059	0,099	0,046	0,150	0,086	0,260	
A3					0,110	0,110						0,27	0,38					0,089	0,260
AM SE	0,058	0,054	0,089	0,090	0,105	0,130	0,30	0,19	0,42	0,38	1,04	0,47	0,064	0,153	0,045	0,135	0,065	0,260	
A6	0,059	0,078	0,094	0,143	0,109	0,110	0,19	0,43	0,36	0,99	0,36	0,36	0,059	0,123	0,049	0,092	0,082	0,240	
A8					0,100	0,110						0,29	0,36					0,092	0,260
B3					0,140	0,110						0,27	0,26					0,126	0,370
B6					0,109	0,110						0,26	0,30					0,104	0,240
K1	0,076	0,062	0,097	0,110	0,107	0,120	0,31	0,25	0,24	0,45	0,22	0,25	0,072	0,109	0,058	0,141	0,107	0,250	
K3	0,066	0,071	0,093	0,112	0,114	0,150	0,57	0,24	0,28	0,63	0,24	0,65	0,063	0,119	0,055	0,162	0,108	0,250	

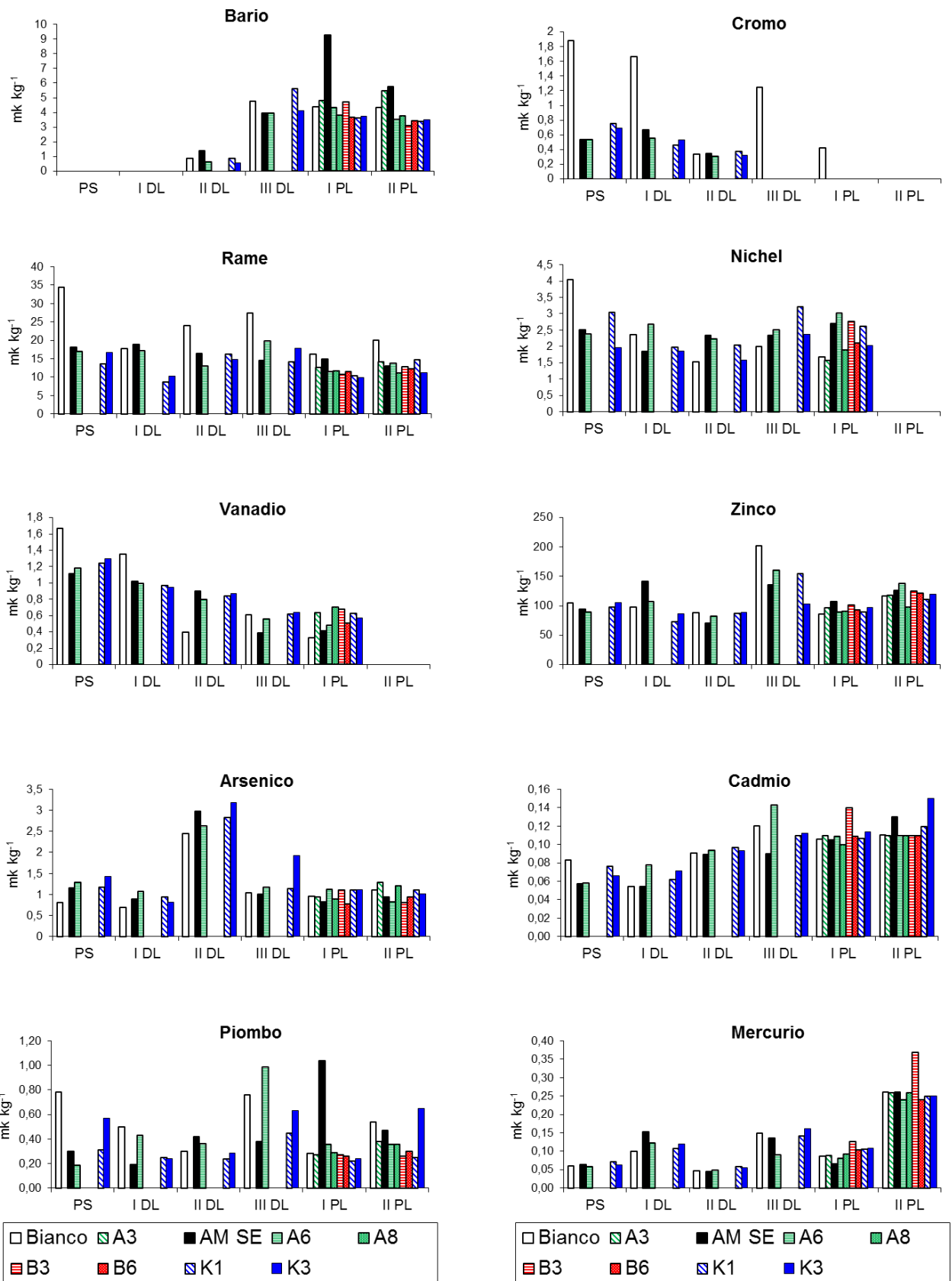


Fig. 3.45 - Confronto tra le differenze delle concentrazioni di metalli pesanti rilevate nei tessuti degli organismi del bianco e quelli testati nel pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre monitoraggi condotti durante i lavori di installazione (I DL: inverno 2009; II DL: estate 2009; III DL: inverno 2010) e nei due monitoraggi effettuati dopo i lavori di installazione della piattaforma (I PL: estate 2010; II PL: inverno 2011). Non è riportato l'alluminio essendo risultato sempre al di sotto del limite di rilevabilità.

3.7. ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKERS E INDAGINI ULTRASTRUTTURALI NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI SOMMERSE DELLA PIATTAFORMA

3.7.1. MATERIA ORGANICA ESTRATTA, BIOACCUMULO DI IDROCARBURI ALIFATICI, POLICICLICI AROMATICI E METALLI PESANTI

Materia organica estratta - Il contenuto di materia organica estratta nel corso dell'inverno 2011 ha mostrato livelli di $2,7 \pm 0,2\%$ presso il sito di controllo, di $1,9 \pm 0,1\%$ nei mitili prelevati vicino gli anodi e $0,9 \pm 0,1\%$ in quelli lontano dagli anodi, con differenze significative tra tutti i tre siti (Tab. 3-XXIX).

Tab. 3-XXIX - Distribuzione della MOE (% \pm d.s.) e degli idrocarburi alifatici rilevati nei tessuti di mitili (media \pm d.s.) prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi sacrificali della piattaforma Annamaria B e dal sito di controllo nell'inverno 2011. LoD = Limite di rilevabilità strumentale. nc = non calcolabile.

	Controllo	VA	LA
MOE%	2,7 \pm 0,2	1,9 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1
Test U		*	*
C15	< LoD	< LoD	< LoD
C16	< LoD	< LoD	< LoD
C17	< LoD	< LoD	< LoD
C18	< LoD	< LoD	< LoD
C19	< LoD	< LoD	< LoD
C20	< LoD	< LoD	< LoD
C21	< LoD	< LoD	< LoD
C22	< LoD	< LoD	< LoD
C23	< LoD	< LoD	< LoD
C24	< LoD	< LoD	< LoD
C25	< LoD	< LoD	< LoD
C26	< LoD	< LoD	< LoD
C27	< LoD	< LoD	< LoD
C28	< LoD	< LoD	< LoD
C29	< LoD	< LoD	< LoD
C30	< LoD	< LoD	< LoD
C31	< LoD	< LoD	< LoD
Pristano	< LoD	< LoD	< LoD
Fitano	< LoD	< LoD	< LoD
Σ_{IA}			
Test U		nc	nc

Idrocarburi alifatici – Nell'inverno 2011 i livelli di idrocarburi alifatici sono risultati inferiori al limite di rilevabilità strumentale per tutti i fingerprints investigati

nel segmento C₁₅-C₃₂ (Tab. 3-XXIX); ciò ha comportato l'impossibilità di calcolare i relativi indici distributivi ad essi correlati.

Idrocarburi Policiclici Aromatici – Anche i livelli di IPA determinati nei tessuti dei bivalvi prelevati presso i siti della piattaforma e al controllo nell'inverno 2011 sono risultati inferiori al limite di rilevabilità strumentale (Tab. 3-XXX).

Confrontando la distribuzione evidenziata con quanto presente in letteratura, i valori osservati appaiono inferiori a quelli registrati in aree marine e marino-costiere soggette a un moderato impatto antropico e a quelli rilevati presso altre strutture di estrazione off-shore dell'alto e medio Adriatico (Fabi *et al.*, 2005a; 2005b; Carro *et al.*, 2006; Fabi *et al.*, 2006a; Lima *et al.*, 2007; Fabi *et al.*, 2009; 2010b; 2010c).

Tab. 3-XXX - Distribuzione degli idrocarburi policiclici aromatici prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi sacrificali della piattaforma Annamaria B e dal sito di controllo nell'inverno 2011. Valori espressi in ng/g p.s. (\pm d.s.); LOQ = limite di rilevabilità strumentale. n.c. = non calcolabile.

Inverno 2011	Controllo	VA	LA
Naftalene	< LOD	< LOD	< LOD
Acenaftene	< LOD	< LOD	< LOD
Acenaftilene	< LOD	< LOD	< LOD
Fluorene	< LOD	< LOD	< LOD
Fenantrene	< LOD	< LOD	< LOD
Antracene	< LOD	< LOD	< LOD
Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
Pirene	< LOD	< LOD	< LOD
B[a]Antracene	< LOD	< LOD	< LOD
Crisene	< LOD	< LOD	< LOD
B[b]Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
B[k]Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
B[a]Pirene	< LOD	< LOD	< LOD
DiB[a,h]A	< LOD	< LOD	< LOD
BghiPerilene	< LOD	< LOD	< LOD
Indeno [c,d] pirene	< LOD	< LOD	< LOD
Σ_{ipa}			
Test U		nc	nc

Metalli pesanti - L'analisi della distribuzione evidenziata negli organismi prelevati dalle parti sommerse di Annamaria B nell'inverno 2011 tende a dimostrare un accumulo significativo di Pb, Zn, As, Cd, Ba, Al e V nei mitili provenienti da uno o entrambi i siti della piattaforma rispetto a quelli di controllo (Tabb. 3-XXXI e 3-XXXII). Nel complesso, l'elemento maggiormente accumulato è risultato lo zinco,

seguito dall'alluminio, per i quali sono stati registrati i livelli più alti rispettivamente nel sito LA e in VA. In LA sono stati registrati i valori maggiori anche di Cd, Ba e V. Tutti gli altri metalli ricercati hanno presentato una distribuzione omogenea tra i tre siti di prelievo, non essendo state evidenziate differenze statisticamente significative tra VA, LA e controllo. Nel complesso, i livelli medi riscontrati sono in linea con quelli osservati in un precedente studio pluriennale condotto da Fattorini *et al.* (2008), mirato a valutare la biodisponibilità di metalli pesanti evidenziata da mitili prelevati presso diverse piattaforme ubicate nel mare Adriatico settentrionale e centrale, da Gorbi *et al.* (2008) presso la piattaforma "Giovanna" e da Fabi *et al.* (2004a; 2005a; 2005b; 2006a; 2009; 2010b; 2010c) presso varie piattaforme estrattive off-shore dell'Adriatico centro-settentrionale.

Tab. 3-XXXI - Distribuzione dei metalli in traccia rilevati nei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) campionati presso la piattaforma Annamaria B nel corso della campagna invernale 2011. Valori espressi in mg/Kg p.s. (\pm d.s.). LA = lontano anodo di sacrificio; VA = vicino anodo di sacrificio.

	Controllo	VA	LA
Pb	2,10 \pm 0,01	2,17 \pm 0,02	2,11 \pm 0,01
Zn	143,81 \pm 0,08	169,82 \pm 0,08	182,06 \pm 0,07
Ni	1,2 \pm 0,1	1,11 \pm 0,2	1,2 \pm 0,2
As	6,2 \pm 0,2	7,2 \pm 0,4	6,2 \pm 0,3
Hg	0,009 \pm 0,001	0,010 \pm 0,001	0,011 \pm 0,001
Cr tot	1,34 \pm 0,12	1,11 \pm 0,11	1,34 \pm 0,15
Cu	2,01 \pm 0,09	1,74 \pm 0,05	2,09 \pm 0,07
Cd	0,16 \pm 0,01	0,23 \pm 0,01	0,36 \pm 0,01
Ba	0,57 \pm 0,02	3,27 \pm 0,03	4,12 \pm 0,04
Al	29,84 \pm 0,17	42,94 \pm 0,05	23,27 \pm 0,22
V	0,55 \pm 0,01	1,55 \pm 0,01	1,82 \pm 0,01

Tab. 3-XXXII – Risultati dei confronti statistici relativi alla distribuzione dei metalli pesanti nei siti della piattaforma Annamaria B (vicino anodo, VA; lontano anodo, LA) rispetto al controllo (test U - Mann-Whitney). * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

	Controllo vs VA	Controllo vs LA	VA vs LA
Pb	*	ns	ns
Zn	*	*	*
Ni	ns	ns	ns
As	*	ns	*
Hg	ns	ns	ns
Cr tot	ns	ns	ns
Cu	ns	ns	ns
Cd	*	*	*
Ba	*	*	*
Al	*	*	*
V	*	*	*

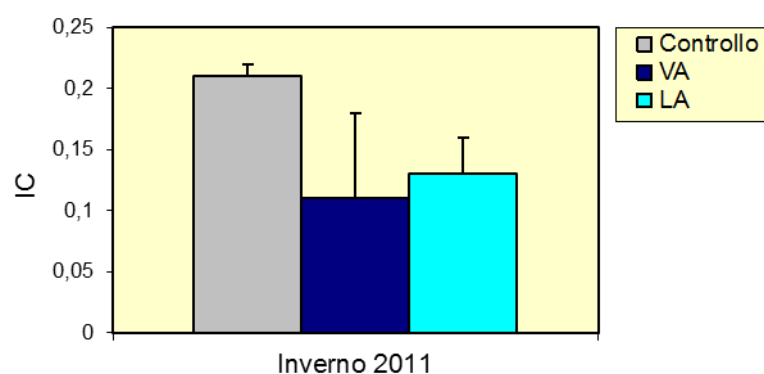
3.7.2. BIOMARKERS

In Tab. 3-XXXIII sono riportati i valori dei biomarkers analizzati nei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dall'anodo di sacrificio della piattaforma Annamaria B e nel sito di controllo nel corso dell'inverno 2011.

Tab. 3-XXXIII - Valori medi dei biomarkers (\pm d.s.) determinati nei mitili campionati nell'inverno 2011 nel sito di controllo, vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio di Annamaria B.

Biomarker	Unità di misura	Controllo	VA	LA
Indice di condizione	p.s. animale / p.s. conchiglia	0,21 \pm 0,01	0,11 \pm 0,07	0,13 \pm 0,03
Stress on Stress	LT50 (gg)	9,0	8,5	9,4
Proteine totali	μ g	300,14 \pm 52,8	449,48 \pm 77,4	458,48 \pm 45,0
Stabilità lisosmiale	min	45,0 \pm 3,5	32,0 \pm 2,5	35,0 \pm 2,0
Volume lisosomi / citoplasma	adimensionale	0,21 \pm 0,01	0,19 \pm 0,08	0,18 \pm 0,09
Catalasi	μ mol/min/mg di proteine	0,019 \pm 0,001	0,025 \pm 0,002	0,027 \pm 0,003
Malondialdeide	nmol Mda g ⁻¹ tessuto	29,2 \pm 5,6	32,4 \pm 6,9	27,6 \pm 4,4
Metallotioneine	μ g MT/g	90,1 \pm 7,0	115,9 \pm 5,7	103,8 \pm 4,8
Lipofuscine	densità ottica / pixels ²	5028 \pm 285	6146 \pm 540	6050 \pm 520
Lipidi neutri	densità ottica / pixels ²	31291 \pm 3541	32540 \pm 2401	30280 \pm 3201
Micronuclei	frequenza ‰	0,9 \pm 0,2	1,0 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1
qPCR _{MT10}	Induzione	1,0	1,18	1,38
qPCR _{MT20}		1,0	2,28	1,98

Indice di Condizione - I mitili prelevati nel corso dell'inverno 2011 hanno evidenziato valori medi compresi tra 0,11 \pm 0,07 e 0,21 \pm 0,01, osservati rispettivamente presso VA e al controllo (Tab. 3-XXXIII; fig. 3.46). Entrambi i siti della struttura hanno presentato livelli medi significativamente inferiori rispetto al controllo. In generale, l'applicazione di tale indice fornisce un'informazione complessiva circa lo stato di salute dell'organismo (o della popolazione), rappresentando la somma dell'attività fisiologica dell'animale (crescita, riproduzione e secrezione). Il valore ricavato dà, infatti, informazioni sulla massa corporea dell'individuo rispetto alla grandezza della conchiglia, ovvero nell'allocazione delle risorse energetiche dell'organismo. Si è osservato che organismi in ambienti poco salubri impiegano parte delle risorse disponibili per controbilanciare l'effetto della forza stressante, quale essa sia, a discapito della crescita in massa corporea (Lucas e Beninger, 1985).



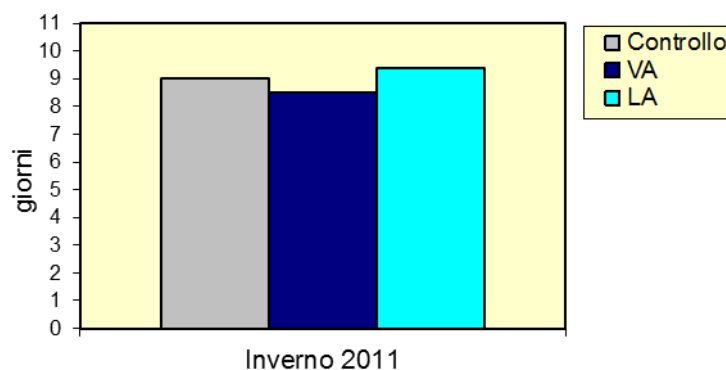
Inverno 2011	Controllo	VA	LA
Controllo		*	*
VA	*		ns
LA	*	ns	

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

Fig. 3.46 - Distribuzione dei valori medi (\pm d.s.) dell'indice di condizione riscontrati negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

La distribuzione evidenziata nell'inverno 2011 tende, quindi, a sottolineare una moderata alterazione negli organismi prelevati presso la struttura. L'entità delle differenze riscontrate tra i siti di Annamaria B e il controllo non indicano, tuttavia, una risposta fisiologica particolarmente intensa (Pampanin *et al.*, 2005); i valori rilevati risultano, inoltre, comparabili a quelli riscontrati nelle precedenti attività di monitoraggio su analoghe strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006a; 2009; 2010b; 2010c).

Sopravvivenza in aria - Nell'inverno 2011 i mitili prelevati presso la piattaforma Annamaria B hanno presentato una sopravvivenza all'aria, misura dello stress on stress, compresa tra 8,5 e 9,4 gg, rispettivamente registrati nei siti VA ed LA della piattaforma (Tab. 3-XXXIII; fig. 3.47). I valori sono risultati omogeneamente distribuiti e in nessun caso si sono rilevate differenze significative tra i mitili prelevati presso entrambi i siti della piattaforma rispetto a quelli provenienti dal controllo. Le risposte osservate evidenziano una scarsa alterazione a livello fisiologico nei bivalvi esaminati. I tempi di sopravvivenza osservati sono simili, e in alcuni casi superiori, a quelli che emergono dai risultati di studi analoghi condotti in precedenza su piattaforme come PCMS-1 (Fabi *et al.*, 2005a), Calipso (Fabi *et al.*, 2006a; Gomiero *et al.*, 2011), Naide (Fabi *et al.*, 2009), Clara Nord (Fabi *et al.*, 2010a) e Clara Est (5Fabi *et al.*, 2010b).



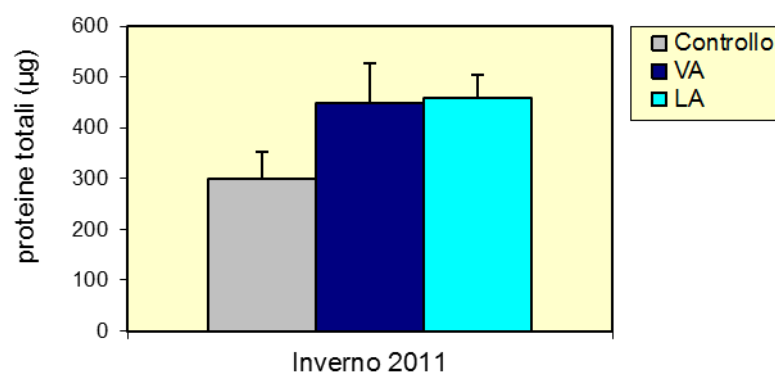
Inverno 2011	Controllo	VA	LA
Controllo		ns	ns
VA	ns		ns
LA	ns	ns	

Test Kaplann-Meier, (ns = non significativo) $p < 0,05$

Fig. 3.47 - Distribuzione dei tempi di sopravvivenza all'aria riscontrati negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

Proteine totali - I livelli di proteine totali sono risultati compresi tra $300,14 \pm 52,8 \mu\text{g}$ (controllo) e $458,48 \pm 45,00 \mu\text{g}$ (LA), con differenze significative (test Mann. Whitney, $p < 0,05$) tra questi due siti (fig. 3.48).

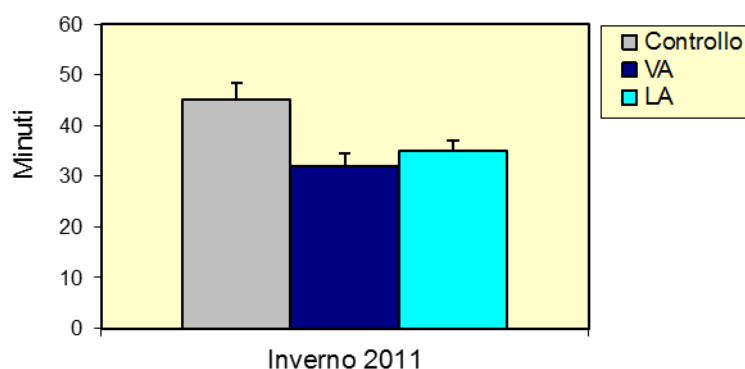
Stabilità delle membrane lisosomiali – Nell'inverno 2011 sono stati evidenziati tempi medi di destabilizzazione compresi tra $32,0 \pm 2,5 \text{ min}$ e $45,0 \pm 3,5 \text{ min}$ osservati rispettivamente presso VA e il controllo (Tab. 3-XXXIII; fig. 3.49). Rispetto agli organismi di riferimento, entrambi i siti della piattaforma hanno presentato un aumento significativo della fragilità lisosomiale (test Anova, $p < 0,05$) evidenziando un leggero stato di stress nei bivalvi prelevati presso la piattaforma. Comunque, confrontando i risultati con quelli di analoghe attività di biomonitoraggio si osserva come i valori medi determinati finora presso Annamaria B risultino simili, e in alcuni casi superiori, agli analoghi registrati precedentemente su analoghe strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2006a; 2010;b 2010c; Gomiero *et al.*, 2011) e presso altre aree dell'alto Adriatico (Petrovic *et al.*, 2004). Essi risultano invece inferiori a quelli riportati da Gorbi *et al.* (2008), ottenuti però con una differente metodologia d'analisi.



Inverno 2011	Controllo	VA	LA
Controllo		Ns	*
VA	ns		ns
LA	*	Ns	

Test Mann. Whitney (ns = non significativo; * = p < 0,05)

Fig. 3.48 – Proteine totali rilevate negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.



Inverno 2011	Controllo	VA	LA
Controllo		*	*
VA	*		ns
LA	*	ns	

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

Fig. 3.49 - Valori medi (\pm d.s.) dei tempi di destabilizzazione espressi in min ed associati alla fragilità dei lisosomi della ghiandola digestiva di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

Volume lisosomi / citoplasma – I mitili prelevati nell'inverno 2011 presso la piattaforma Annamaria B hanno presentato valori del rapporto volume lisosmi/citoplasma compresi tra $0,21 \pm 0,01$ (controllo) e $0,18 \pm 0,09$ (LA; Tab. 3-XXXIII; fig. 3.50).

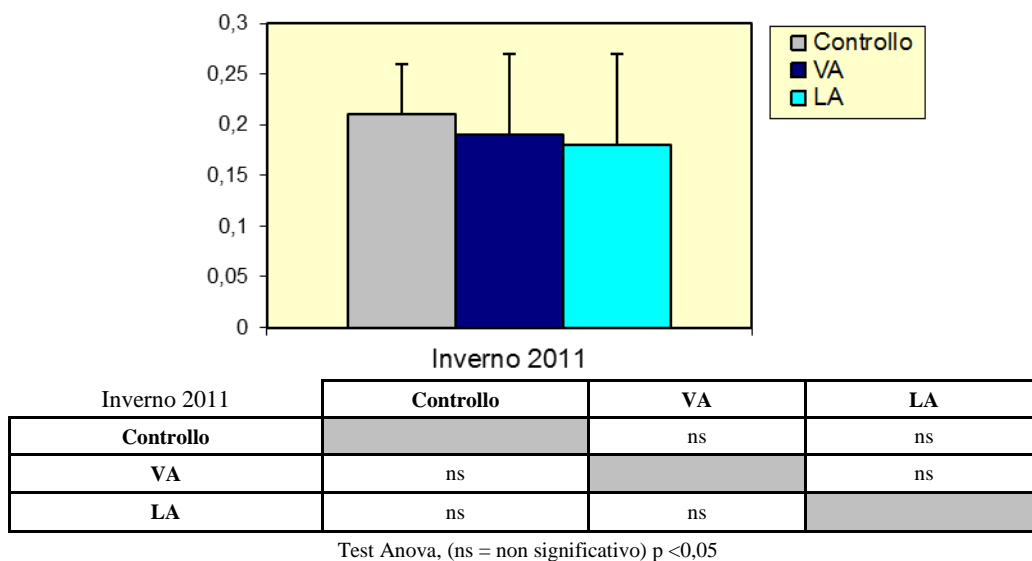
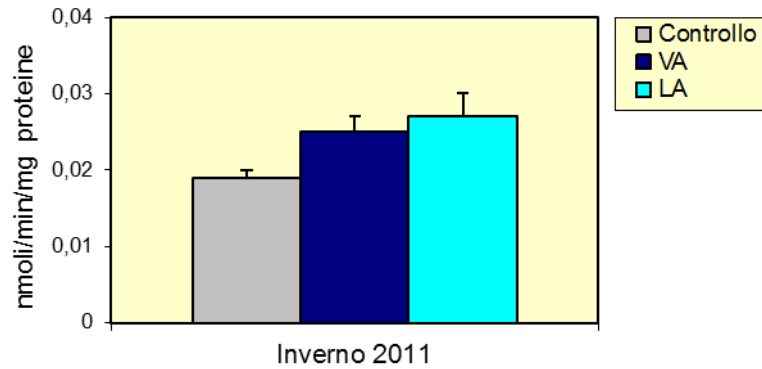


Fig. 3.50 - Distribuzione dei valori medi (\pm d.s.) del volume lisosomi / citoplasma nei mitili prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

In nessun caso si sono evidenziate differenze significative tra i siti investigati (test Anova), indicando scarse alterazioni del comparto lisosomiale negli organismi investigati.

Catalasi - L'attività di catalasi misurata nelle ghiandole digestive dei bivalvi prelevati presso i siti della piattaforma e nel controllo nell'inverno 2011 è risultata compresa tra $0,019 \pm 0,001$ $\mu\text{moli}/\text{min mg}$ di proteine totali (controllo) e $0,027 \pm 0,003$ $\mu\text{moli}/\text{min mg}$ di proteine totali (LA; Tab. 3-XXXIII; fig. 3.51). In entrambi i siti della struttura si sono riscontrati aumenti significativi dei livelli di catalasi rispetto al controllo (test Mann Whitney, $p < 0,05$). Le risposte biologiche osservate hanno evidenziato una leggera stimolazione dei meccanismi enzimatici di protezione contro gli agenti ossidanti presenti nell'ambiente investigato e si collocano all'interno del range riportato nella più recente letteratura inerente piani di monitoraggio presso analoghe strutture estrattive (piattaforme Naomi-Pandora, Naide, Calipso, Clara Nord e Clara Est; Fabi *et al.*, 2005b; 2006a; 2009; 2010b; 2010c) e di recenti studi tesi a comprendere il normale andamento di questo parametro biochimico (Bocchetti *et al.*, 2006).



Inverno 2010	Controllo	VA	LA
Controllo		*	*
VA	*		ns
LA	*	ns	

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

Fig. 3.51 - Valori medi (\pm d.s.) dell'attività di catalasi (μmoli di catalasi/min. mg^{-1} proteine totali estratte) associata alla ghiandola digestiva di mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

Malondialdeide - I livelli medi determinati nell'inverno 2011 sono risultati compresi tra $27,6 \pm 4,4$ e $32,4 \pm 6,9$ nmoli/g osservati rispettivamente presso i siti LA e VA (Tab. 3-XXXIII; fig. 3.52). In nessun caso si sono osservate differenze statisticamente significative tra i tre punti di prelievo. I risultati ottenuti tendono ad escludere la presenza di un effetto permanente patito dalle strutture cellulari degli organismi analizzati. Associando tali risultati a quelli relativi alla determinazione delle attività di catalasi, si osserva la presenza di un effetto biologico temporaneo associato allo stress ossidativo che tuttavia non comporta, almeno in queste fasi iniziali, effetti permanenti negli organismi. Tale forma di stress appare per lo più in forma moderata ed acuta (attività di catalasi) piuttosto che cronica (livelli citosolici di MDA), risultando scarsamente preoccupante. Ciò viene confermato dai dati riportati in letteratura che tendono ad evidenziare valori superiori a quelli osservati sia in esperimenti di biomonitoraggio attivo con mitili (Michael *et al.*, 1992; Viarengo *et al.*, 2007) che su analoghe piattaforme (Fabi *et al.*, 2006a; 2009; 2010b; 2010c).

Metallotioneine - I livelli medi rilevati nell'inverno 2011 sono risultati compresi tra $90,1 \pm 7,0$ μg MT/g di tessuto (controllo) e $115,9 \pm 5,7$ μg MT/g di tessuto (VA; Tab.

3-XXXIII; fig. 3.53). In entrambi i siti della piattaforma i valori sono risultati significativamente superiori a quelli rilevati presso il controllo (test Anova, $p < 0,05$).

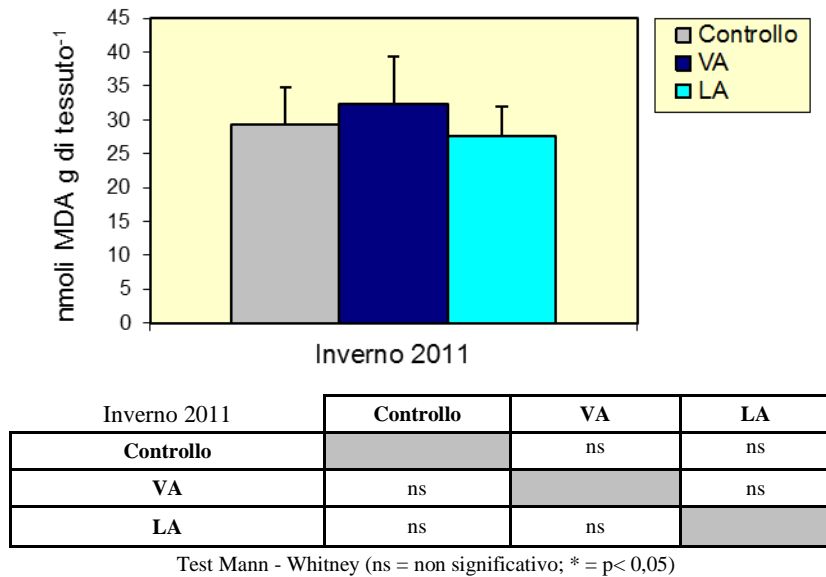


Fig. 3.52 - Valori medi (\pm d.s.) di MDA associata alla ghiandola digestiva di mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

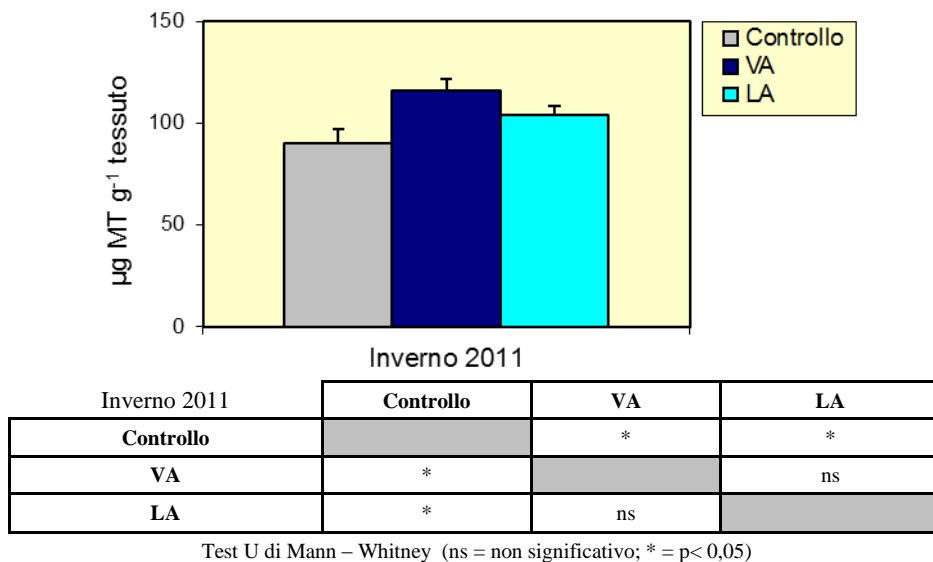


Fig. 3.53 - Concentrazioni medie (\pm d.s.) di metallotioneine rilevate nella ghiandola digestiva di mitilo (*M. galloprovincialis*) prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

Ciò potrebbe essere legato ad alcune differenze in termini di composizione e abbondanza complessiva del corredo proteico dei mitili analizzati, associate alle diverse caratteristiche trofiche e oceanografiche dei siti investigati. Tuttavia, non

viene esclusa la presenza di una significativa, seppur moderata, risposta biologica alla presenza di metalli pesanti.

Le risposte biologiche finora rilevate rimangono più contenute rispetto a quanto evidenziato per altre piattaforme metanifere collocate nella medesima zona di studio: Naomi-Pandora (76,3-284,4 $\mu\text{g MT/g}$ di tessuto; Fabi *et al.*, 2005b); Calipso (119,8÷137,9 $\mu\text{g/g}$; Fabi *et al.*, 2006a; Gomiero *et al.*, 2011); Naide (59,4÷168,1 $\mu\text{g/g}$; Fabi *et al.*, 2009).

Livelli di lipofuscine – I livelli di lipofuscine evidenziati nei mitili prelevati nell'inverno 2011 sono risultati compresi tra i 5028±285 (controllo) e 6146±540 unità di densità ottica/pixel² (VA; Tab. 3-XXXIII; fig. 3.54). In entrambi i siti della struttura si sono evidenziati significativi incrementi rispetto al controllo. I livelli medi assunti non portano, tuttavia, ad ipotizzare alcuna criticità correlabile alla presenza di stress perossidativo a carico degli organismi analizzati; l'andamento di tale parametro verrà ulteriormente approfondito nel corso dei survey successivi. Da un confronto con la letteratura, quanto ottenuto è inferiore ai livelli evidenziati nel corso di precedenti esperienze di monitoraggio in aree costiere dell'Adriatico settentrionale (Petrovic *et al.*, 2004) o su analoghe piattaforme (Fabi *et al.*, 2006a; 2009; Gorbi *et al.*, 2008).

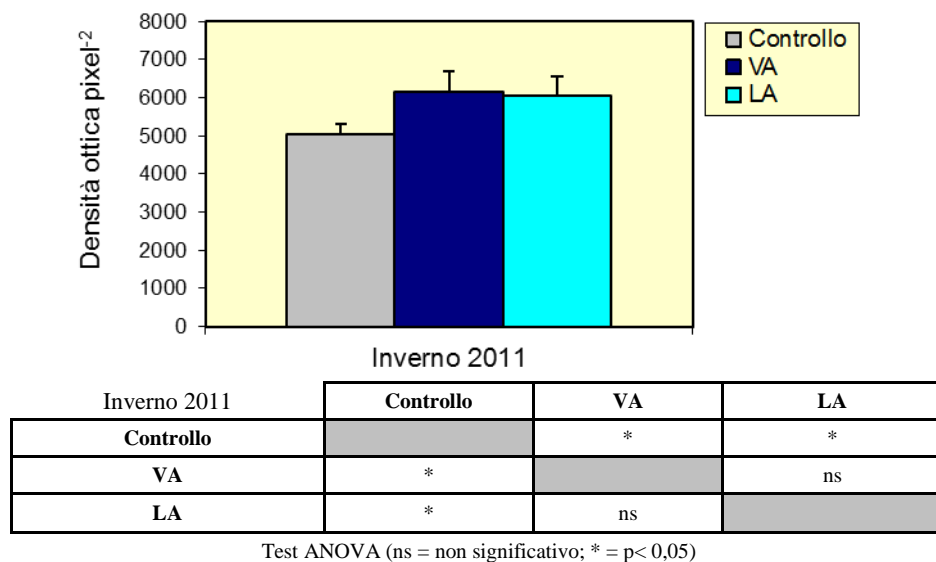


Fig. 3.54 - Valori medi (\pm d.s.) di accumulo di lipofuscine associate ai lisosomi della ghiandola digestiva di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

Livelli di lipidi neutri - La distribuzione dei livelli di lipidi neutri relativa all'inverno 2011 ha mostrato valori medi di densità ottica omogeneamente distribuiti tra i siti investigati, variando tra 30280 ± 3201 (LA) e 32540 ± 2401 unità di densità ottica/pixel² (VA), senza evidenziare differenze significative tra i siti (Tab. 3-XXXIII; fig. 3.55). Tale andamento tende ad escludere un'alterazione biologica associata alla sintesi dei lipidi nell'organismo a causa della potenziale presenza di sostanze xeno-biotiche biodisponibili quali i composti organici, sostanze capaci di alterare il normale metabolismo lipidico di un organismo marino. Il contenuto lipidico totale della ghiandola digestiva è, infatti, costituito per circa l'80% da lipidi neutri insaturi. Allo stesso modo, è stato osservato che, in organismi esposti a contaminanti organici (PCB, IPA, diossine), vi sia un incremento sostanziale dell'accumulo di lipidi neutri associati a lisosomi secondari. Confrontando i risultati ottenuti nel corso della presente campagna con la più recente letteratura si evidenziano risposte nella norma e assimilabili ad organismi soggetti a una bassa pressione antropica (Fabi *et al.*, 2006a; 2009; 2010b; 2010c; Gorbi *et al.*, 2008).

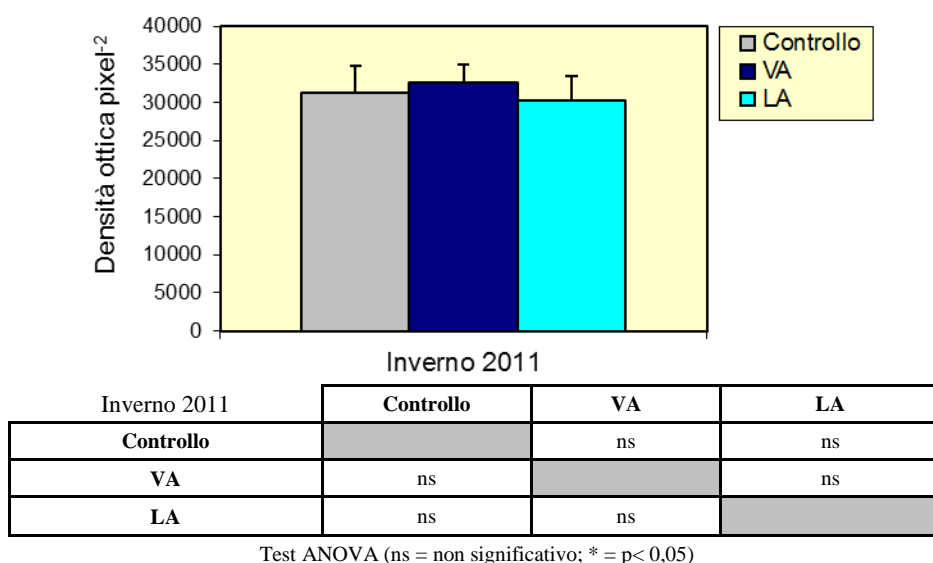
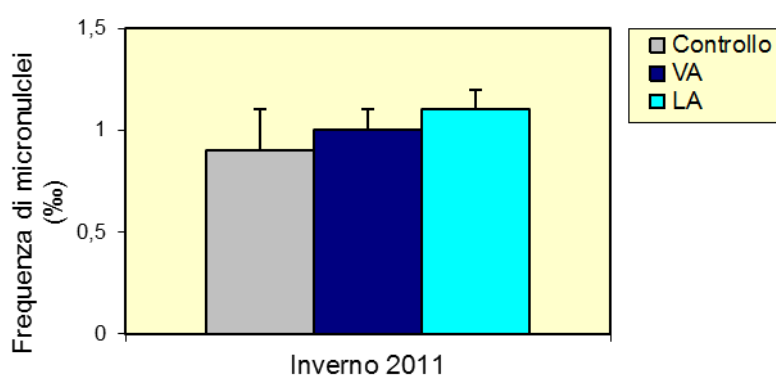


Fig. 3.55 - Valori medi (\pm d.s.) di accumulo di lipidi neutri associate ai lisosomi della ghiandola digestiva di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

Test dei micronuclei – I risultati relativi all'inverno 2011 hanno evidenziato una distribuzione di frequenze omogenea tra i siti investigati e compresa tra $0,9 \pm 0,2\%$ del controllo e $1,1 \pm 0,1\%$ per i bivalvi prelevati presso LA (Tab. 3-XXXIII; fig.

3.56). Ciò, nel complesso, tende ad evidenziare un'iniziale scarsa genotossicità ovunque. Le frequenze finora rilevate nei mitili prelevati presso Annamaria B appaiono estremamente contenute rispetto a quanto riportato per aree interessate da fenomeni di inquinamento più marcati (Bolognesi *et al.*, 1996; 2004). I valori ottenuti sono invece confrontabili con i risultati di precedenti biomonitoraggi ambientali in aree costiere interessate da una scarsa pressione antropica (Bolognesi *et al.*, 2004; Daillanis *et al.*, 2003) e su analoghe piattaforme metanifere (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006a; 2009; 2010b; 2010c).



Inverno 2011	Controllo	VA	LA
Controllo		ns	ns
VA	ns		ns
LA	ns	ns	

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

Fig. 3.56 - Distribuzione della frequenza media (\pm d.s.) di micronuclei riscontrati nell'emolinfa di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali di Annamaria B (VA e LA) e nel sito di controllo.

qPCR (Polymerase Chain Reaction) - I risultati relativi all'inverno 2011 (Tab. 3-XXXIII) tendono ad evidenziare una moderata induzione del MT_{20} in entrambi i siti della piattaforma (VA: 2,28 volte; LA: 1,98 volte) rispetto al controllo (Up-regulation). Diversamente, l' MT_{10} è apparso scarsamente stimolato in tutti i siti. L'espressione di quest'ultimo gene risulta correlata all'omeostasi di cationi tipicamente essenziali allo sviluppo e alla corretta funzionalità cellulare nel mitilo quali: Ca, Mg, Zn, Fe e, in piccole quantità, Cu. Il gene MT_{20} risulta indotto in presenza di cationi non essenziali quali As, Be, Cd, Cs, Hg e Pb.

I risultati osservati applicando la tecnica della PCR quantitativa tendono a sostenere il trend osservato dosando i livelli citosolici di metallotioneine e a dimostrare ulteriormente che l'aumento osservato può essere correlato per lo più alla presenza di metalli non essenziali. Ciò trova ulteriore riscontro anche dallo studio dei livelli di elementi in traccia osservati nello stesso periodo di indagine. I livelli di induzione osservati (+1,18 ÷ +2,28) appaiono comunque moderati rispetto a quelli riportati per mitili prelevati presso aree marine-costiere interessate da diverse attività tra cui industriali, agricole ed urbane (+0,86 ÷ +165,0; Banni *et al.*, 2007).

3.7.3. ANALISI ULTRASTRUTTURALI

3.7.3.1 Analisi correlata di Microscopia Ottica Convenzionale e Microscopia SEM

L'analisi dei dati congiunti di microscopia ottica + SEM si è rivelata molto utile per la caratterizzazione delle diverse tipologie di tessuto e per l'identificazione di alcune loro peculiarità. Diversi esempi di queste descrizioni morfologiche ad alta risoluzione sono stati evidenziati da cerchi nelle immagini SEM delle sezioni riportate nelle figg. 3.57-3.73 e hanno consentito di caratterizzare tipologie di tessuto quali zone reticolate, aree fibrose, macrocanali di trasporto, ghiandole e altre strutture funzionali. Più in dettaglio, lo screening combinato ottica convenzionale + SEM ha consentito di evidenziare l'occorrenza di anomalie tissutali soltanto in una frazione abbastanza modesta dei campioni prelevati vicino o lontano dagli anodi della piattaforma, mentre i campioni di controllo sono risultati del tutto privi di alterazioni. Peraltro va sottolineato che le alterazioni morfologiche non sono risultate di entità molto grave, nella misura in cui la tessitura complessiva dell'organo non è sembrata seriamente danneggiata. Ciò detto, in alcuni esemplari raccolti per lo più lontano, ma anche in qualcuno prelevato vicino all'anodo sacrificale, le indagini SEM hanno confermato un certo grado di destrutturazione (es: esemplari LA3 e VA5; figg. 3.66 e 3.67); inoltre, si è osservata la presenza di alcune anomalie di forma, ad esempio nei dotti delle ghiandole digestive.

In Tab. 3-XXXIV sono riportate le anomalie morfologiche osservate in funzione del sito di prelievo. I dati riportati si riferiscono alla valutazione cumulata delle sezioni di epatopancreas e gonadi dei mitili.

Tab. 3-XXXIV - Dati morfologici cumulativi relativi alle alterazioni tissutali osservate via microscopia ottica convenzionale e SEM su sezioni di ghiandola digestiva e di gonade dei mitili prelevati nell'inverno 2011 vicino e lontano dagli anodi sacrificali (VA e LA) e nel sito di controllo.

TUTTI gli ORGANI	Assenza di alterazioni (%)	Lievi alterazioni (%)	Gravi alterazioni (%)
CONTROLLO	93,5	6,5	0
VA	70	30	0
LA	63	37	0

Per quanto riguarda la distribuzione per organo delle alterazioni morfologiche va osservato che esse sono state trovate sia nella ghiandola digestiva che nelle gonadi con una frequenza confrontabile anche se lievemente superiore nelle gonadi che, in questa fase di sviluppo, potrebbero risultare un organo bersaglio lievemente più sensibile rispetto all'epatopancreas.

Altrettanto interessante è stata l'individuazione di aggregati nanostrutturati di forma prevalentemente sferica osservati sia all'interno che all'esterno dei dotti dell'epatopancreas di alcuni individui sia di controllo che VA oppure LA (es: esemplari LA3, LA1 e Controllo 5; figg. 3.64-3.66), ma anche in strutture funzionali di varie gonadi. . L'interpretazione finale di queste nanostrutture è risultata, pertanto, non banale. In alcuni casi un'attribuzione fisiologica è stata possibile in termini semplici (ad esempio per le nanostrutture osservate all'interno di ghiandole secretive a vario stadio di maturazione; Controllo 5; fig. 3.68), mentre in altri casi l'interpretazione dei dati ha richiesto supplementi di indagine eseguiti con altre tecniche, sia microscopiche che spettroscopiche.

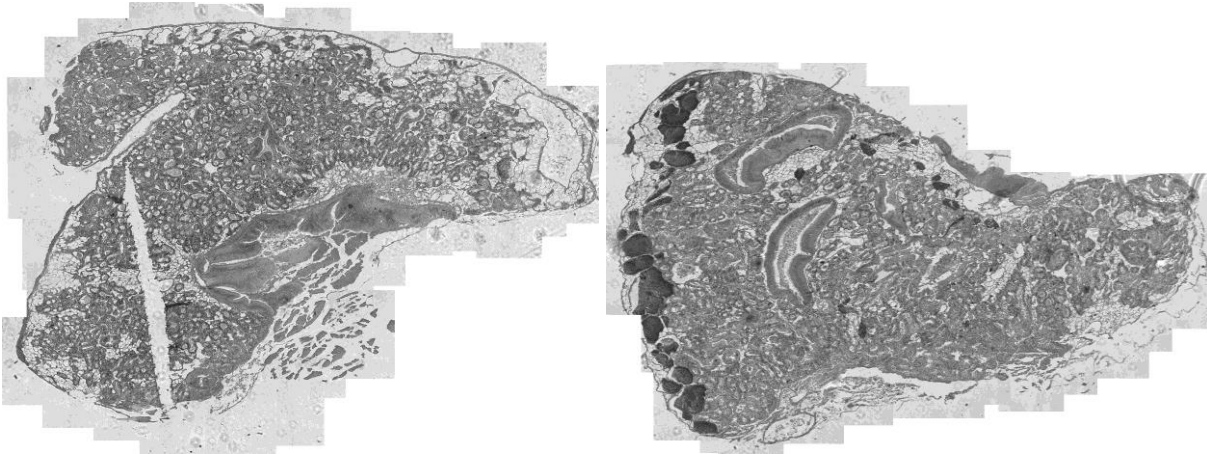


Fig. 3.57 - Epatopancreas di esemplari di controllo.

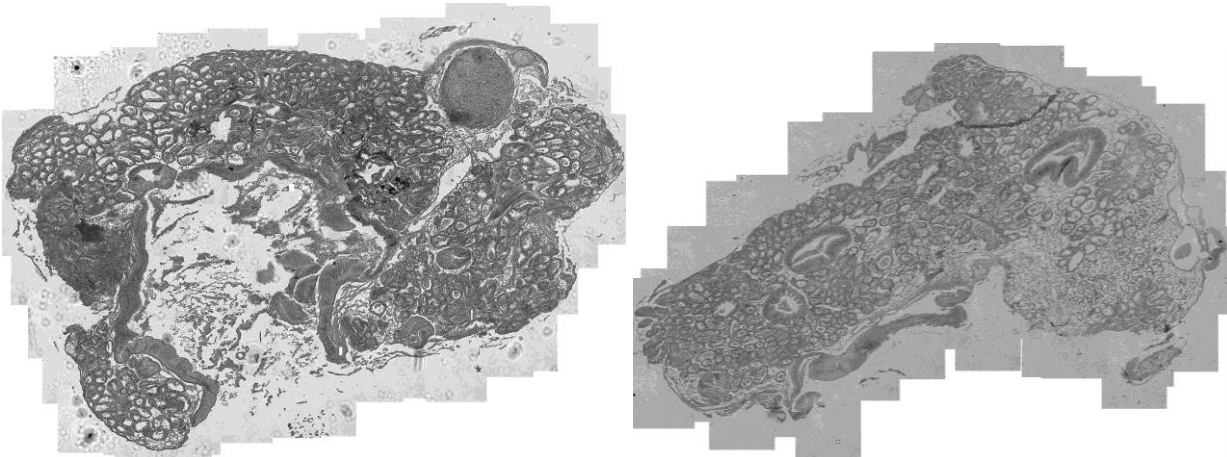


Fig. 3.58 - Epatopancreas di esemplari raccolti lontano dall'anodo di sacrificio.

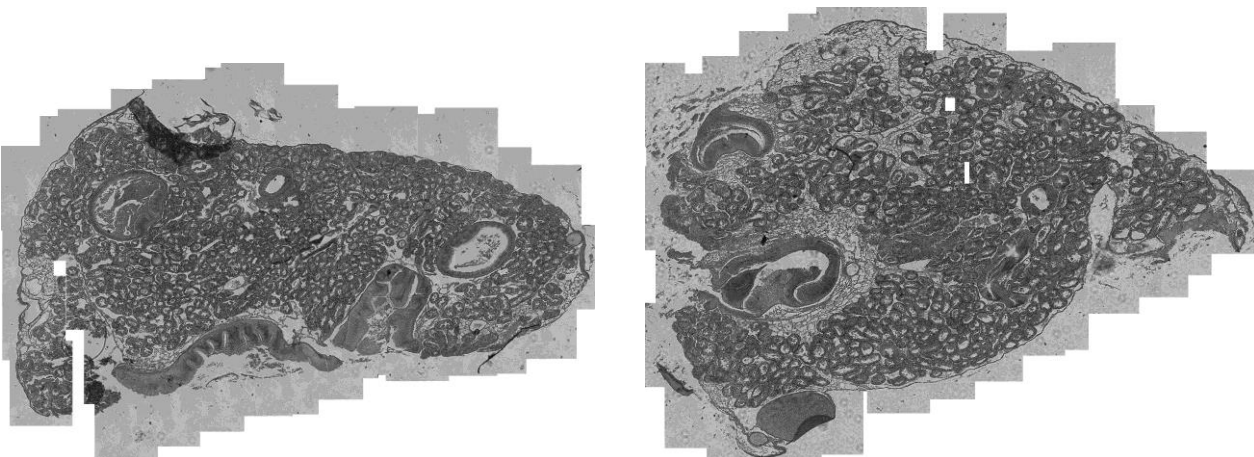


Fig. 3.59 - Epatopancreas di esemplari raccolti vicino all'anodo di sacrificio.

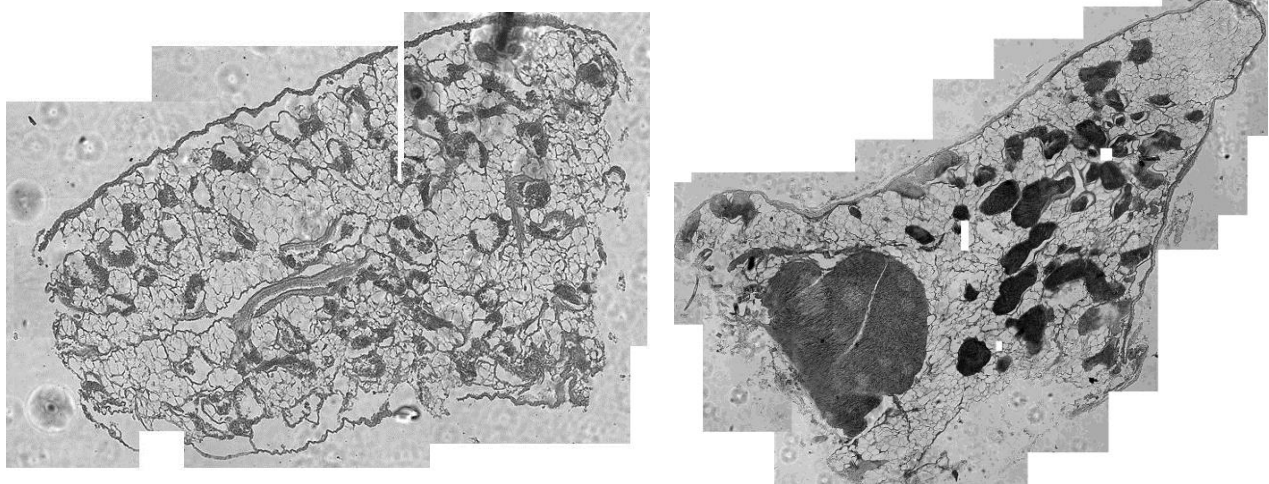


Fig. 3.60 - Gonadi di esemplari di controllo. La differenza nello stadio di sviluppo è evidente.

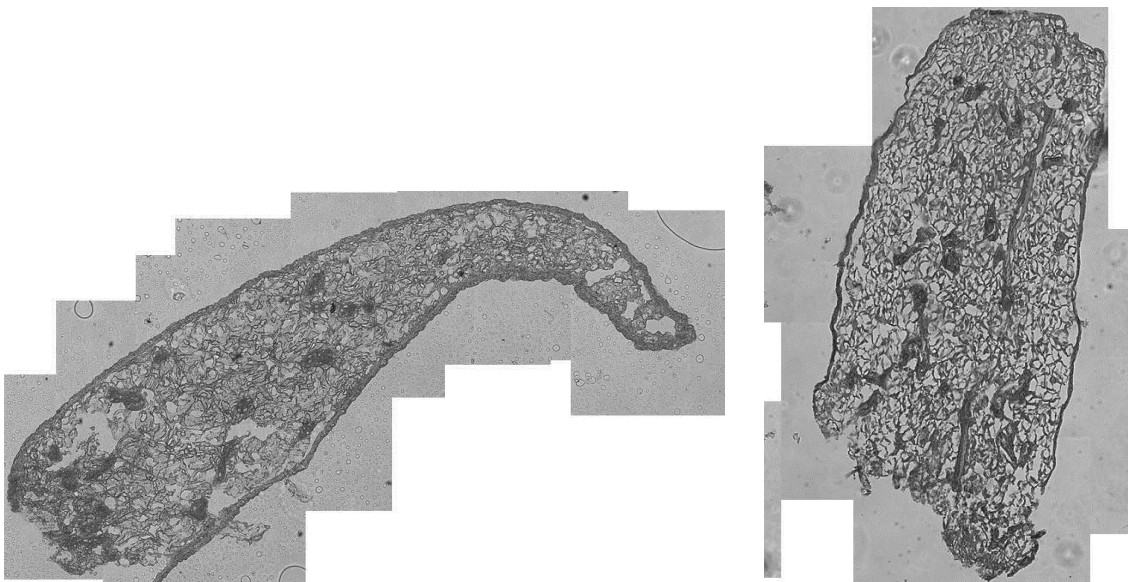


Fig. 3.61 - Gonadi di esemplari raccolti lontano dall'anodo.

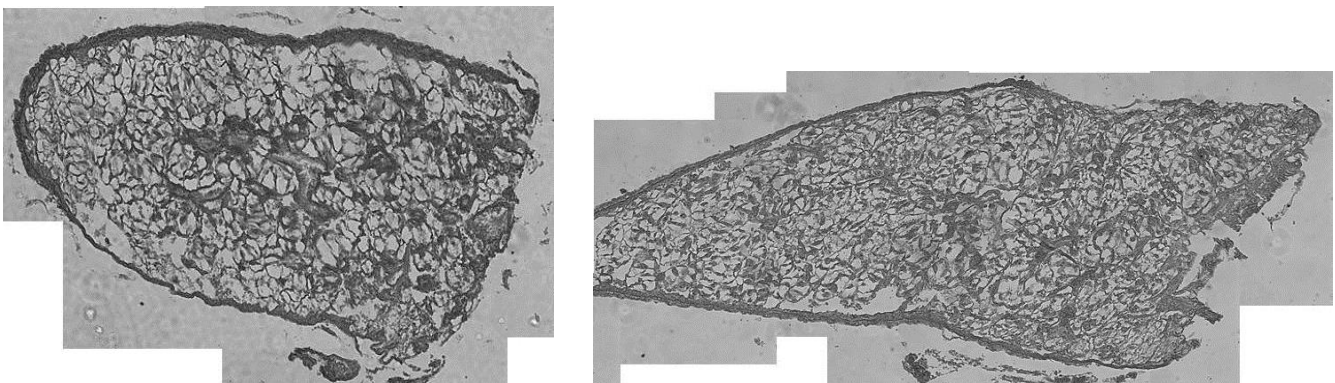


Fig. 3.62 - Gonadi da esemplari raccolti vicino all'anodo.

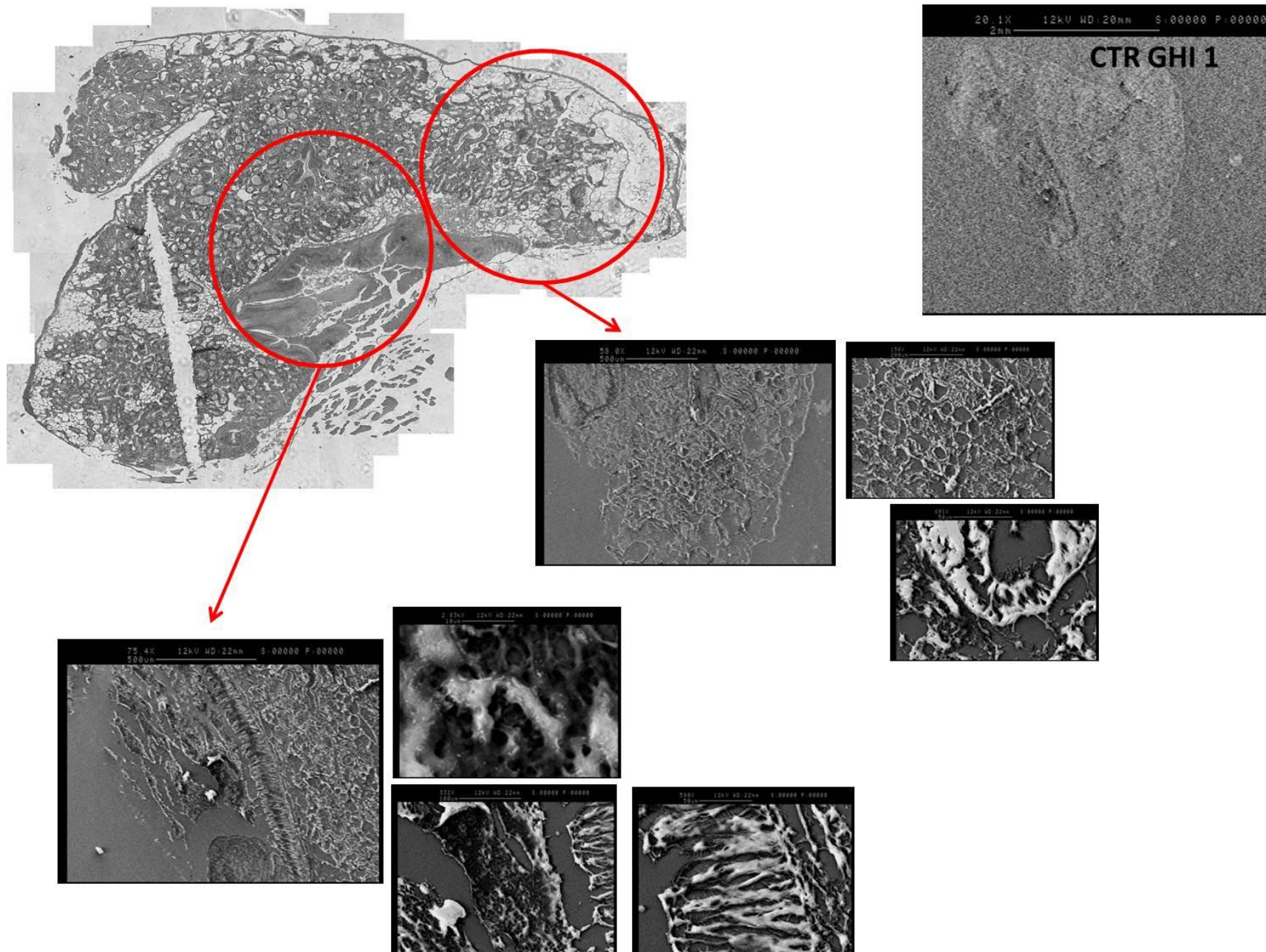


Fig. 3.63 – Epatopancreas dell'esemplare n. 1 proveniente dal sito di controllo.

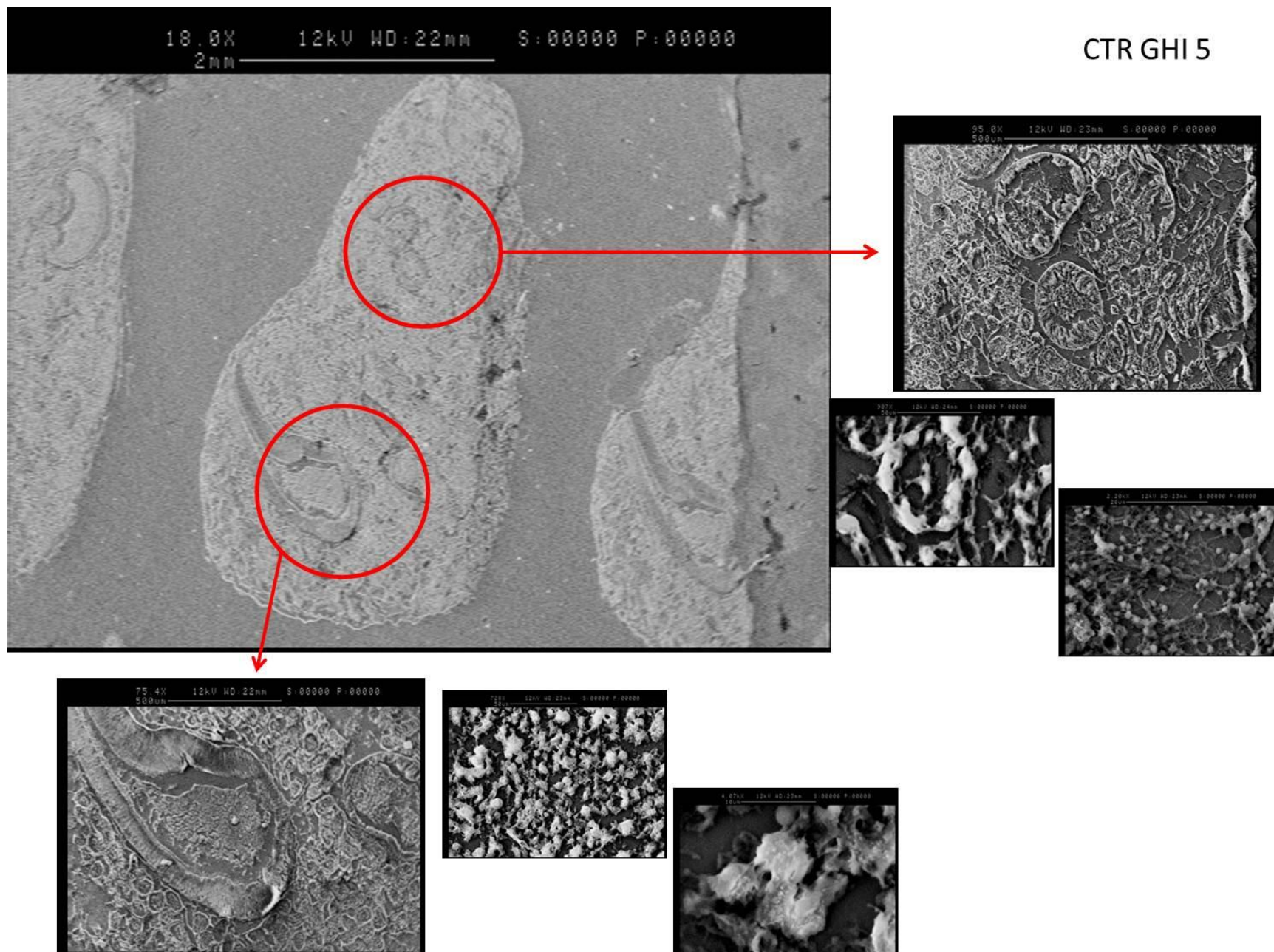


Fig. 3.64 – Epatopancreas dell'esemplare n. 5 proveniente dal sito di controllo.

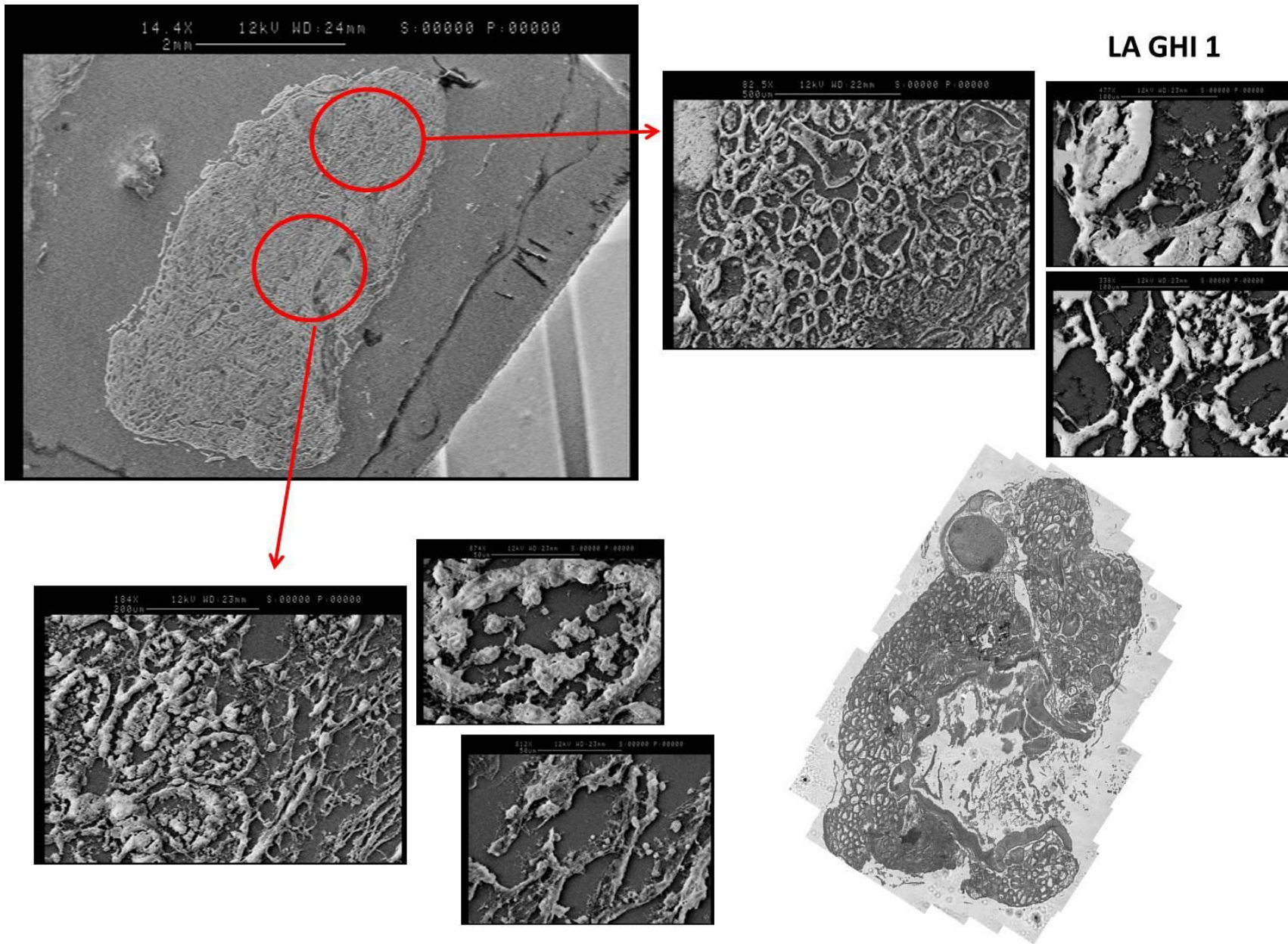
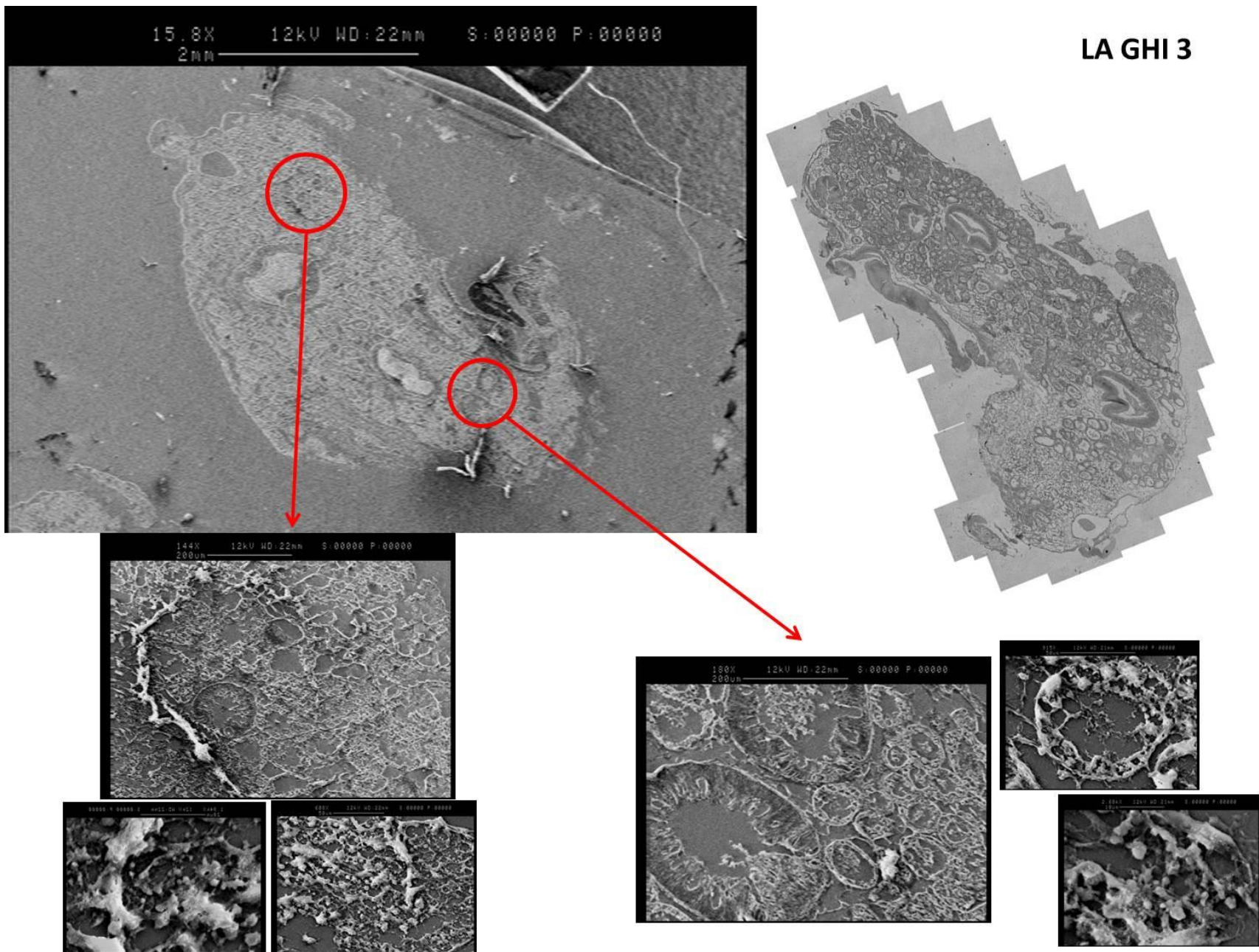
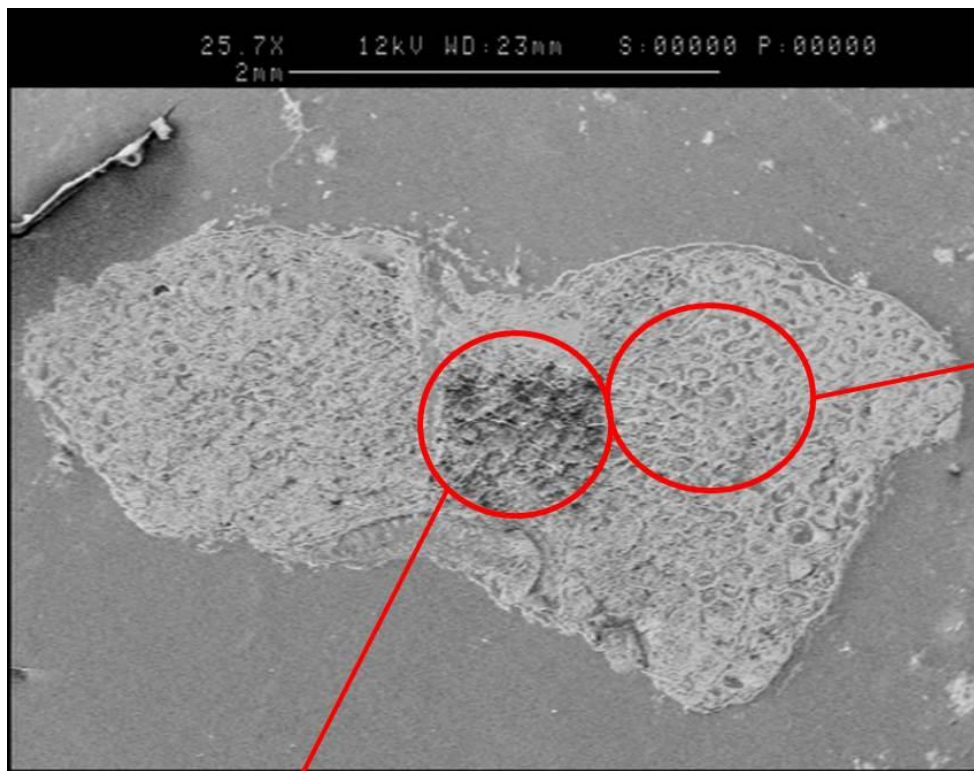


Fig. 3.65 – Epatopancreas dell'esemplare n. 1 proveniente dal sito LA.



LA GHI 3

Fig. 3.66 – Epatopaneas dell'esemplare n. 3 proveniente dal sito LA.



VA GHI 5

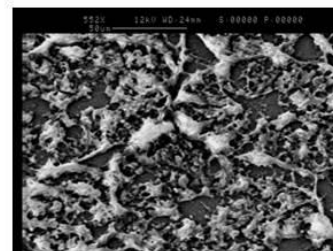
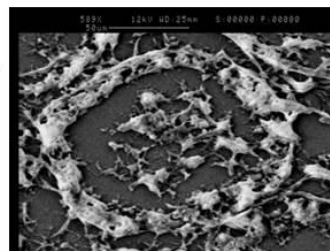
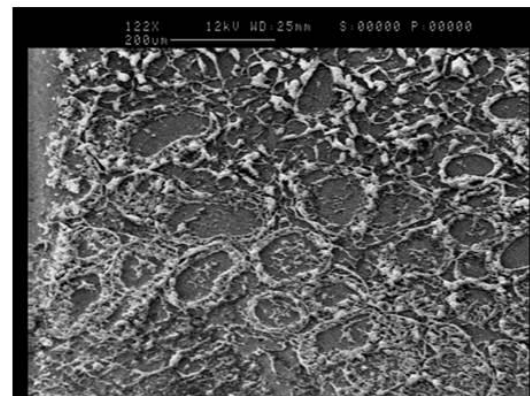
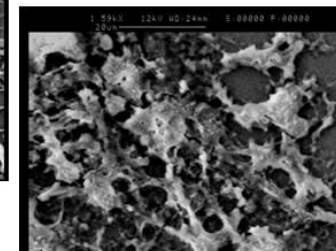
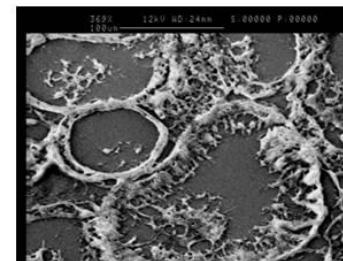
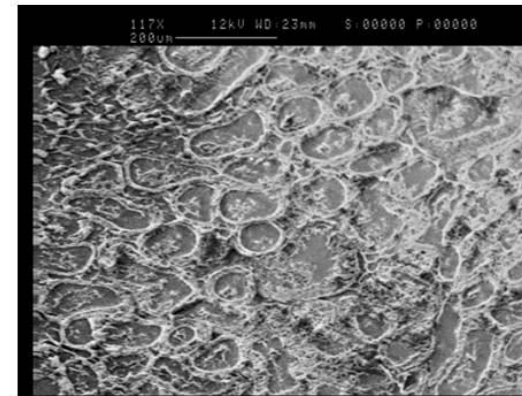


Fig. 3.67 – Epatopancreas dell'esemplare n. 5 proveniente dal sito VA.

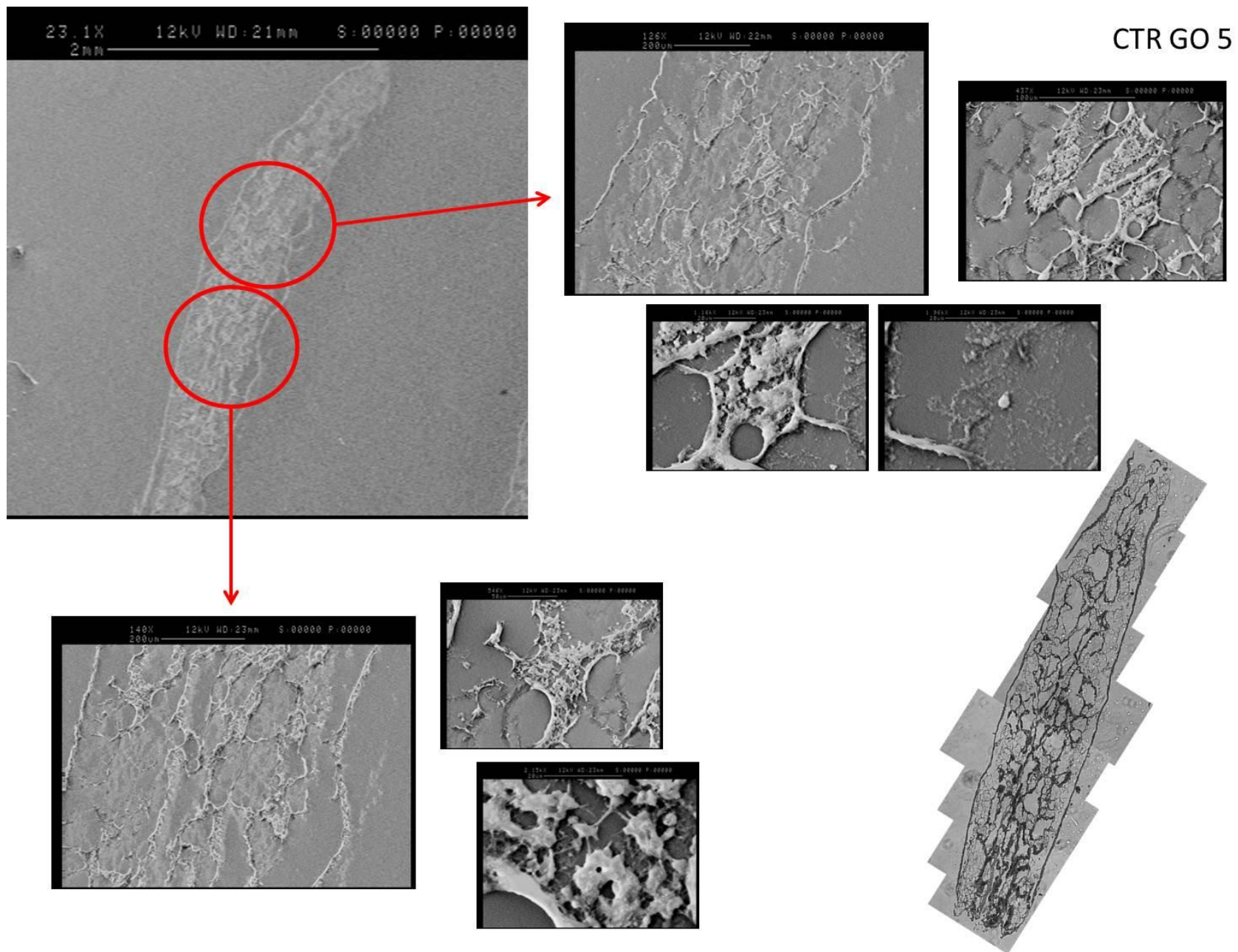
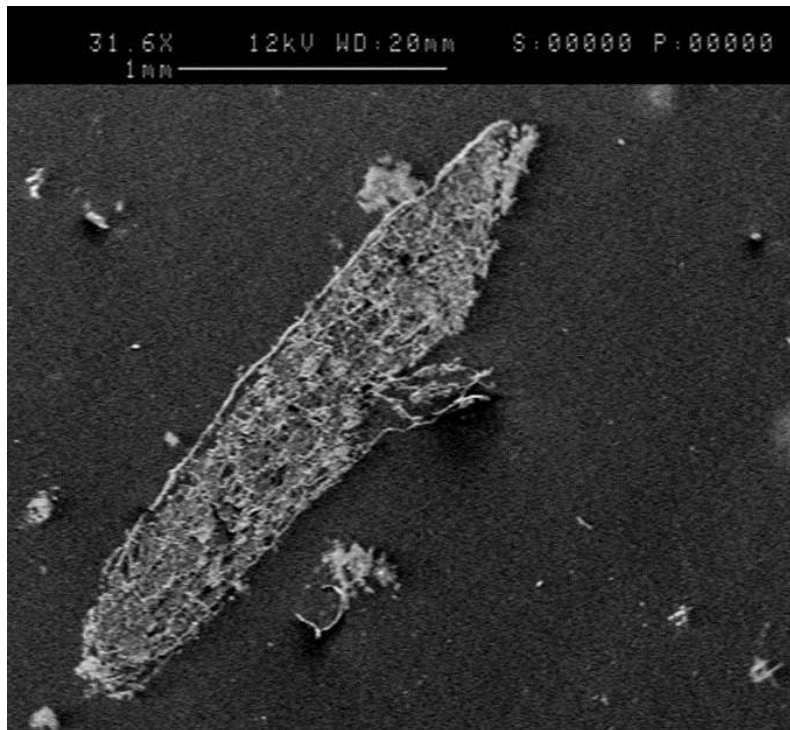


Fig. 3.68 – Gonade dell'esemplare n. 5 proveniente dal sito di controllo.



CTR GO 1

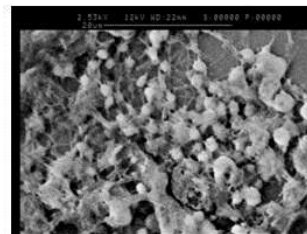
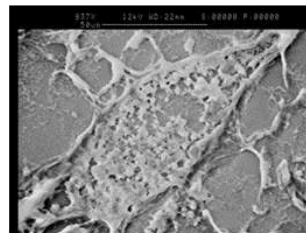
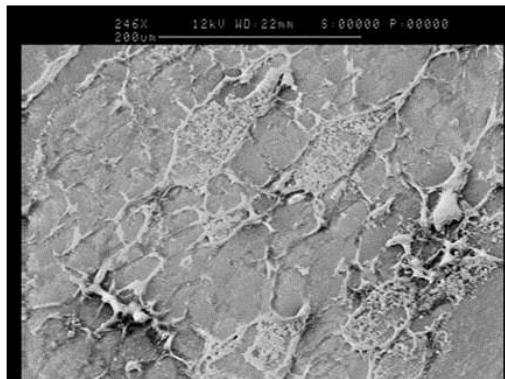
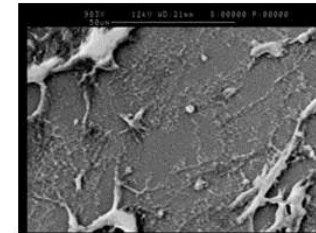
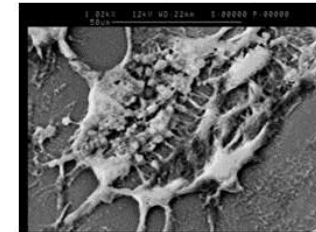
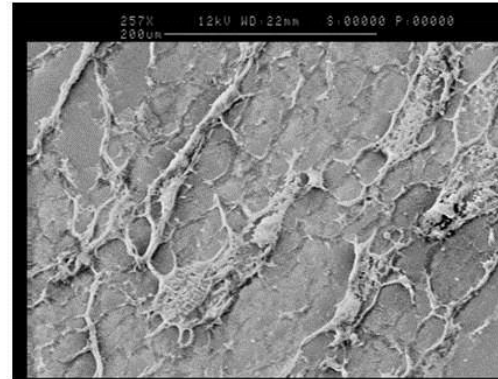
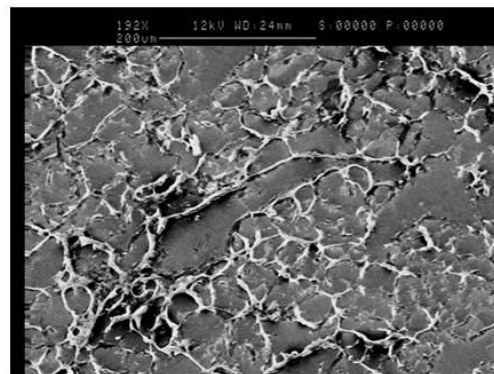
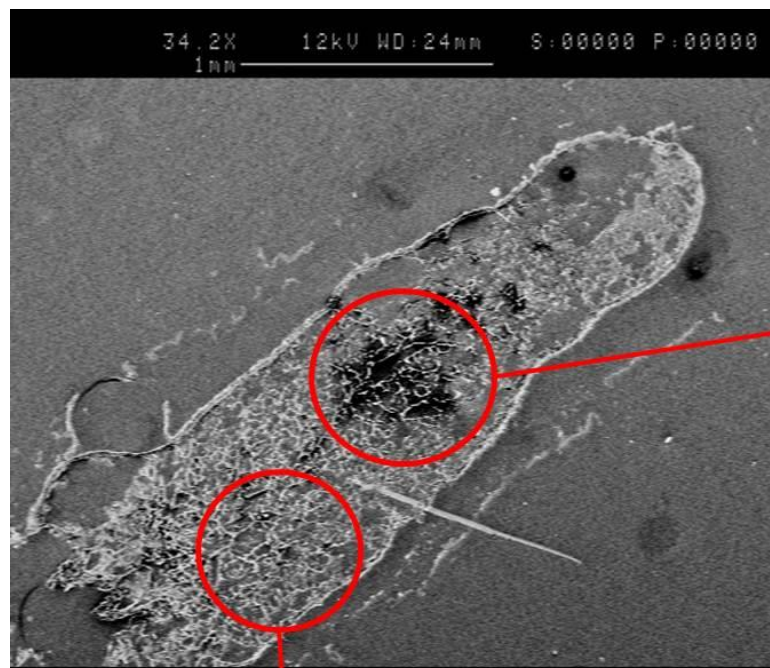


Fig. 3.69 – Gonade dell'esemplare n. 1 proveniente dal sito di controllo.



VA GO 1

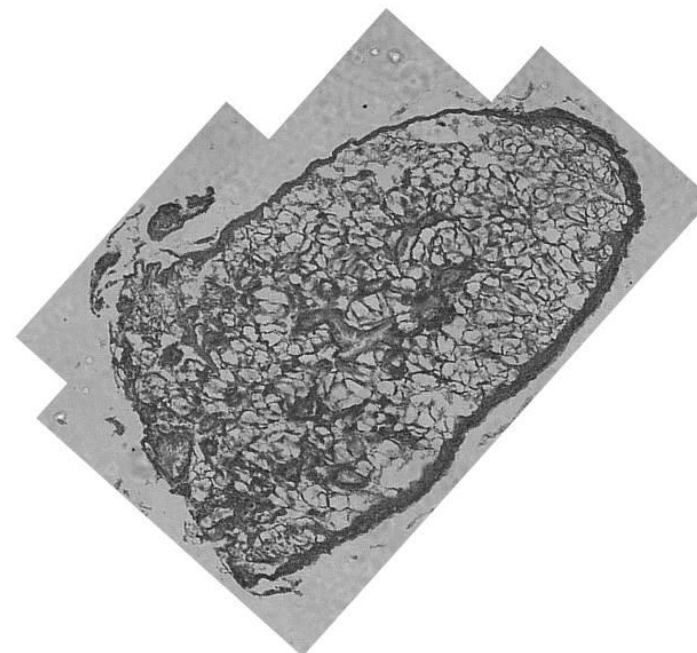
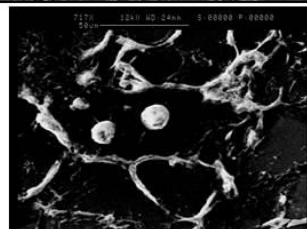
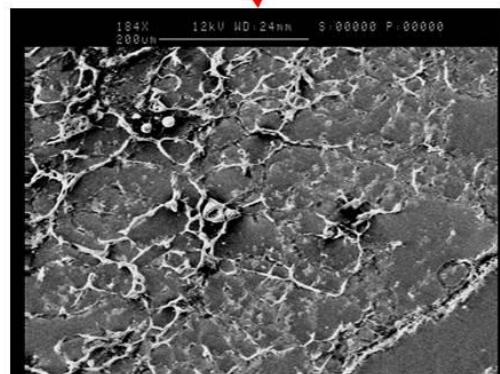
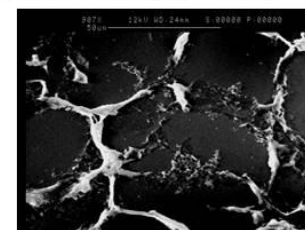
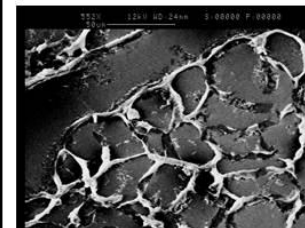


Fig. 3.70 – Gonade dell'esemplare n. 1 proveniente dal sito VA.

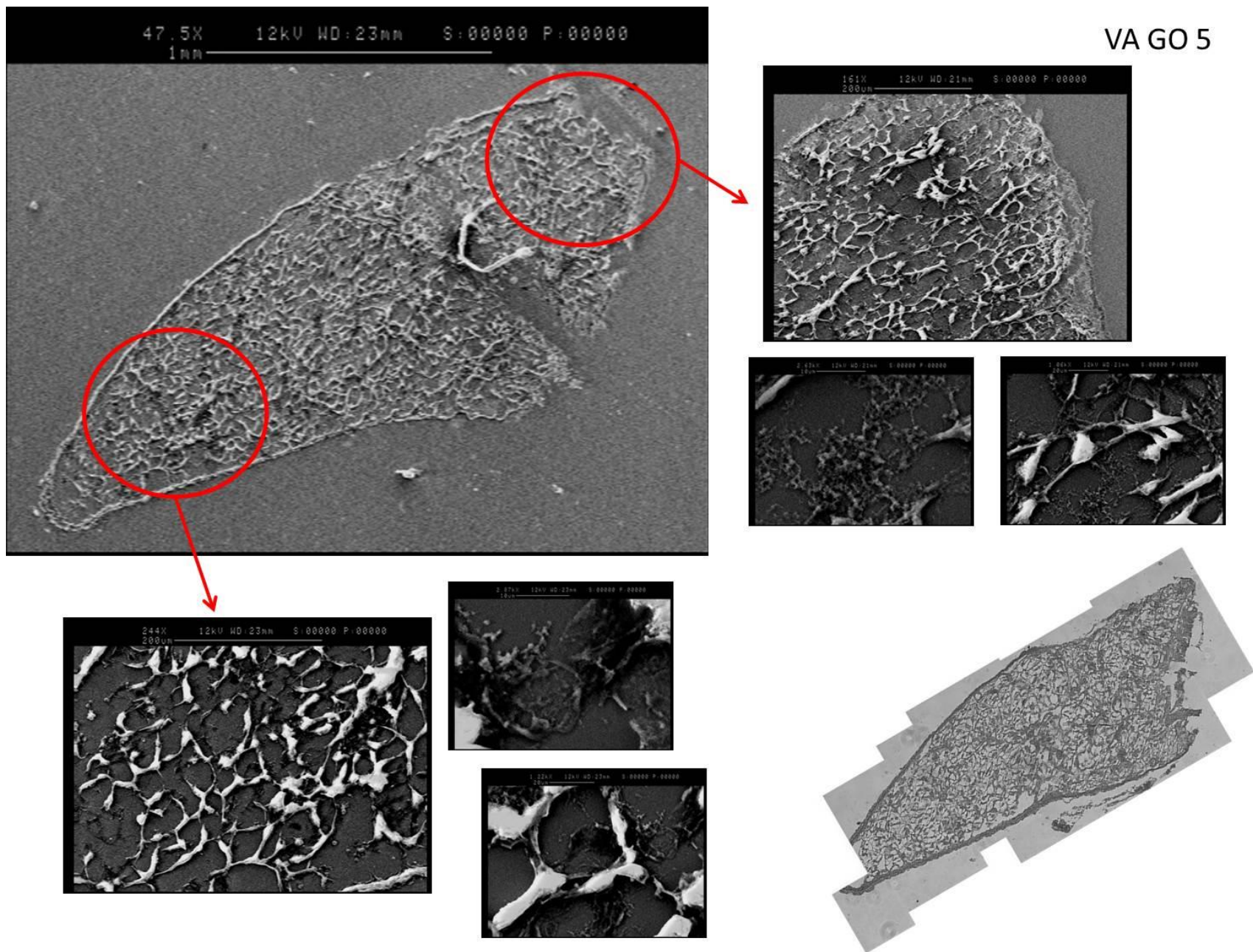


Fig. 3.71 – Gonade dell'esemplare n. 5 proveniente dal sito VA.

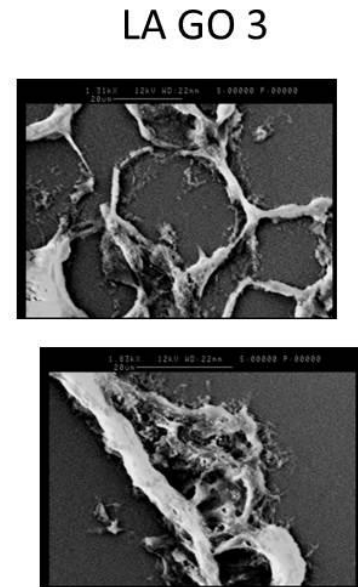
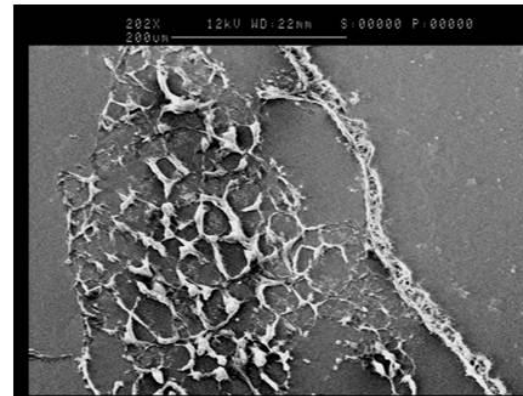
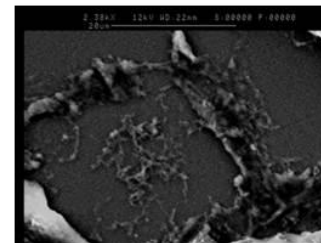
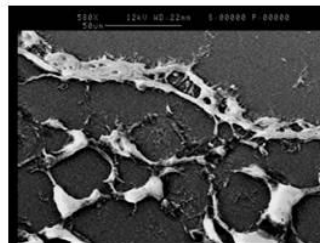
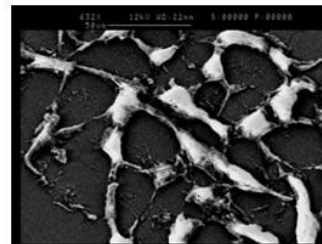
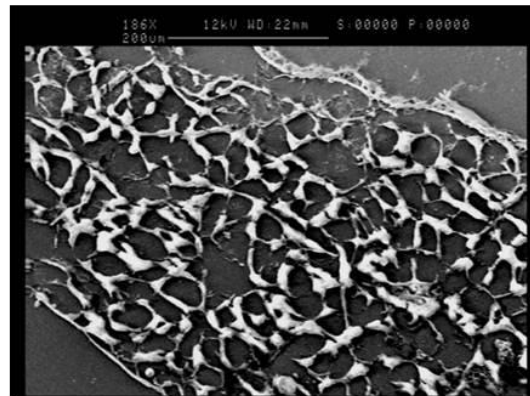
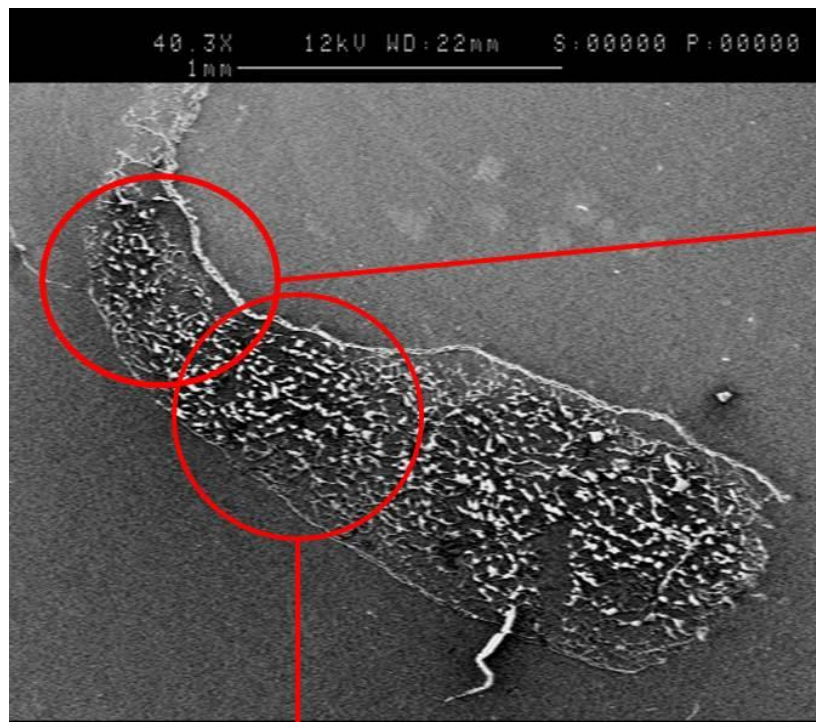
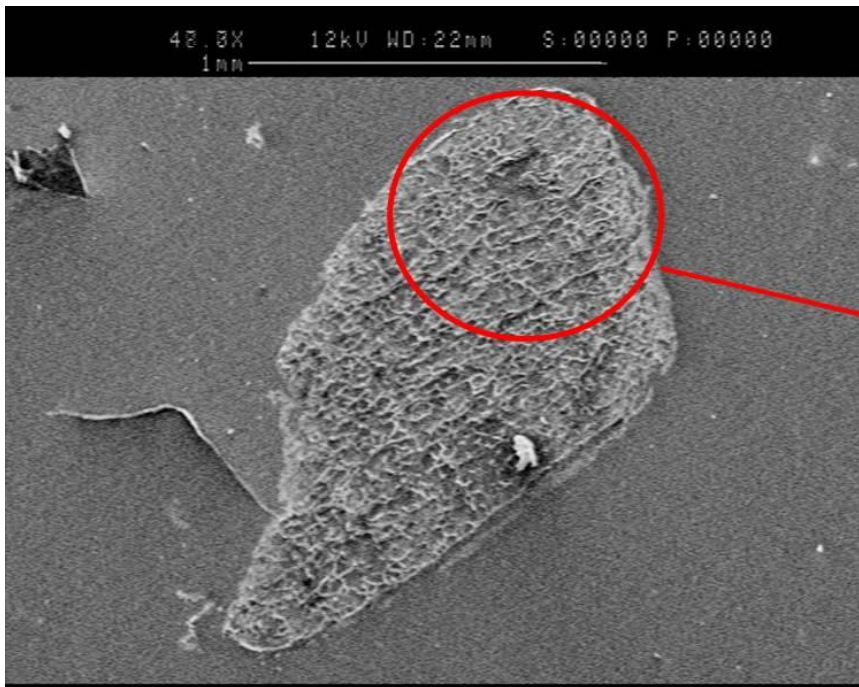


Fig. 3.72 – Gonade dell'esemplare n. 3 proveniente dal sito LA.



LA GO 5

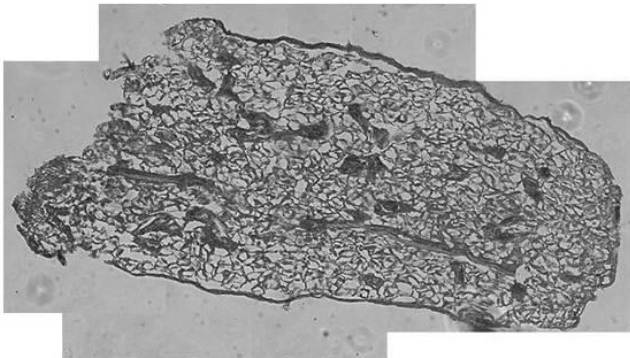
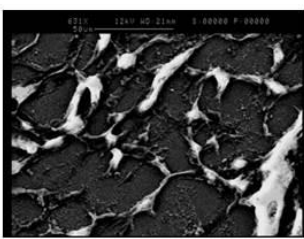
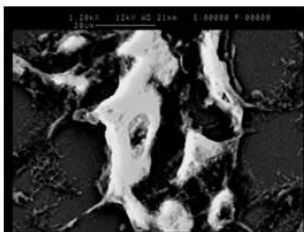
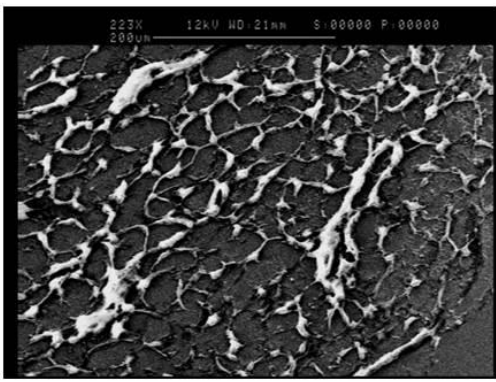
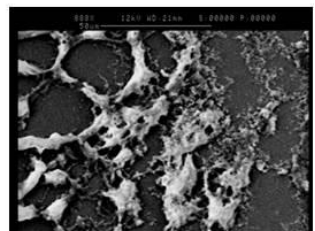
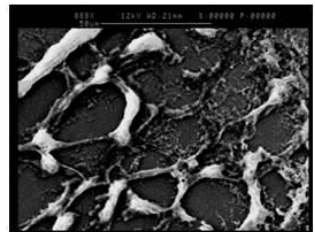
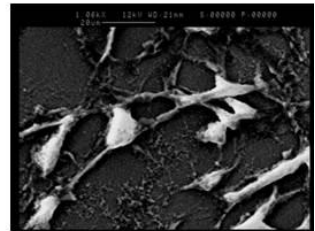
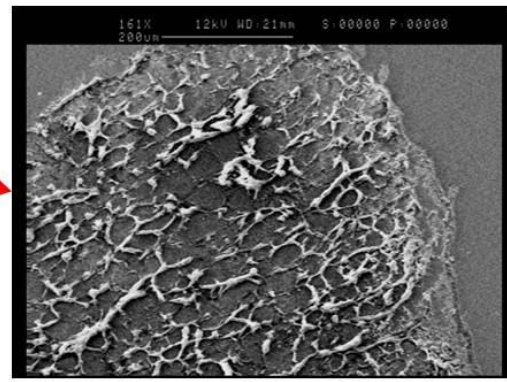


Fig. 3.73 – Gonade dell'esemplare n. 5 proveniente dal sito LA.

3.7.3.2 Microscopia AFM

La microscopia a forza atomica (AFM) è stata utilizzata soprattutto come tecnica per approfondire l'investigazione su sezioni di particolare interesse. Questa impostazione dello studio è assai naturale, alla luce del fatto che le misure AFM sono piuttosto lunghe e producono immagini quantitative e ad altissima risoluzione spaziale però di aree del campione limitate a poche decine di μm (quindi intrinsecamente inadatte a fornire una visione d'insieme).

I dati presentati di seguito (figg. 3.74-3.77) provengono dall'epatopancreas di esemplari di controllo e di mitili raccolti vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi sacrificali.

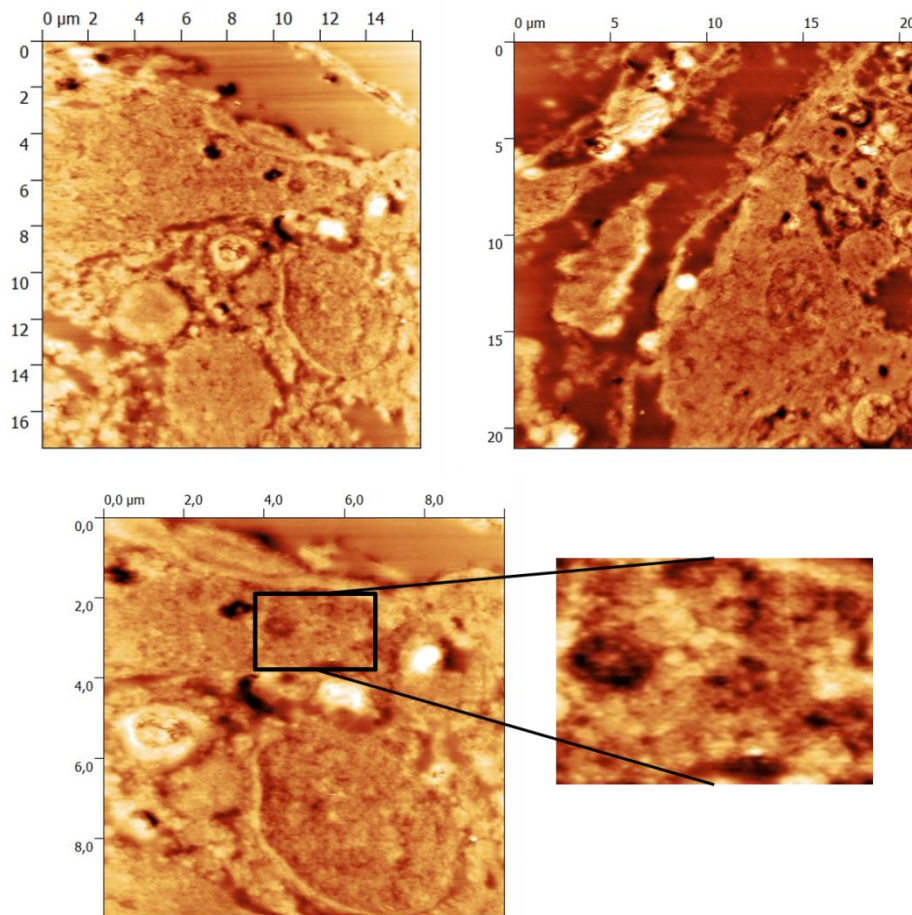


Fig. 3.74 - Varie immagini AFM di sezioni di ghiandole digestive di mitili di controllo che consentono di caratterizzare l'organizzazione complessiva dell'organo. Nell'immagine in basso l'ingrandimento riportato si riferisce a uno zoom dell'immagine originale e consente di evidenziare la presenza di strutture di dimensione subcellulare sia esterne che interne a sezioni di ghiandole secretive o compartimenti di storage.

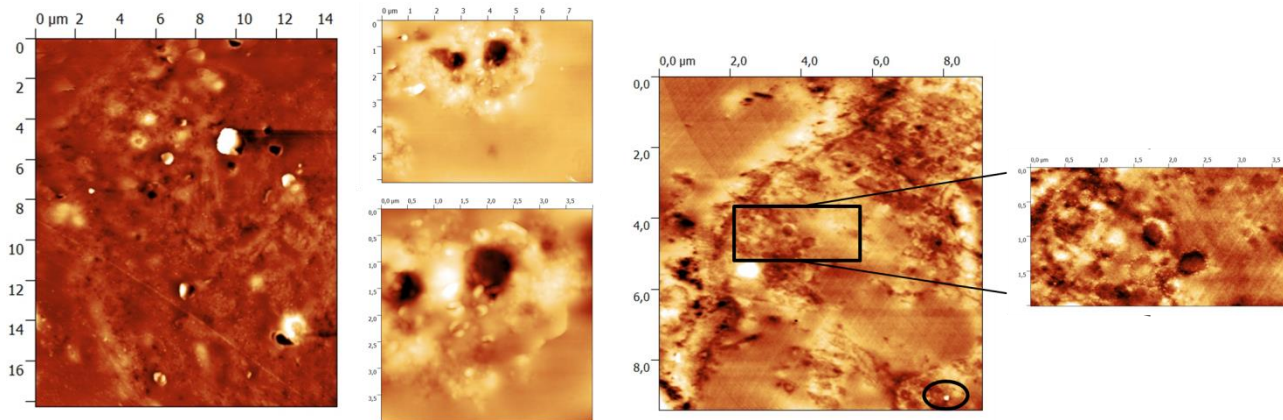


Fig. 3.75 - Topografie AFM di epatopancreas di esemplari LA (sinistra, immagine 15x18 μm^2 ; destra, immagine 9,5x9,5 μm^2). Le due immagini più grandi sono panoramiche dei segmenti studiati mentre le corrispondenti immagini più piccole evidenziano, a diversi ingrandimenti, la presenza di strutture peculiari nei tessuti. Il piccolo ovale nero presente nell'angolo in basso a sinistra di una delle immagini panoramiche evidenzia una struttura dall'apparenza topografica nanoparticellare ma che non è risultata associata ad alcun segnale di attrito (immagine non riportata) e pertanto la sua natura esogena è stata esclusa.

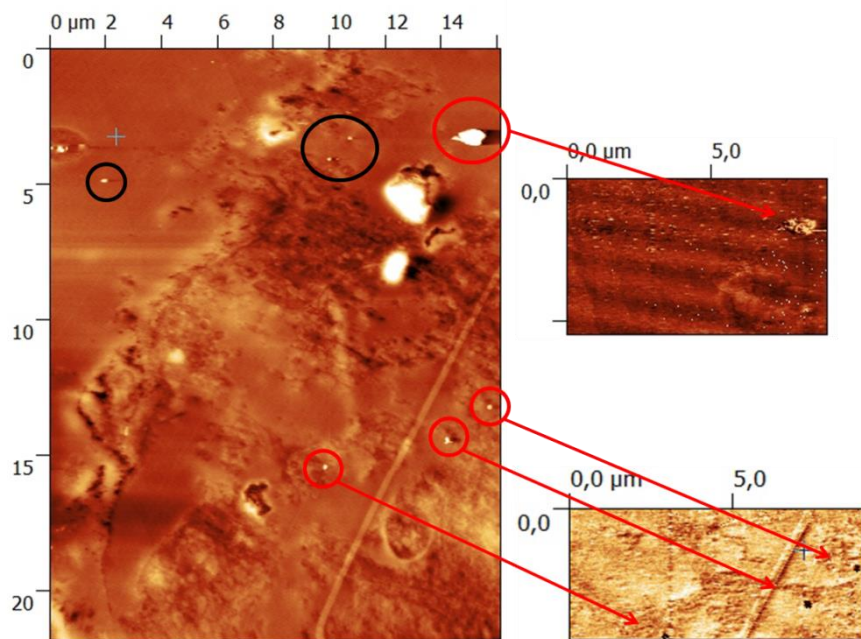


Fig. 3.76 - Topografie AFM di un epatopancreas di un esemplare VA. Nella sezione dell'organo, di tessitura complessivamente non molto organizzata, sono visibili diverse strutture nanoparticellari di dimensioni comprese tra 100nm ed 1 micron circa (evidenziate da cerchi colorati nell'immagine). Nei riquadri a destra sono riportate immagini di attrito laterale relative a ingrandimenti delle zone interessate da tali nanostrutture che hanno la potenzialità di discriminare la natura. Le strutture cerchiare di rosso sono associate a contrasti di attrito che ne evidenziano la natura esogena mentre le nanostrutture cerchiare di nero non danno luogo a contrasti di attrito e sono, pertanto, attribuite a granularità naturali dei tessuti.

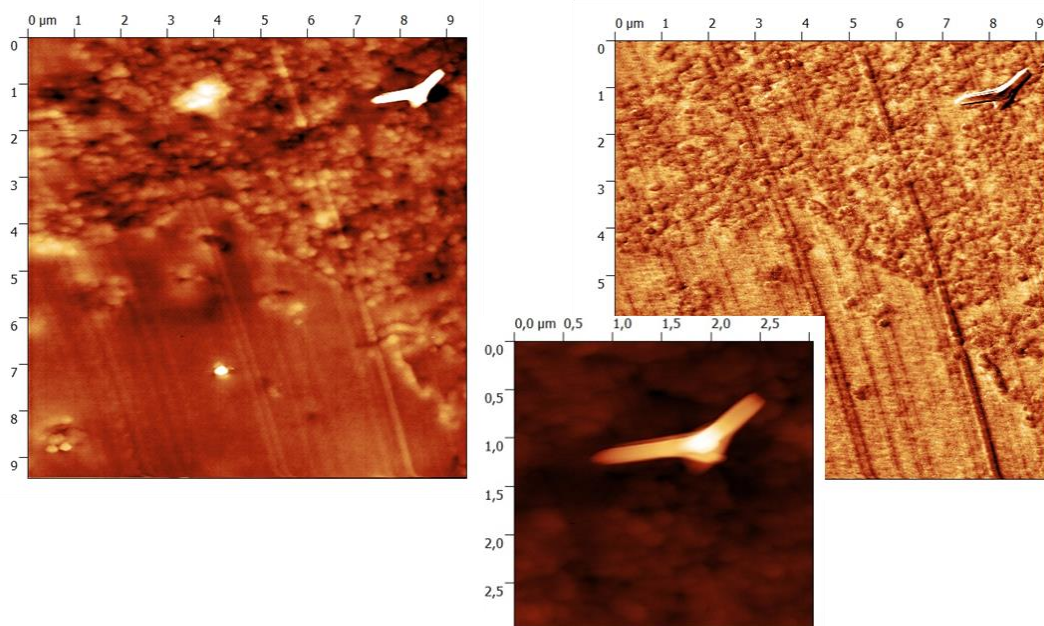


Fig. 3.77 - Topografie (sinistra ed inset) ed immagine di attrito laterale (destra) di un epatopancreas appartenente ad un esemplare VA. In quest'area il tessuto consiste di una densa aggregazione granulare all'interno della quale è chiaramente osservabile una struttura di diametro, essenzialmente costante, attorno a 200 nm e lunghezza micrometrica. I bordi dell'oggetto appaiono lisci e netti e suggeriscono come possibile natura per la nanostruttura quella di un frammento di nanotubo. Alternativamente si potrebbe pensare di aver a che fare con una scheggia di materiale cristallino o pseudotale.

Le immagini acquisite hanno mostrato organi con tessitura alquanto omogenea e compatta, nonostante le sezioni osservate siano dello spessore di poche centinaia di nm. In particolare, è stato possibile osservare l'organizzazione complessiva dell'organo, che è ben definita soprattutto nelle sezioni degli esemplari di controllo. In questi campioni è stato possibile evidenziare, fra l'altro, sezioni trasversali corrispondenti al taglio di ghiandole secretive e/o di strutture di storage che sono investigabili a varie dimensioni a seconda dell'esemplare e della sezione considerata. Negli organi di animali raccolti sia vicino che lontano dagli anodi la tessitura dell'organo è apparsa in qualche modo meno definita e organizzata, anche se la presenza di strutture funzionali peculiari è stata osservata anche in queste sezioni. Di particolare rilievo, inoltre, è stata l'osservazione di varie nanostrutture di diversa forma e dimensione osservate in sezioni di epatopancreas di esemplari raccolti per lo più vicino all'anodo sacrificale, il cui tessuto mostrava qualche traccia di organizzazione tessutale inferiore alla media. Nella maggior parte dei casi si è trattato di nanostrutture sferiche (nanoparticelle) di dimensione compresa tra 100 e 150 nm,

ma in qualche caso sono stati osservati anche aggregati più grandi. Su queste immagini è stata condotta un'analisi approfondita dei dati di lateral force (attrito laterale) acquisiti simultaneamente alle immagini topografiche e che, monitorando le torsioni laterali della microleva dell'AFM associate a scansioni su diversi materiali presenti nel campione, hanno la potenzialità di discriminare materiali esogeni presenti nel tessuto. Il risultato di tale analisi ha consentito di discriminare la presenza di granularità naturali che sono largamente presenti nei tessuti dall'occorrenza di effettive nanoparticelle nei tessuti. In particolare, ed essenzialmente in esemplari VA, sono stati osservati sia contrasti negativi (corrispondenti a macchie scure nelle immagini di attrito) che contrasti positivi associati, nel caso specifico, ad aggregati di materiali di più grande dimensione.

La diversa tipologia del contrasto osservato si può associare a una diversa natura dei materiali esogeni corrispondenti. L'individuazione specifica del tipo di materiale è assai complesso, Tuttavia, in precedenti studi svolti dal CNR-ISM di Roma, contrasti di attrito negativi simili a quelli osservati su questi campioni sono stati associati a materiali metallici contenenti zinco (o alternativamente cadmio).

Infine, nell'epatopancreas di un esemplare VA sono state osservate, ben incastonate all'interno della struttura tissutale, nanostrutture di geometria piuttosto singolare (fig. 3.77): si tratta di una struttura allungata a forma vagamente di V con diametro circa costante e lunghezza micrometrica. In effetti si potrebbe anche trattare di due strutture distinte a forma di bacchetta incernierate per i vertici oppure cresciute con geometria differente. La forma complessiva della nanostruttura e la nettezza dei bordi richiama strutture cristalline oppure nanomateriali di fattura antropica come i nanotubi (nello specifico, presumibilmente multi-wall e a base di carbonio). Sfortunatamente, la nanostruttura si trovava incastonata in una zona di tessuto piuttosto fibrosa e con una tessitura densamente granulata. pertanto non ha reso possibile un'opportuna associazione tra la presenza del materiale e la presenza di alterazioni tissutali locali.

3.7.3.3 Spettroscopia FTIR

I dati hanno presentato un certo grado di variabilità intrinseca che, prendendo ad esempio tre misure da epatopancreas di esemplari raccolti vicino agli anodi sacrificali, è esemplificata in fig. 3.78.

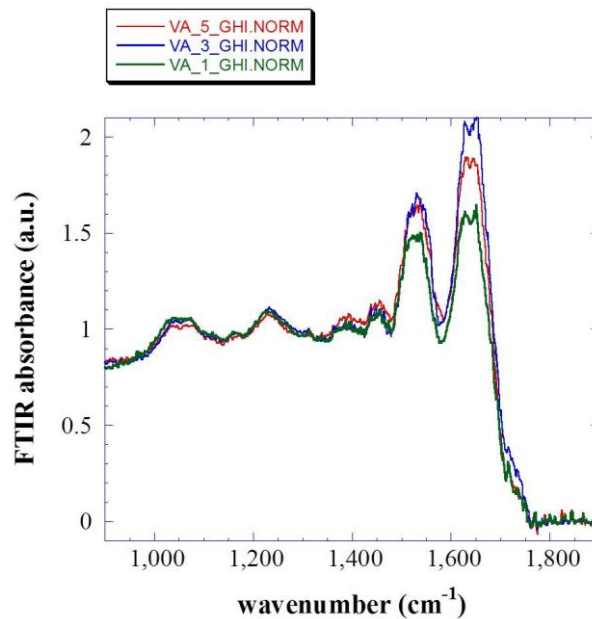


Fig. 3.78 - Esempi di variabilità intrinseca misurata tra diversi esemplari degli stessi campioni (nello specifico prelevati vicino all’anodo sacrificale). Va notato come la totalità dei marcatori spettroscopici sia presente in entrambe le sezioni. Tuttavia si segnala un effetto di modulazione nei rapporti di intensità tra i picchi, che è sintomatico di variazioni nella composizione chimica relativa delle sezioni.

I dati riportati mostrano con efficacia le principali conseguenze delle variabilità intrinseche dei dati che si esplicano in un certo grado di modulazione nelle intensità dei picchi che è più evidente nei due picchi principali attorno a 1640 ed a 1530 cm^{-1} . Questi effetti, in parte inevitabili, si accompagnano a variazioni nei rapporti segnale/rumore essenzialmente dovute alle differenze di massa di campione presenti tra fettine di tessuto estratte da esemplari diversi. Infatti, le sezioni analizzate tipicamente hanno aree diverse; inoltre, questi tessuti hanno una densità intrinsecamente piuttosto bassa, poiché sono ricchi di dotti e tubicoli, ed entrambi questi fattori possono modulare le intensità di assorbimento di alcune strutture spettrali. D’altro canto, l’osservazione più confortante è che tutti i picchi strutturali osservabili sono presenti in tutte le sezioni di tutti i campioni analizzati e cadono alle medesime frequenze, pertanto si può concludere che gli effetti di variabilità intrinseca non determinano significative complicazioni nelle analisi. Del grado di variabilità intrinseca osservato va tuttavia tenuto conto quando si effettuano confronti tra controlli ed esemplari pescati nei diversi siti.

Passando all'analisi dei dati veri e propri, gli spettri degli epatopancreas dei diversi esemplari mostrano un andamento spettrale complessivo e un panorama generale dei picchi misurati abbastanza conservato in tutte le sezioni misurate. Questo testimonia che non ci troviamo di fronte a differenze drammatiche tra i vari campioni analizzati, come in effetti si evince anche dall'analisi dei dati di pura morfologia. Tuttavia, i principali effetti osservati (fig. 3.79) non sono trascurabili e consistono in una modulazione dei picchi a 1158, a 1312 (stretch C-H carbossile) e, in minor misura, a 1362 cm^{-1} , mentre effetti più marcati sono stati osservati a 1264 cm^{-1} (O-H carbossile) dove il picco IR, ben visibile nei controlli, è pressoché assente nei campioni estratti da entrambi i siti della piattaforma. Queste differenze, benché importanti, non sembrano però correlabili con una rivelazione diretta di metalli esogeni nei preparati, ma sono piuttosto suggestivi di variazioni metaboliche o, probabilmente, strutturali, aventi luogo negli animali in risposta agli stimoli ambientali. Tuttavia, queste modificazioni spettrali indicano che esiste un certo livello di stress degli animali determinato dall'esposizione agli effettori ambientali, specialmente nei campioni prelevati vicino l'anodo sacrificale.

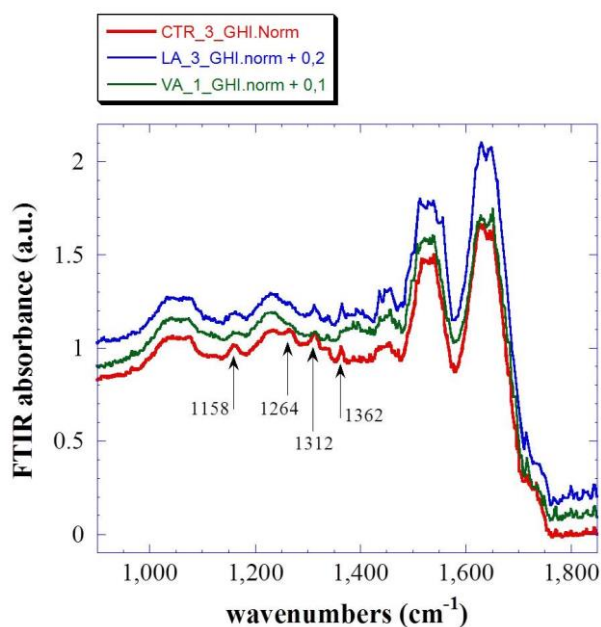


Fig. 3.79 - Confronti tra spettri FTIR di epatopancreas estratti da esemplari di controllo e da animali raccolti vicino all'anodo sacrificale. Le frecce indicano le posizioni e le frequenze dei picchi che danno luogo a fluttuazioni tra i diversi campioni.

Riguardo l'analisi delle gonadi, la situazione non è molto dissimile da quella osservata nelle ghiandole digestive, anche se gli spettri sono risultati in genere più rumorosi. Questo è dovuto essenzialmente alle ridotte, se non ridottissime, dimensioni delle gonadi escisse dagli esemplari studiati. Gli andamenti generali degli spettri acquisiti sono sufficientemente simili tra loro da rendere possibile un confronto incrociato. Un esempio di confronto è riportato in fig. 3.80, in cui vengono confrontati gonadi di animali di controllo con esemplari raccolti vicino all'anodo sacrificale. I dati degli esemplari cresciuti lontano dall'anodo sono risultati di fatto identici a quelli dei campioni VA per cui, per chiarezza di visione, non sono riportati nella figura. I picchi spettroscopici che hanno manifestato la maggiore variabilità (indicati con le frecce in fig. 3.119) sono stati quelli a 1157 (l'unico con variabilità osservata anche negli epatopancreas anche se di origine ancora dubbia), 1204 e 1341 cm^{-1} (riferibili a stretching di gruppi C-H o, più probabilmente, C-C). Riguardo l'interpretazione molecolare degli effetti che, nel caso specifico, è ancora in itinere ed è certamente ostacolata dalle problematiche legate al ridotto rapporto segnale/rumore degli spettri, va tuttavia osservato che alcuni dei picchi su cui si manifestano gli effetti fanno riferimento a stretching del legame C-O e del C-H in acidi carbossilici e dunque chiamano in causa alterazioni biochimiche (al livello proteico o enzimatico) dell'apparato cellulare.

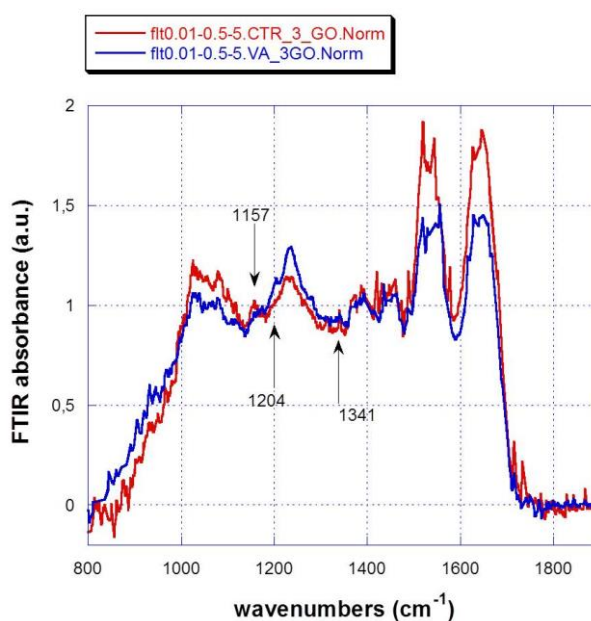


Fig. 3.80 - Confronti tra spettri FTIR di gonadi di esemplari di controllo e raccolti vicino all'anodo sacrificale. I campioni degli animali raccolti lontano dall'anodo sono risultati pressoché identici a quelli VA e pertanto non sono riportati nella figura.

3.8. COMUNITÀ BENTONICA

3.8.1. DENSITÀ E BIOMASSA

Nell'inverno 2011 (II survey dopo la fine dei lavori di posa in opera) i transetti A e B hanno presentato un trend e densità molto simili da 250 m a Nord sino a 30 m a Sud della piattaforma, eccetto nel sito B3 a 60 m a Nord in cui il valore ($754,7 \pm 59,2$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) è apparso decisamente superiore a quello rilevato in A3 ($486,7 \pm 75,2$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$; fig. 3.81). Dai 60 ai 250 m a Sud di Annamaria B, invece, lungo B si è verificato dapprima un forte incremento e poi una riduzione a 120 m, , rendendo questo tratto del transetto speculare rispetto a quello osservato a Nord. Lungo A, invece, è avvenuto un decremento a 60 m e un lieve recupero a 120 m di distanza. Ai controlli sono state registrate densità comprese tra $88,5 \pm 14,6$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$ (K3) e $230,3 \pm 44,9$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$ (K2). Eccetto A3, tutte le stazioni posizionate lungo A, inclusi i due siti della piattaforma, sono apparse comparabili ad almeno un controllo, mentre lungo B sono state registrate densità superiori a quelle dei riferimenti a 120 e 60 m a NE e da 60 a 250 m a SW.

Rispetto a quanto osservato nell'estate 2010 non sono state evidenziate particolari differenze nei quattro siti della piattaforma, tranne una riduzione in AM NW (da $168,2 \pm 38,9$ a $73,5 \pm 16,39$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$). Anche i controlli non hanno presentato evidenti variazioni dal survey precedente (eccetto il decremento in K1), mentre in alcune stazioni lungo i transetti sono stati registrati aumenti o riduzioni, suggerendo che le quantità di individui presenti ad almeno 30 m di distanza potrebbero essere ancora soggette a variazioni indotte dalla presenza della struttura e non unicamente alla stagionalità.

Nel survey estivo del 2010 la maggior parte delle densità relative ai transetti ricadevano nel range dei controlli ($100,1 \pm 21,8$ ind $0,095 \text{ m}^{-2} \leq N \leq 274,5 \pm 43,9$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) eccetto A3 e A5, in cui erano stati raggiunti rispettivamente il massimo e il minimo stagionale. Presso le quattro stazioni campionate a ridosso della piattaforma erano state ottenute densità confrontabili con almeno due siti dei transetti e con almeno un controllo. Ad esclusione di AM NE, dove era stata registrata un'elevata variabilità che aveva reso insignificante l'incremento rispetto all'inverno 2010 ($271,0 \pm 146,3$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$ e $171,7 \pm 43,9$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$ rispettivamente), i valori in corrispondenza di Annamaria B erano apparsi nettamente superiori a quelli

osservati nell'ultimo campionamento effettuato durante i lavori di installazione e, in entrambi i survey, minimo e massimo erano stati registrati rispettivamente in AM SE (inverno 2010: $12,6 \pm 2,9$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$; estate 2010: $62,3 \pm 25,7$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) e in AM NE. Anche nei due siti posti a 60 m a Nord, in B6, e in K2 si era verificato un incremento rispetto all'inverno 2010, mentre in A6 e negli altri 3 controlli non era avvenuta alcuna variazione.

E' da rilevare che nell'inverno 2010 era stato registrato un generale decremento della densità rispetto al monitoraggio precedente, particolarmente evidente nei siti AM SE (estate 2009: $112,1 \pm 30,5$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$; inverno 2010: $12,6 \pm 2,9$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) e AM NW (estate 2009: $476,5 \pm 102,8$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$; inverno 2010: $106,7 \pm 16,3$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$), e tutte le stazioni adiacenti alla struttura, eccetto AM SE, erano risultate confrontabili sia con quelli a 60 m di distanza ($102,0 \pm 25,9$ ind $0,095 \text{ m}^{-2} \leq N \leq 142,7 \pm 25,4$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$), sia con i controlli ($80,6 \pm 17,1$ ind $0,095 \text{ m}^{-2} \leq N \leq 149,2 \pm 30,7$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$). Inoltre, escludendo il sito AM SE, le densità ottenute nell'inverno 2010 erano apparse molto simili a quelle registrate nell'inverno 2009, subito dopo l'inizio dei lavori di posa in opera, e, in parte, anche con quelli del pre-survey.

Nel pre-survey e durante i lavori di installazione le specie presenti con il maggior numero di individui erano risultate per lo più le stesse (All. C). Si trattava dei policheti Paraonidae nd, *Minuspio cirrifera*, Sabellidae nd e *Aphelochaeta filiformis* e del sipunculide *Aspidosiphon muelleri*, oltre che dei policheti *Ditrupa arietina* (comparsa nell'estate 2009) e *Goniada maculata*, del bivalve *Myrtea spinifera* e dei crostacei isopodi.

Nell'estate 2010 *A. muelleri*, Sabellidae nd, *D. arietina* e/o *A. filiformis* assieme a *Sipuncula* nd rappresentavano i taxa più abbondanti eccetto nei siti a ridosso della struttura dove sono avvenuti dei cambiamenti eclatanti (All. C). In particolare, in AM NE prevalevano fortemente in termini numerici i policheti del genere *Filograna*, mentre negli altri 3 siti e in A4 risultava molto abbondante *Capitella capitata*, entrambi comparsi per la prima volta.

Nell'inverno 2011 nel tratto a NW del transetto A ha predominato *D. arietina*, raggiungendo densità superiori a quelle del survey precedente. Questa specie è risultata più abbondante anche in K2 e lungo tutto il transetto B eccetto in B5 e B7 in cui è risultata seconda, sebbene con densità molto simili, a *M. cirrifera* (All. C).

Lungo B *D. arietina* è incrementata ulteriormente rispetto all'estate 2010 da B1 a B3 e in B6, mentre si è ridotta nelle altre quattro stazioni.

M. cirrifera è risultato il taxon più abbondante anche in tre siti della piattaforma (in AM NW ha prevalso il polichete *Owenia fusiformis*), dove è stata rilevata la completa scomparsa di *Filograna* sp e di *C. capitata*. *M. cirrifera* è risultato la prima specie anche in A7, mentre nelle altre tre stazioni a SE di Annamaria B hanno prevalso *A. muelleri* (A5), prima specie anche in K3, *G. maculata* (A6) e i molluschi Caudofoveata nd (A8). Sipuncula nd è risultato infine il taxon più abbondante nei controlli K1 e K4.

In termini di biomassa (fig. 3.82; All. D) sin dal pre-survey sono stati registrati alcuni picchi sempre determinati da specie poco abbondanti numericamente ma importanti dal punto di vista ponderale, rinvenute in un numero molto limitato di repliche come indicato dagli elevati errori standard. In particolare, il pre-survey era apparso caratterizzato dalla presenza in AM2 e, soprattutto, AM4, dell'antozoo *Alcyonium palmatum* e in AM1 del decapode *Liocarcinus depurator*. Di conseguenza, la biomassa ottenuta in questi 3 siti ($17,93 \pm 9,99$ gr $0,095$ m⁻², $49,95 \pm 30,83$ gr $0,095$ m⁻² e $13,37 \pm 8,24$ gr $0,095$ m⁻² rispettivamente) era risultata nettamente superiore a quella registrata in tutti gli altri, compresa tra $0,83 \pm 0,14$ gr $0,095$ m⁻² (AM SE) e $2,67 \pm 1,25$ gr $0,095$ m⁻² (AM NE) nell'area attorno alla futura piattaforma e tra $0,69 \pm 0,11$ gr $0,095$ m⁻² (K2) e $2,71 \pm 1,66$ gr $0,095$ m⁻² (K4) ai controlli.

Nel I survey effettuato durante i lavori di installazione è stato registrato un solo picco in K4 ($9,27 \pm 4,26$ gr $0,095$ m⁻²) conseguente alla presenza di *L. depurator* in poche repliche, mentre in tutti gli altri siti è avvenuto un generale decremento che non ha riguardato, oltre a K4, anche K1 ($1,98 \pm 0,52$ gr $0,095$ m⁻²) e K2 ($1,53 \pm 0,36$ gr $0,095$ m⁻²) in cui è avvenuto un lieve aumento.

Nell'estate 2009 (II survey durante i lavori) pochi esemplari del bivalve *Laevicardium oblongum*, di *A. palmatum* e dell'echinoideo *Brissopsis lyrifera* rinvenuti in una replica hanno determinato i valori in AM NW, K2 e K3 ($18,20 \pm 17,14$ gr $0,095$ m⁻², $15,62 \pm 14,13$ gr $0,095$ m⁻² e $9,26 \pm 7,12$ gr $0,095$ m⁻² rispettivamente), elevati rispetto a quelli degli altri siti compresi tra $1,07 \pm 0,21$ gr $0,095$ m⁻² (K1) e $3,30 \pm 2,68$ gr $0,095$ m⁻² (AM SE), risultati tutti confrontabili.

Se si escludono i massimi registrati nel III survey DL in AM2 ($30,27 \pm 24,47$ gr $0,095$

m⁻²) e in AM3 (34,32±33,63 gr 0,095 m⁻²), causati rispettivamente dalla presenza dell'oloturoideo *Holothuria forskali* e dell'ascidiaceo *Phallusia mamillata*, anche in questo monitoraggio gli altri siti non hanno mostrato particolari differenze, essendo la biomassa risultata compresa tra 1,14±0,32 gr 0,095 m⁻² (K4) e 3,89±1,58 gr 0,095 m⁻² (K1).

Subito dopo l'entrata in produzione di Annamaria B (estate 2010) entrambi i transetti hanno presentato numerose oscillazioni. Lungo A la più eclatante ha riguardato A3, dove sono stati raggiunti 16,06±3,39 gr 0,095 m⁻² determinati da *D. arietina*, polichete di piccole dimensioni ma presente in grande quantità (60% della biomassa totale) e, in misura minore, da pochi esemplari di *L. depurator* (All. C e D). Lungo B, invece, è stato registrato un picco in B4 (10,36±1,05 gr 0,095 m⁻²), anch'esso causato dai numerosi esemplari di *D. arietina* che con il loro peso hanno contribuito per il 78% alla biomassa totale registrata in quel sito. Tutte le altre stazioni sono risultate confrontabili con almeno un controllo.

Nell'inverno 2011, infine, sono risultate ancora presenti molte oscillazioni lungo A e B, ma meno accentuate rispetto al survey precedente. Da segnalare solo il valore registrato in AM SE (5,57±5,40 gr 0,095 m⁻²) conseguente al rinvenimento di pochi esemplari del bivalve *Neopycnodonte cochlear* in una delle sei repliche prelevate in quel sito.

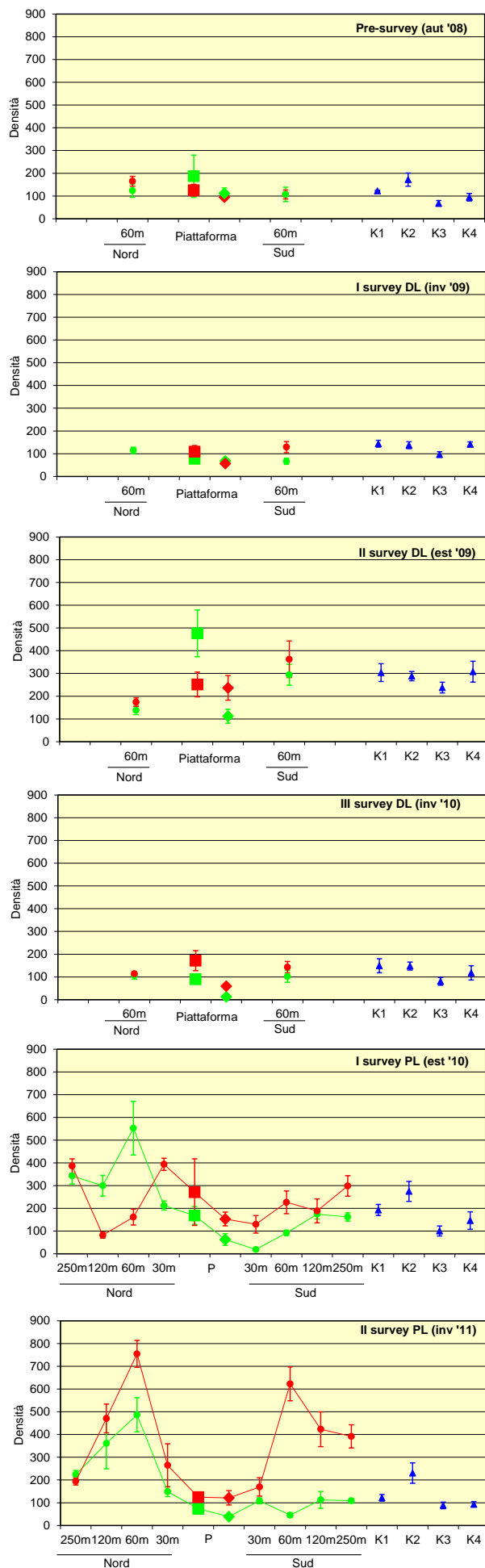


Fig. 3.81 – Densità (\pm e.s.) registrate presso i siti monitorati durante il pre-survey (PS) effettuato nell'autunno 2008, nel corso dei tre campionamenti condotti nell'inverno e nell'estate 2009 e nell'inverno 2010 durante i lavori di installazione (DL) e nei primi due survey post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011).

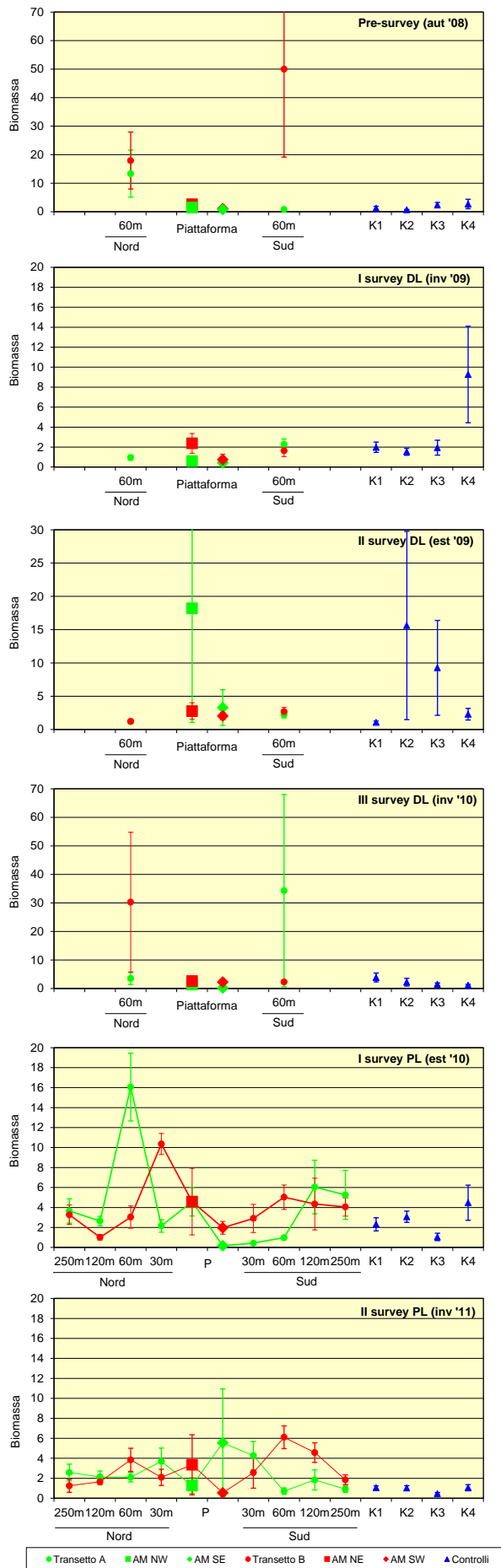


Fig. 3.82 – Biomassa (\pm e.s.) registrate presso i siti monitorati durante il pre-survey (PS) effettuato nell'autunno 2008, nel corso dei tre campionamenti condotti nell'inverno e nell'estate 2009 e nell'inverno 2010 durante i lavori di installazione (DL) e nei primi due survey post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011).

3.8.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

Analogamente a quanto già evidenziato nel corso dei monitoraggi precedenti, in termini di numero di specie anche nel secondo survey condotto dopo l'avvio della fase di produzione i popolamenti rinvenuti nelle singole stazioni sono risultati costituiti soprattutto da taxa di fondo mobile, in particolare limicoli (Lim), misticoli (Mixt), sabulicoli (Sab) e indicatori della presenza di materia organica nei sedimenti (MO; Tab. 3-XXXV; fig. 3.83).

Eccetto in AM SE dove hanno prevalso gli MO e A6 dove sono risultati più numerosi i Sab, gli organismi Lim sono risultati ovunque il gruppo ecologico con il maggior numero di specie, accanto ai Sab e agli MO in B4 e agli MO in AM SW.

La situazione osservata nell'ultimo campionamento non è sostanzialmente variata rispetto all'estate 2010 e ai monitoraggi precedenti per quanto concerne l'ordine d'importanza delle varie categorie ecologiche. Ovviamente, a seguito delle variazioni in termini di Ricchezza specifica, la maggior parte dei gruppi ecologici è apparsa rappresentata da un numero di taxa superiore o inferiore rispetto ai monitoraggi precedenti.

Analizzando invece le affinità biocenotiche dal punto di vista delle densità (Tab. 3-XXXVI; fig. 3.84) appare subito evidente una sostanziale differenza rispetto al numero di specie consistente, nella maggior parte dei survey condotti e pur con delle eccezioni, in una predominanza di organismi MO praticamente ovunque. E' anche chiara una variazione avvenuta a partire dalla fase di produzione di Annamaria B (estate 2010), ovvero il netto aumento di organismi caratteristici di fondi mobili instabili (MI), ai quali afferisce *D. arietina*, in alcuni siti dei transetti. Nell'inverno 2011 gli organismi caratteristici di questa biocenosi sono incrementati nella maggior parte delle stazioni di A (no variazioni in A3 e A8 e riduzione in A7). Lungo B sono aumentati da B1 a B3 e in B6, mentre sono diminuiti altrove. Nelle immediate vicinanze di Annamaria B gli organismi MI sono aumentati ovunque eccetto in AM NE, dove sono stati rilevati valori comparabili nei due ultimi survey.

Tab. 3-XXXV – Affinità bionomica calcolata come ricchezza specifica dei taxa determinati a livello di specie rinvenuti nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due campionamenti post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011). In giallo sono evidenziati i gruppi ecologici più numerosi in ogni monitoraggio e in ogni stazione. Per la legenda consultare l'All. C.

PS (autunno 2008)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)													1		1						1		1	1
Limicoli (Lim, VTC, VB)			8		9	6		9					9		11	9		5			6	8	6	10
Sabulicoli (Sab, SFBC)			2		2	3		3					5		4	1		2			4	2	1	2
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			9		8	10		6					12		4	3		6			4	8	8	4
Fondi Mobili Instabili (MI)						1									1			1						
Minuticoli (Minut)					1											1					1	1		
Indicatori di Materia Organica (MO)			7		8	8		8					6		8	7		7			6	6	6	6
Glareicoli (Glar)																								
Sbstrato duro (Sd, AP, C)						1		1								1		1						
Larga ripartizione ecologica (Lre)			2			1		1					2		2	1					2	1	1	1

I DL (inverno 2009)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)						1												1				1	1	
Limicoli (Lim, VTC, VB)			13		6	8		14							7	4		16			11	13	12	13
Sabulicoli (Sab, SFBC)			4		4	4		5							3	1		6			8	5	5	4
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			9		5	4		12							6	5		8			10	6	8	10
Fondi Mobili Instabili (MI)								1														1	1	
Minuticoli (Minut)																							1	1
Indicatori di Materia Organica (MO)			8		6	8		8							9	8		8			9	8	9	8
Glareicoli (Glar)																							1	
Sbstrato duro (Sd, AP, C)					1			1							1						1	1		
Larga ripartizione ecologica (Lre)			1					2										5			2	1	2	2

II DL (estate 2009)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)								1					1		1			1			1	1		
Limicoli (Lim, VTC, VB)			11		11	8		12					5		7	10		16			12	14	15	15
Sabulicoli (Sab, SFBC)			9		9	5		7					6		7	9		11			9	8	10	9
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			10		7	5		6					6		6	7		8			6	11	8	9
Fondi Mobili Instabili (MI)			2		1	1		2					2		1	2		2			3	1	2	1
Minuticoli (Minut)			1															1			1	1		
Indicatori di Materia Organica (MO)			9		6	7		7					8		5	6		9			7	9	8	8
Glareicoli (Glar)																								1
Sbstrato duro (Sd, AP, C)					3	6		2					1		7	3		2			1		2	3
Larga ripartizione ecologica (Lre)			4		3	2		2					3		1	4		3			2	2		2

III DL (inverno 2010)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)						1		1					1			2								
Limicoli (Lim, VTC, VB)			12		7	4		8					9		8	7		8			13	12	14	9
Sabulicoli (Sab, SFBC)			5		6	5		4					7		3	8		9			8	6	11	9
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			2		5	1		4					6		5	5		5			8	8	7	8
Fondi Mobili Instabili (MI)			1		1	1		1					2		2	1		2			1	2	1	1
Minuticoli (Minut)													1								1		1	1
Indicatori di Materia Organica (MO)			8		7	3		5					7		5	5		7			8	7	8	8
Glareicoli (Glar)																								
Sbstrato duro (Sd, AP, C)						1							1		1	2		1						1
Larga ripartizione ecologica (Lre)			3		2	2		3					2		2	3		3			3	2	2	3

I PL (estate 2010)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)	1		1	1	1	1		1	1		1	2		2	2	1	1	1	1		1	2	2	
Limicoli (Lim, VTC, VB)	14	9	9	13	6	2	3	6	11	11	12	13	11	10	9	9	12	9	9	14	11	15	10	16
Sabulicoli (Sab, SFBC)	4	7	5	3	3	1	3	5	4	6	8	8	4	4	4	3	7	1	2	7	6	5	8	7
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)	6	6	8	8	11	3	4	5	7	8	5	6	8	10	5	9	5	4	5	9	10	8	11	13
Fondi Mobili Instabili (MI)	3	2	1	3	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	3	1	1	2
Minuticoli (Minut)	1																	1			2	1	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	6	6	6	6	6	3	7	7	5	7	7	8	7	7	6	5	5	6	5	7	8	9	7	9
Glareicoli (Glar)																			1					1
Sbstrato duro (Sd, AP, C)	2	1	2	1	5	3	3			1	3	1	2	2	4	4		1	2	2	1	2		3
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1	2	2	2	3	1	4	3	2	2	2	3	1	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	3

II PL (inverno 2011)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)	2		1				1			1	1	1	1			1								1
Limicoli (Lim, VTC, VB)	19	17	10	10	7	1	8	3	13	14	14	8	10	5	8	6	9	14	16	14	14	17	15	17
Sabulicoli (Sab, SFBC)	7	8	7	6	5	1	4	5	3	7	5	4	4	5	5	3	6	6	7	10	10	6	7	10
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)	10	6	4	4	3	2	3	3	4	5	8	4	3	3	6	4	5	8	10	8	7	7	6	8
Fondi Mobili Instabili (MI)	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	2	1
Minuticoli (Minut)	1				1															1	1	2		1
Indicatori di Materia Organica (MO)	6	6	6	6	4	3	5	3	5	7	7	6	5	5	5	6	8	6	9	8	9	8	9	9
Glareicoli (Glar)																								
Sbstrato duro (Sd, AP, C)	1	3			1	2	2		1		2				1	1	1	5	1	2	3	2	2	1
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2	2	3	2	1	2			1	1	2	1	1	2	2	2	1	3	3	3	1	3	2	2

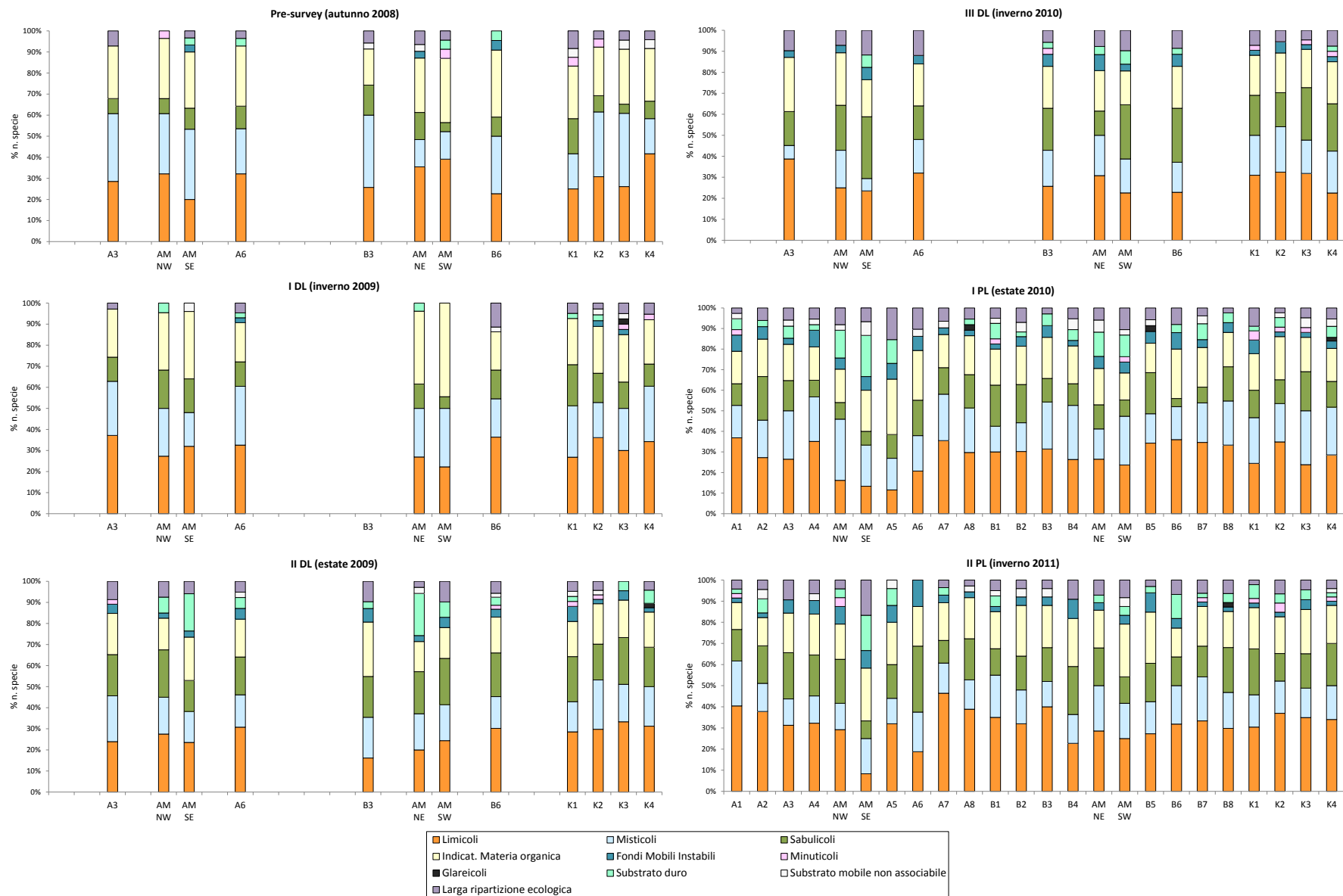


Fig. 3.83 – Percentuale del numero di specie afferenti alle varie categorie ecologiche rinvenute nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due campionamenti post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011). Per la legenda consultare l'All. C.

Tab. 3-XXXVI – Affinità bionomica calcolata come numero di individui (n. ind 0,095 m⁻²) appartenenti ai taxa determinati livello di specie rinvenuti nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due campionamenti post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011). In giallo sono evidenziati i gruppi ecologici più numerosi in ogni monitoraggio e in ogni stazione. Per la legenda consultare l'Al. C.

PS (autunno 2008)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)								2,85					2,02					1,33						
Limicoli (Lim, VTC, VB)			21,49		37,05	18,77		22,16					21,41		24,24	18,18		10,67			25,33	40,00	10,71	21,49
Sabulicoli (Sab, SFBC)			2,02		5,05	2,69		3,86					13,70		5,05	2,02		4,00			9,33	5,33	1,33	3,35
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			13,09		16,36	17,11		8,73					18,71		7,07	6,06		12,00			10,67	20,00	17,70	7,03
Fondi Mobili Instabili (MI)						1,01									1,01			1,33						
Minuticoli (Minut)					1,01											1,01					1,33	5,33		
Indicatori di Materia Organica (MO)			40,32		71,47	47,62		39,45					58,46		36,36	40,40		42,67			32,00	58,67	14,06	24,53
Glareicoli (Glar)																								
Sbstrato duro (Sd, AP, C)						1,01		1,01								2,02		1,33						
Larga ripartizione ecologica (Lre)			5,37			1,33		1,01					3,35		2,02	1,01					2,67	2,67	1,33	1,01

IDL (inverno 2009)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)			0,51		2,33	0,51		0,67					non campionata			1,04		1,52			1,01	1,33	0,51	0,67	
Limicoli (Lim, VTC, VB)			23,96		8,17	10,58		15,71								12,29	4,01		20,28			29,92	27,37	20,20	26,00
Sabulicoli (Sab, SFBC)			3,03		2,00	1,52		2,51								2,05	1,17		4,87			6,38	7,33	6,06	6,67
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			14,61		8,00	8,23		10,04								12,09	10,36		16,12			16,28	16,85	14,14	18,67
Fondi Mobili Instabili (MI)								0,51																0,67	0,51
Minuticoli (Minut)																								0,51	0,67
Indicatori di Materia Organica (MO)			34,22		29,17	19,44		22,08								42,43	16,03		34,04			31,21	36,40	25,76	45,33
Glareicoli (Glar)																								0,51	
Sbstrato duro (Sd, AP, C)					0,67			0,17								0,51						0,51	1,33		
Larga ripartizione ecologica (Lre)			1,52					1,00											3,86			3,35	1,17	2,53	2,00

IDL (estate 2009)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)			0,51		2,00	1,33							1,17		0,67	1,33		4,04						0,67
Limicoli (Lim, VTC, VB)			18,69		41,33	8,11		28,33					12,51		12,67	16,00		42,42			54,61	62,63	36,81	55,74
Sabulicoli (Sab, SFBC)			10,10		87,33	12,22		35,00					11,35		23,50	27,33		31,31			26,53	22,73	29,25	25,01
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			24,75		60,33	5,67		42,50					22,85		24,50	47,33		74,24			21,19	22,73	19,33	27,03
Fondi Mobili Instabili (MI)			6,06		0,67	0,22		10,83					13,03		0,67	16,67		40,40			21,33	4,04	1,52	0,67
Minuticoli (Minut)																		0,51			1,84	5,05		
Indicatori di Materia Organica (MO)			27,78		178,83	45,67		100,83					39,56		87,50	106,00		52,53			71,80	81,82	72,42	88,73
Glareicoli (Glar)																								0,51
Sbstrato duro (Sd, AP, C)					5,33	5,78		2,50					0,51		33,83	2,00		1,01			0,67		1,01	1,84
Larga ripartizione ecologica (Lre)			5,05		9,17	1,11		2,50					2,00		2,83	6,67		4,55			2,51	1,01		3,33

Tab. 3-XXXVI – Continuo.

III DL (inverno 2010)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)						0,25							2,00			0,84									
Limicoli (Lim, VTC, VB)			20,00		11,17	0,84		17,00					17,70		17,67	9,73		20,02				31,49	36,06	18,92	17,41
Sabulicoli (Sab, SFBC)			6,00		16,53	2,77		6,00					8,34		5,83	11,72		14,69				9,76	9,19	7,35	14,76
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)			4,00		12,04	0,83		12,00					11,52		12,67	5,71		10,51				13,07	7,19	5,69	8,36
Fondi Mobili Instabili (MI)			8,67		2,00	0,33		0,67					5,33		20,33	0,67		2,67				4,02	8,02	1,00	2,18
Minuticoli (Minut)													0,67									4,53		0,51	0,33
Indicatori di Materia Organica (MO)			33,33		13,84	2,44		38,67					24,20		54,83	10,23		38,85				39,90	29,92	21,38	32,08
Glareicoli (Glar)																									
Sbstrato duro (Sd, AP, C)						1,18							0,51		1,67	1,52		0,67							0,67
Larga ripartizione ecologica (Lre)			5,33		3,01	0,92		4,33					2,00		8,50	2,17		8,67				4,85	2,67	2,68	4,03

I PL (estate 2010)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)				0,51				0,25				0,51		0,51	0,33					1,01			0,67	0,51	1,29
Limicoli (Lim, VTC, VB)	60,83	37,37	24,11	21,64	4,68	1,38	1,92	11,06	20,00	25,15	56,67	17,31	19,19	15,66	8,00	11,88	15,23	11,03	17,47	23,00	33,64	47,35	17,37	24,35	
Sabulicoli (Sab, SFBC)	20,83	29,19	31,50	30,85	36,74	0,33	1,59	8,98	11,67	14,28	40,00	6,63	9,60	20,20	13,33	11,06	14,48	11,03	5,05	12,67	16,57	18,73	8,17	8,46	
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)	8,33	6,85	5,69	9,23	5,68	1,09	0,59	3,34	5,67	5,88	8,33	2,68	7,07	8,08	5,00	5,88	1,01	1,84	4,04	4,67	12,06	9,37	6,34	11,76	
Fondi Mobili Instabili (MI)	24,17	29,88	330,63	22,63	0,67	0,25	1,09	1,84	19,83	4,87	44,17	1,60	37,37	252,02	7,00	2,84	33,30	139,39	91,90	184,67	15,58	82,95	13,87	1,29	
Minuticoli (Minut)	0,83										0,83					0,33					4,51	1,52	0,33		
Indicatori di Materia Organica (MO)	94,17	93,11	69,71	85,94	77,64	50,05	7,46	32,73	50,00	51,33	100,83	26,73	40,40	39,90	67,33	69,21	25,48	31,09	30,95	32,33	33,09	39,60	22,06	27,36	
Glareicoli (Glar)										0,67							0,33							0,57	
Sbstrato duro (Sd, AP, C)	10,00	0,67	1,52	0,51	7,17	3,43	1,25			0,51	2,50	0,25	1,01	1,01	7,67	5,37		1,68	2,02	1,33	0,51	1,17		1,00	
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2,50	3,17	3,67	3,01	4,51	1,33	0,83	2,76	4,17	3,19	8,33	4,71	2,53	9,60	5,33	8,73	5,36	5,19	0,51	0,67	4,53	1,68	2,01	1,58	

II PL (inverno 2011)	A1	A2	A3	A4	AM NW	AM SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	AM NE	AM SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Taxa substrato mobile non rinvenuti in letteratura (Sm)		5,83		0,67			1,01			0,33	1,33	0,67	1,33			0,67								0,25
Limicoli (Lim, VTC, VB)	50,00	46,17	27,33	18,00	9,14	2,50	18,06	13,83	25,83	16,33	34,46	27,17	32,83	13,33	8,94	6,36	23,05	58,52	50,67	45,03	23,55	38,31	15,69	18,82
Sabulicoli (Sab, SFBC)	10,67	18,67	12,00	17,33	22,48	2,33	7,36	5,67	10,00	8,00	7,35	13,83	11,67	16,00	13,48	15,76	17,56	30,37	21,36	29,54	8,16	16,06	7,46	9,88
Misticoli (Mixt, DC, DL, DE, SGCF, SVMC)	14,33	13,00	8,67	4,67	1,68	1,67	3,01	8,00	7,50	6,67	8,36	4,83	3,00	2,00	4,83	3,01	10,18	13,52	15,22	16,18	6,22	12,86	3,35	8,56
Fondi Mobili Instabili (MI)	48,33	79,67	325,33	33,33	1,77	0,83	3,00	2,17	0,83	5,00	48,95	305,67	609,67	160,67	6,96	4,87	21,58	202,38	60,10	51,68	8,74	33,73	6,46	3,67
Minuticoli (Minut)	0,67				0,51														1,33		0,51	1,17		0,25
Indicatori di Materia Organica (MO)	39,67	65,67	66,00	42,67	22,67	16,17	56,33	10,00	36,67	31,00	41,45	60,50	41,00	30,67	49,44	45,05	46,81	184,30	163,88	117,64	24,21	47,11	22,38	16,22
Glareicoli (Glar)																					0,51			
Sbstrato duro (Sd, AP, C)	0,67	2,50			0,67	3,33	3,36		0,83		1,17				1,96	5,00	0,67	7,84	10,10	5,33	1,01	2,53	0,92	0,59
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2,50	2,00	2,67	2,00	0,51	4,83			1,67	0,33	2,67	0,83	2,00	4,00	2,33	2,01	4,51	7,67	3,17	4,67	0,25	1,67	1,09	1,17

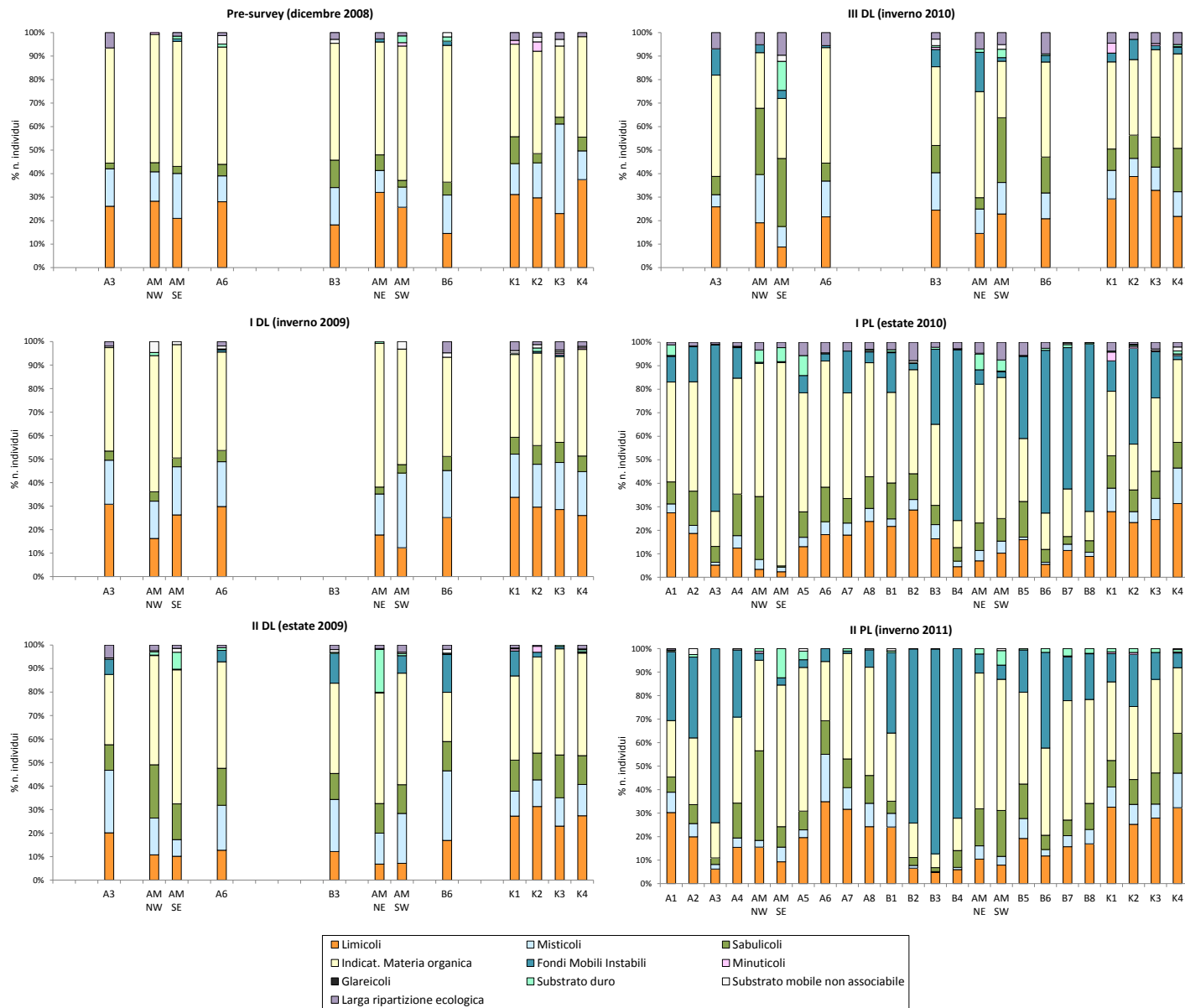


Fig. 3.84 – Percentuale del numero di individui afferenti alle varie categorie ecologiche rinvenute nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre survey condotti durante i lavori di installazione (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due campionamenti post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011). Per la legenda consultare l'All. C.

3.8.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati 29 taxa che complessivamente hanno costituito dal 71% (inverno 2010) all'83% (estate 2009) delle comunità bentoniche, includendo i restanti nella categoria "altro" (fig. 3.85). Data la notevole quantità di taxa necessaria per raggiungere queste percentuali, per rendere più fluida la lettura del presente capitolo nella trattazione che segue verranno commentati solo i principali.

Nel pre-survey nessuno dei taxa considerati, pur essendo quelli più importanti, era risultato particolarmente determinante in termini percentuali nelle varie stazioni. Solo nel primo survey condotto dopo l'inizio dei lavori di installazione della piattaforma (inverno 2009) si era verificata una dominanza abbastanza definita da parte dei policheti paraonidi nei quattro siti adiacenti al jacket, dove avevano rappresentato dall'11,1% (AM SE) al 23,7% (AM NE) dei popolamenti, aumentando di parecchi punti percentuale la loro importanza rispetto al pre-survey a scapito soprattutto di *M. cirrifera* e di Sabellidae nd. Un simile cambiamento era stato riscontrato anche in B6, mentre nelle altre stazioni, inclusi i controlli, i paraonidi avevano subito un decremento. Inoltre in quasi tutte le stazioni, incluse quelle di riferimento, era stata rilevata anche la riduzione di importanza di *Myrtea spinifera*, un bivalve che nel pre-survey era risultato tra le specie principali, e l'aumento percentuale di *A. muelleri* lungo tutto il transetto posizionato in direzione NW-SE e in AM NE. Comunque, la categoria "altro" era rimasta particolarmente importante un po' ovunque, aumentando rispetto al pre-survey in tutti i siti eccetto quelli adiacenti al jacket.

Anche nell'estate 2009 la variazione più evidente aveva riguardato i siti adiacenti al jacket di Annamaria B nei quali era avvenuto un notevole aumento di importanza di *M. cirrifera* (dal 31,3% in AM NE al 40,0% in AM SW). Incrementi di questo polichete erano stati registrati anche in tutte le altre stazioni, soprattutto in A6. Entro 60 m dalla piattaforma erano avvenuti anche altri cambiamenti che rendevano quest'area peculiare rispetto ai controlli. In particolare, erano aumentate le percentuali relative agli isopodi, era ricomparso l'ofiuroido *Ophiura albida*, già individuato nel pre-survey, apparso notevolmente più importante rispetto ai controlli, ed erano state censite specie assenti o

marginali precedentemente come ad esempio *O. fusiformis*. E' anche da segnalare l'importanza di *Balanus amphitrite* in AM NE (7,3%), non più rinvenuto nei monitoraggi successivi, e la presenza di *Pomatoceros triqueter* in AM SE (3,0%), entrambe specie tipiche di fondo roccioso. I siti di controllo apparivano piuttosto omogenei tra loro, essendo tutti caratterizzati principalmente dalla predominanza dei paraonidi, *M. cirrifera* e dei sabellidi.

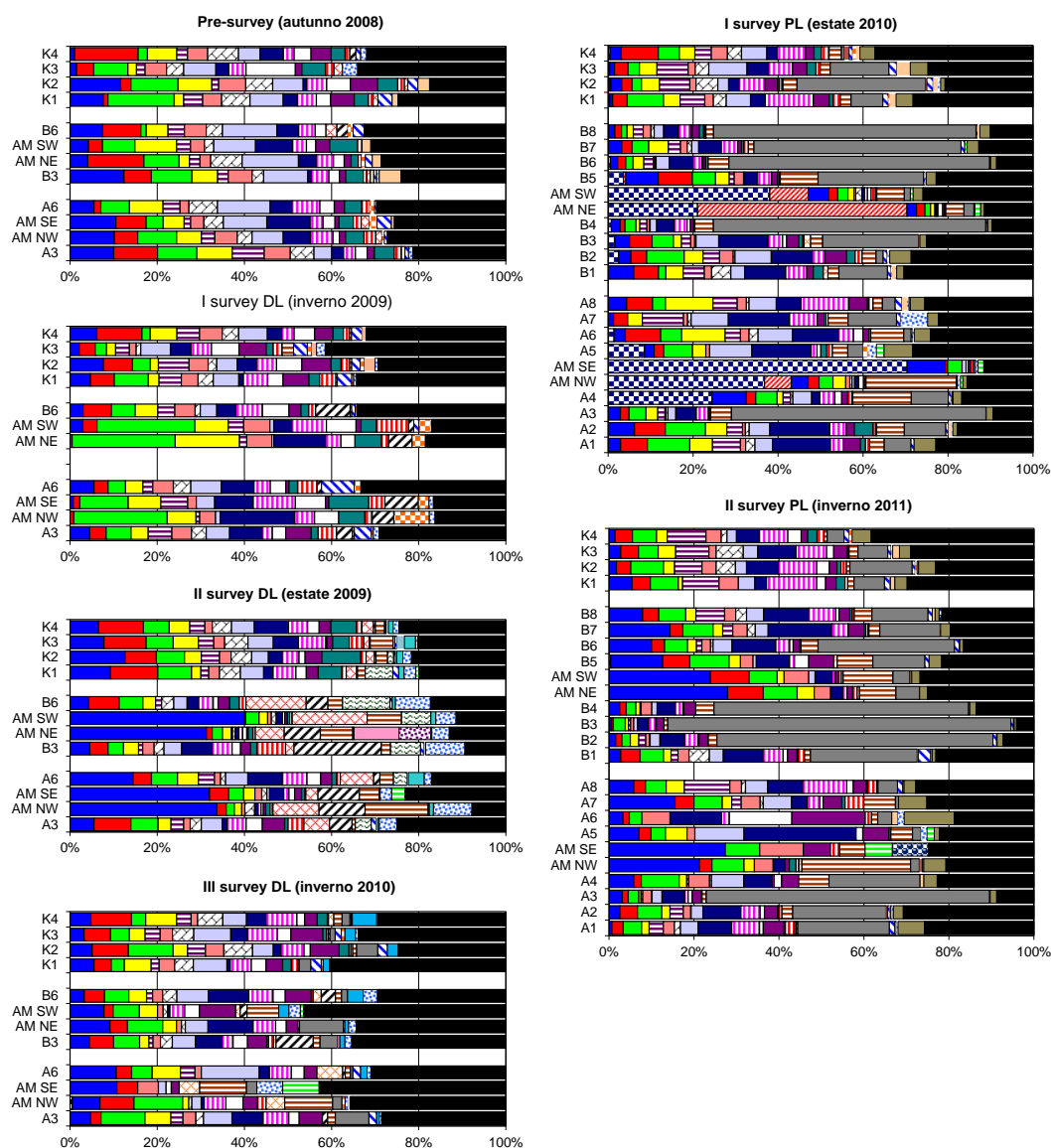
Nell'inverno 2010 le percentuali di *M. cirrifera* nei siti adiacenti alla piattaforma si erano ridotte, diventando pertanto solo leggermente superiori a quelle registrate nelle altre stazioni. Diminuiva anche l'importanza di altri taxa dominanti nell'estate 2009, come ad esempio gli isopodi, *N. aberans* e Paguridae, mentre aumentava la dominanza di *P. triqueter* in AM SE (9,4%), comparso anche in AM SW ma con una percentuale nettamente inferiore (0,85%). Più importante rispetto all'estate precedente era risultata anche la categoria "altro" ovunque. E' da rilevare che non erano state riscontrate discrepanze tra l'area circostante la piattaforma e i siti di controllo.

Il primo survey dopo i lavori di installazione è apparso caratterizzato da sostanziali cambiamenti nei siti della piattaforma, nettamente dominati da *C. capitata*, che in queste stazioni ha rappresentato dal 21,0% (AM NE) al 70,4% (AM SE), o da *Filograna* sp, che ha raggiunto il 49,3% in AM NE. *Filograna* sp è stata rinvenuta anche in AM NW, AM SW e B5, ma con percentuali inferiori, essendo comprese tra 0,5% (B5) e 9,1% (AM SW). *C. capitata* è stata invece censita da 30 m a NW a 60 m a SE e da 120 m a NE sino a 250 m a SW, mostrando una netta riduzione di dominanza già a 30 m da Annamaria B. Questo polichete è stato registrato anche in 3 controlli, rivestendo tuttavia un ruolo del tutto marginale. Un'altra specie degna di nota è *D. arietina*, che ha presentato percentuali molto elevate in A3 (60%), entro 60 m a NE (B3 e B4; 22,6% e 64,0%) e da B5 a B8 (24,8% - 61,8%), risultando dominante anche in K2 (30,2%) e K3 (13,9%).

Nell'inverno 2011 è avvenuto un altro cambiamento sostanziale nei siti adiacenti alla piattaforma e consistente nella scomparsa di *C. capitata* e *Filograna* sp. Al loro posto è subentrato nuovamente *M. cirrifera*, con percentuali oscillanti tra 21,3% (AM NW) e 27,9% (AM NE), prima specie in queste stazioni eccetto in AM NW in cui ha prevalso per pochi punti percentuali *O. fusiformis* (25,6%).

Lungo il transetto A è stata confermata la netta dominanza di *D. arietina* in A3 (66,7%), aumentata ulteriormente rispetto all'estate 2010, diventata prima specie anche nelle altre tre stazioni a NW. A SE di Annamaria B, invece, non è stata registrata una situazione univoca, essendo risultato *A. mulleri* prima specie in A5 (26,4%), *G. maculata* in A6 (17,3%), *M. cirrifera* in A7 (15,6%) e Caudofoveata nd in A8, sebbene con una percentuale molto simile a quella di Sipuncula nd (10,7% e 10,4% rispettivamente). Anche nella porzione Nord del transetto B è stata osservata una netta dominanza di *D. arietina*, presente con percentuali nettamente superiori rispetto a quelle dell'estate 2010 eccetto in B4. Questa specie è risultata predominante anche a SW (accanto a *M. cirrifera* in B5; 12,3%) eccetto in B7 dove ha prevalso *A. mulleri* (15%), sebbene con percentuali nettamente inferiori rispetto al tratto NE del transetto. Per quanto concerne i controlli, analogamente alla maggior parte dei survey precedenti è stata osservata una distribuzione delle specie più omogenea, essendo i taxa principali presenti con percentuali non particolarmente importanti. In queste stazioni hanno prevalso Sipuncula nd in K1 (11,8%), *D. arietina* in K2 (14,7%), *A. mulleri* in K3 (9,0%) e Caudofoveata nd in K4 (9,1%).

Sebbene i taxa principali siano risultati differenti nei vari survey, l'alta percentuale di taxa secondari ha sempre determinato una buona ripartizione delle abbondanze (fig. 3.86). E' però da segnalare che nel primo survey condotto durante i lavori di installazione le stazioni poste in corrispondenza del jacket erano risultate distaccate da tutte le altre a causa della quantità inferiore di specie di minore importanza. Una situazione del tutto analoga è stata registrata anche nell'inverno e nell'estate 2010 in corrispondenza di AM SE. Per quanto concerne l'ultimo survey dalle curve si nota un distacco iniziale delle stazioni del transetto B a NE e di A3 determinato dall'alta dominanza di *D. arietina*., I siti AM SE e A6, invece, appaiono separati dagli altri nelle porzioni terminali delle curve a causa della bassa Ricchezza specifica totale (vedi Cap. 3.8.4).



Actiniaria nd	<i>Ampelisca diadema</i>	<i>Ampharete acutifrons</i>	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	<i>Aponuphis brementi</i>	<i>Aspidosiphon mulleri</i>
<i>Balanus amphitrite</i>	<i>Capitella capitata</i>	Caudofoveata nd	<i>Ditrupa arietina</i>	<i>Filograna sp</i>	<i>Glycera rouxii</i>
<i>Goniada maculata</i>	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	Isopoda nd	<i>Minuspio cirrifera</i>	<i>Myrtea spinifera</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
<i>Nephtys hysiricis</i>	<i>Nothria conchilega</i>	<i>Notomastus aberans</i>	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	<i>Ophiura albida</i>	<i>Owenia fusiformis</i>
Paguridae nd	Paraonidae nd	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sabellidae nd	Sipuncula nd	ALTRO

Fig. 3.85 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre campionamenti effettuati durante i lavori di installazione di Annamaria B (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due survey post lavori (PL; estate 2010 e inverno 2011).

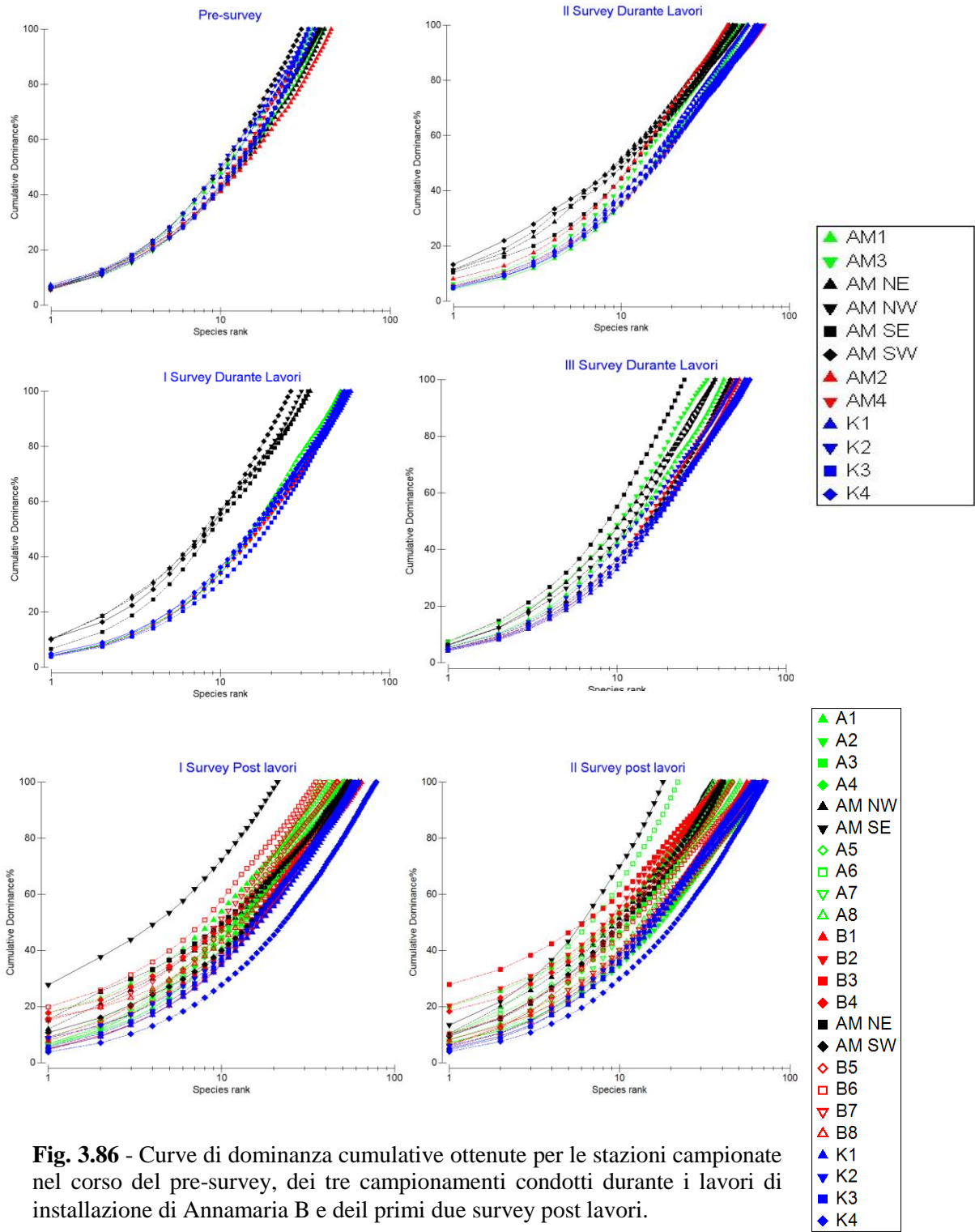


Fig. 3.86 - Curve di dominanza cumulative ottenute per le stazioni campionate nel corso del pre-survey, dei tre campionamenti condotti durante i lavori di installazione di Annamaria B e dei primi due survey post lavori.

3.8.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE

Nell'ultimo survey sono stati censiti complessivamente 160 taxa, principalmente policheti (62), crostacei (40), molluschi (38), ed echinodermi (7; All. C). Rispetto all'estate 2010 si è verificato un decremento, essendo in quella occasione stati censiti complessivamente 182 taxa (All. C).

Nell'inverno 2011 lungo il transetto A si è assistito a un aumento in A2 seguito da un forte decremento che è proseguito sino ad AM SE, dove è stato raggiunto il minimo non solo stagionale, ma dell'intero periodo di indagine (18; fig. 3.87). Verso SE, a parte il basso valore in A6 (22), è avvenuto un buon recupero già a 30 m di distanza (A5; 36), proseguito sino ad A8 (51). Il transetto B si è comportato in maniera differente, essendo caratterizzato da una riduzione da B1 a B2 e da una situazione pressoché stabile sino ad AM SW, essendo S compresa tra 38 (B4) e 41 (AM NE). E' quindi seguita una ripresa da B5 a B7. I siti di controllo hanno presentato valori compresi tra 61 (K3) e 72 (K4), pertanto nettamente superiori alla maggior parte dei siti posti attorno alla piattaforma.

Fatta eccezione per A1, A2, A5, A8 e per il tratto B6-B8, i transetti e la piattaforma hanno mostrato una netta riduzione rispetto all'estate 2010, non attribuibile alla stagionalità essendo la Ricchezza specifica totale aumentata, seppur di poco, in tre controlli su quattro.

Analogamente a tutti i monitoraggi precedenti, anche nell'inverno 2011 i policheti hanno costituito il gruppo principale ovunque, seguiti dai molluschi e/o crostacei, mentre gli echinodermi, ove presenti, sono stati rappresentati al massimo da 4 specie (A1; All. C).

Come già rilevato sin dal pre-survey, dal punto di vista qualitativo i popolamenti censiti nell'inverno 2011 sono risultati piuttosto simili poiché le specie esclusive, presenti cioè solo in un sito, hanno costituito al massimo il 7% della comunità rinvenuta (A4; 3 specie esclusive). Fa eccezione AM SE dove sono stati censiti 3 taxa esclusivi che, a causa della bassa Ricchezza specifica totale (18), hanno rappresentato il 17% del popolamento rinvenuto in quel sito.

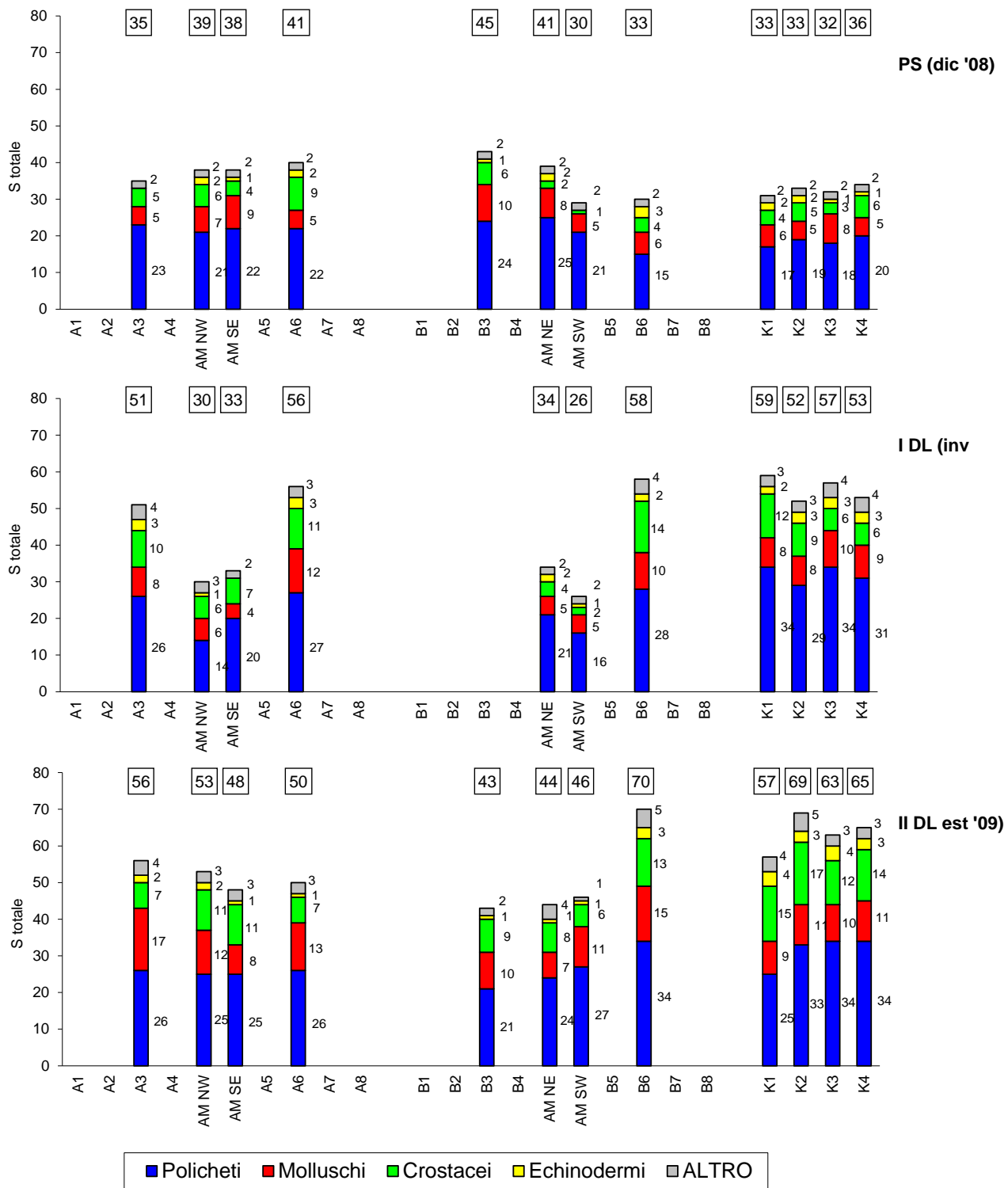


Fig. 3.87 - Ripartizione secondo il gruppo di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni monitorate nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre campionamenti condotti durante i lavori di installazione del jacket (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due survey post lavori (estate 2010 e inverno 2011). Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri).

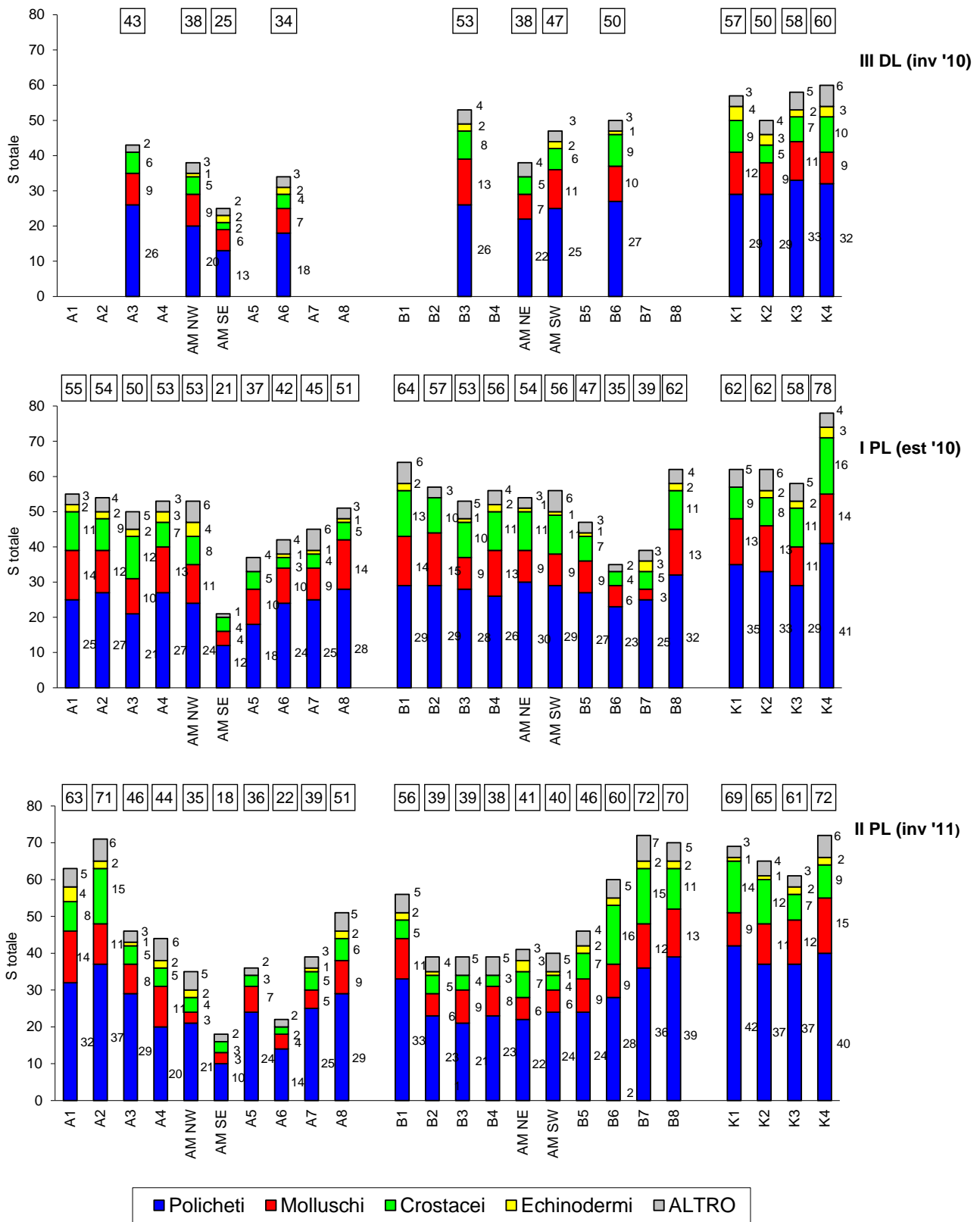


Fig. 3.87 – Continuo.

3.8.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA

Nel campionamento effettuato nell'inverno 2011 nella maggior parte dei siti posti lungo i transetti e nei quattro siti della piattaforma sono stati ottenuti valori di S_m molto inferiori a quelli dei controlli, dove l'indice è oscillato tra $27,5 \pm 1,4$ (K3) e $29,7 \pm 2,0$ (K2; fig. 3.88). Infatti, lungo A dopo un incremento in A2, unico sito del transetto confrontabile con i riferimenti avendo presentato un valore di $27,8 \pm 2,7$, il trend è apparso decrescente sino ad AM SE dove è stato raggiunto il minimo stagionale ($5,8 \pm 1,4$) analogamente alle due stagioni del 2010. Sono seguite delle oscillazioni sino ad A6 e un incremento che ha portato in A8 ad ottenere un valore ($23,5 \pm 0,9$) del tutto confrontabile con A1 ($23,3 \pm 1,3$). Lungo B, invece, sono avvenuti un decremento da B1 a B2 e un'altra riduzione da B4 ad AM NE, dopo la quale l'andamento è diventato crescente sino a B7 rendendo i siti B6-B8 confrontabili con i controlli. Nella porzione a Nord della piattaforma i valori sono risultati generalmente superiori lungo A rispetto a B, mentre a partire dai due siti adiacenti ad Annamaria B verso Sud l'indice è risultato notevolmente maggiore lungo il transetto B.

Rispetto all'estate 2010 gli andamenti lungo i transetti sono risultati differenti, ma in termini di valori lungo A non sono avvenute particolari variazioni eccetto un decremento in A4 e A6. B ha invece presentato delle riduzioni rispetto all'estate precedente nel settore NE eccetto in B2 e degli aumenti in B6 e B7. In prossimità della struttura sono stati registrati decrementi in AM NW e AM SW, mentre i controlli sono rimasti praticamente invariati. Anche nel primo survey post lavori in generale non erano state registrate variazioni rispetto al III monitoraggio condotto durante l'installazione della piattaforma (inverno 2010).

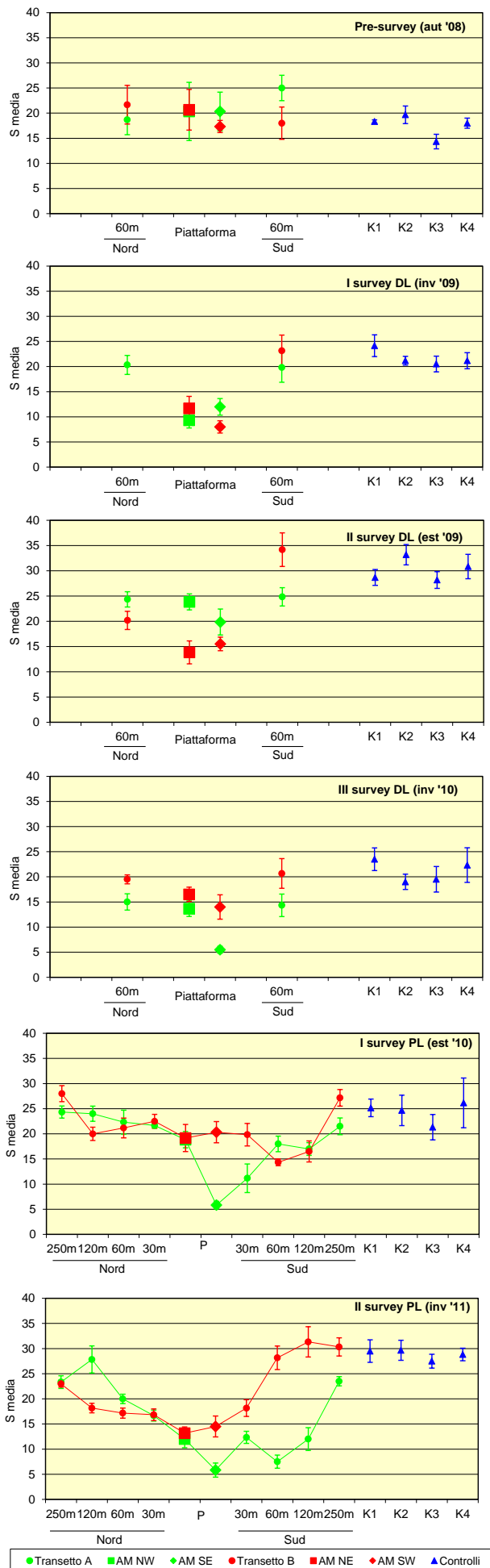


Fig. 3.88 - Ricchezza specifica media (\pm e.s.) registrata nelle stazioni monitorate nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre campionamenti condotti durante i lavori di installazione del jacket (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e nei primi due survey effettuati dopo la fine dei lavori di installazione (PL; estate 2010 e inverno 2011).

3.8.6. DIVERSITÀ SPECIFICA

Nell'inverno 2011 i trend della Diversità specifica relativi ai due transetti sono apparsi piuttosto irregolari, presentando numerose oscillazioni (fig. 3.89). Lungo A, infatti, sono avvenuti una riduzione in A3 per la netta dominanza di *D. arietina*, un aumento in A4 e un nuovo decremento sino ad AM SE, questa volta determinato dalle alte percentuali di *M. cirrifera*, dove è stato registrato il minimo del transetto ($1,521 \pm 0,232$). Nei siti a SE il trend è apparso del tutto simile a quello di S_m, presentando oscillazioni fino ad A6 e un aumento verso A8 che ha portato a un valore ($2,919 \pm 0,047$) confrontabile con quelli registrati in A1 e A2 ($2,767 \pm 0,089$ e $2,850 \pm 0,062$ rispettivamente) e nei controlli ($2,976 \pm 0,030 \leq H' \leq 3,158 \pm 0,051$).

Il transetto B è apparso caratterizzato da un forte decremento sino a B3, dove è stato raggiunto il minimo assoluto ($0,988 \pm 0,059$), determinato anche in questo caso dalla netta dominanza di *D. arietina*. Ha fatto seguito un graduale incremento, che ha interessato anche i siti strettamente adiacenti alla piattaforma, sino a raggiungere in B7 e B8 valori comparabili ai siti K e a B1. Anche per questo indice, quindi, la maggior parte dei siti lungo i transetti ha presentato valori inferiori a quelli dei riferimenti.

Quasi tutte le variazioni registrate rispetto all'estate 2010 sono imputabili a *D. arietina*. In particolare, nell'ultimo survey sono diminuiti i valori nel tratto B1-B3 e aumentati quelli da B6 a B8 a causa di una maggiore importanza del polichete nel primo caso e di una riduzione della sua dominanza nel secondo. Anche il lieve aumento avvenuto nei controlli K2 e K3 è imputabile a una minore % di questa specie rispetto al popolamento totale rinvenuto in quei siti. Lungo il transetto A l'unica variazione rispetto al survey precedente è stata evidenziata in corrispondenza di A6 in cui H' è diminuito a causa di una maggiore importanza della specie dominante (*G. maculata*).

Anche nell'estate 2010 i transetti avevano presentato trend con varie oscillazioni e bassi valori in alcuni siti del transetto B determinati dalla dominanza di *D. arietina*. Inoltre, la maggior parte delle stazioni di A e di B erano risultate meno diversificate dei controlli.

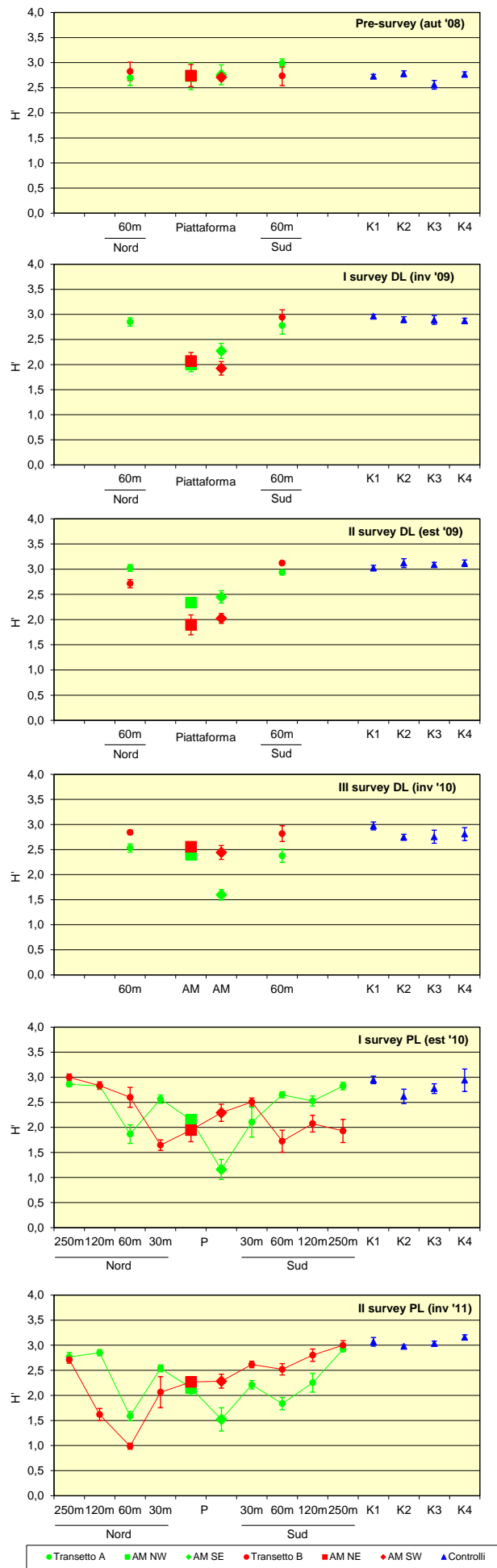


Fig. 3.89 - Diversità specifica (\pm e.s.) registrata nelle stazioni monitorate nel corso del pre-survey (PS; autunno 2008), nei tre campionamenti condotti durante i lavori di installazione del jacket (DL; inverno ed estate 2009, inverno 2010) e e nei primi due survey effettuati dopo la fine dei lavori di installazione (PL; estate 2010 e inverno 2011).

3.8.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING

Mediante il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità delle singole specie, le stazioni campionate nel corso dei sei monitoraggi sono state raggruppate in un cluster principale e in sei secondari costituiti da una sola stazione (similarità al 40%; figg. 3.90a e 3.90b). Il raggruppamento più grande comprende la maggior parte dei siti di tutti i survey, accomunati sostanzialmente da elevati quantitativi di *Paraonidae* nd (fig. 3.90c). All'interno di questo cluster si nota una certa separazione tra le stazioni del pre-survey, del durante lavori (DL) e del post lavori (PL), per la maggior presenza in queste ultime di *D. arietina* (fig. 3.90d), *A. brementi* (fig. 3.90e) e *C. capitata* (siti a ridosso della piattaforma monitorati nel I PL; fig. 3.90f), presente in minore quantità anche in A5. Quattro dei sei cluster secondari sono costituiti dal sito AM SE campionato nel III survey DL e nei due survey PL e dal controllo K4 relativo all'inverno 2011, separati dal resto essenzialmente per l'assenza di alcuni taxa rinvenuti altrove e, nel caso di AM SE, per le basse densità totali.

3.8.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

3.4.8.1 Indice W di Clarke

Nell'inverno 2011 l'indice W di Clarke ha indicato un lieve disturbo presso A5-A8, AM NW, AM SE e AM NE e K4, mentre nelle restanti stazioni è stato registrato un disturbo moderato. Rispetto al survey precedente è stato evidenziato un lieve miglioramento nei tre siti adiacenti alla piattaforma (AM NW, AM SE e AM NE) e un leggero peggioramento in B1-B3 e B5 (Tab. 3-XXXVII). Nell'intero periodo è visibile un lieve peggioramento a partire dal II survey durante i lavori sia nell'area circostante la piattaforma che in due controlli, una ripresa nel III DL e un successivo peggioramento nel dopo lavori che ha coinvolto sia la zona circostante Annamaria B che i siti di riferimento.

3.8.8.2 Indice AMBI

L'applicazione dell'indice AMBI ha permesso di ottenere i risultati indicati in Tab. 3-XXXVIII.

Nell'ultimo survey (inverno 2011) è stata evidenziata una situazione indisturbata presso i siti A1-A3, B1-B4, B6 e K2, caratterizzati da una forte presenza di *D. arietina*, inserita nel gruppo ecologico I (specie sensibili). mentre presso tutti i restanti siti è stata registrata una situazione di leggero disturbo.

Nel complesso, sino al III survey effettuato durante i lavori di installazione sia i siti circostanti la piattaforma Annamaria B che quelli di controllo erano apparsi omogenei e lievemente disturbati, eccetto B3 nel II survey DL (ambiente non disturbato).

Dopo la fine dei lavori (estate 2010) si era assistito a un peggioramento della qualità ambientale presso AM NW (moderatamente disturbato) e AM SE (fortemente disturbato), a causa del rinvenimento del V gruppo ecologico (specie opportuniste di primo ordine che proliferano in sedimenti poco ossigenati e ridotti), rappresentato in questo caso da *C. capitata*. Nessuna variazione era stata registrata per A6, K1 e K4, mentre era stato evidenziato un miglioramento nelle restanti stazioni comuni con i monitoraggi precedenti. Nell'inverno 2011 la situazione in AM NW e AM SE è

nettamente migliorata, mentre presso gli altri siti sono state registrate variazioni non univoche rispetto al survey precedente.

3.8.8.3 Indice BENTIX

Nell'inverno 2011 l'indice BENTIX ha mostrato una situazione piuttosto eterogenea tra i siti posizioni lungo i due transetti. Presso A3, A4, AM SE , B1, B2, B4 e B6 è stata registrata una situazione di disturbo moderato, mentre presso B3 è stato evidenziato un ambiente fortemente disturbato. Per i restanti siti è stato invece indicato un ambiente leggermente disturbato, fatta eccezione per A6 risultato indisturbato (Tab. 3-XXXIX).

Complessivamente, sino al III monitoraggio condotto durante i lavori di installazione l'indice BENTIX aveva fornito essenzialmente gli stessi risultati ottenuti con l'AMBI. Nel I survey effettuato nella fase di produzione della piattaforma (estate 2010), invece tra i due indici sono coincisi esclusivamente i risultati riguardanti AM SE (fortemente disturbato). Il BENTIX si è dimostrato più severo nei casi di A3 (per la quale è coinciso con l'indice W), A4, A5, di 6 siti del transetto B e di K1 e K2 (ambiente leggermente disturbato), mentre ha espresso un giudizio più positivo rispetto agli altri due indici nei confronti di AM NE (ambiente non inquinato).

Nell'ultimo survey l'indice BENTIX ha presentato un miglioramento delle condizioni da AM SE ad A6, in AM SW e B7-B8, mentre un peggioramento è stato registrato da B1 a B3 e in AM NE, confermando parzialmente quanto ottenuto con l'indice W di Clarke.

3.8.8.4 Stato ecologico

In Tab. 3-XL è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni derivato dalla combinazione dei tre indici. Il risultato indica, seppure con delle eccezioni, la conservazione di uno stato complessivamente buono sino al I survey effettuato durante i lavori di installazione, un peggioramento nel II survey DL e un ripristino delle condizioni iniziali nel III DL. Dopo la conclusione dei lavori di installazione (estate 2010) è stato evidenziato un lieve peggioramento in tre siti posti a 60 m e nei controlli K2 e K3; in AM

NW, AM SW e K1 il peggioramento è apparso più consistente (da buono a moderato), mentre in AM SE lo stato ecologico è passato da buono a povero.

Tab 3-XXXVII - Valori dell'indice di Clarke ottenuti per il pre-survey (PS), per i campionamenti effettuati durante i lavori di installazione (DL) e nei primi due survey condotti durante la fase di produzione (PL) della piattaforma Annamaria B.

	Stations	W	Disturbance Classification		Stations	W	Disturbance Classification	
PS	A3	0,466	Slightly disturbed	I PL	A1	0,246	Moderately disturbed	
	AM NW	0,309	Slightly disturbed		A2	0,220	Moderately disturbed	
	AM SE	0,351	Slightly disturbed		A3	0,096	Moderately disturbed	
	A6	0,309	Slightly disturbed		A4	0,176	Moderately disturbed	
	B3	0,447	Slightly disturbed		AM NW	0,056	Moderately disturbed	
	AM NE	0,372	Slightly disturbed		AM SE	-0,050	Moderately disturbed	
	AM SW	0,466	Slightly disturbed		A5	0,330	Slightly disturbed	
	B6	0,593	Slightly disturbed		A6	0,238	Moderately disturbed	
	K1	0,404	Slightly disturbed		A7	0,239	Moderately disturbed	
	K2	0,213	Moderately disturbed		A8	0,296	Slightly disturbed	
I DL	A3	0,268	Slightly disturbed	I PL	B1	0,275	Slightly disturbed	
	AM NW	0,268	Slightly disturbed		B2	0,316	Slightly disturbed	
	AM SE	0,254	Slightly disturbed		B3	0,255	Slightly disturbed	
	A6	0,320	Slightly disturbed		B4	0,118	Moderately polluted	
	B3	non campionata			AM NE	0,093	Moderately polluted	
	AM NE	0,260	Slightly disturbed		AM SW	0,164	Moderately polluted	
	AM SW	0,452	Slightly disturbed		B5	0,262	Slightly disturbed	
	B6	0,268	Slightly disturbed		B6	0,145	Moderately disturbed	
	K1	0,320	Slightly disturbed	B7	0,214	Moderately disturbed		
	K2	0,301	Slightly disturbed	B8	0,131	Moderately disturbed		
II DL	A3	0,221	Moderately disturbed	I PL	K1	0,233	Moderately disturbed	
	AM NW	0,202	Moderately disturbed		K2	0,191	Moderately disturbed	
	AM SE	0,275	Slightly disturbed		K3	0,233	Moderately disturbed	
	A6	0,218	Moderately disturbed		K4	0,393	Slightly disturbed	
	B3	0,216	Moderately disturbed		II PL	A1	0,223	Moderately disturbed
	AM NE	0,168	Moderately disturbed			A2	0,136	Moderately disturbed
	AM SW	0,460	Slightly disturbed			A3	0,034	Moderately disturbed
	B6	0,187	Moderately disturbed			A4	0,248	Moderately disturbed
	K1	0,214	Moderately disturbed	AM NW		0,279	Slightly disturbed	
	K2	0,324	Slightly disturbed	AM SE		0,516	Slightly disturbed	
K3	0,309	Slightly disturbed	A5	0,265		Slightly disturbed		
K4	0,215	Moderately disturbed	A6	0,342		Slightly disturbed		
III DL	A3	0,353	Slightly disturbed	A7		0,390	Slightly disturbed	
	AM NW	0,389	Slightly disturbed	A8		0,260	Slightly disturbed	
	AM SE	0,438	Slightly disturbed	II PL	B1	0,230	Moderately disturbed	
	A6	0,461	Slightly disturbed		B2	0,023	Moderately disturbed	
	B3	0,481	Slightly disturbed		B3	-0,057	Moderately disturbed	
	AM NE	0,328	Slightly disturbed		B4	0,069	Moderately disturbed	
	AM SW	0,428	Slightly disturbed		AM NE	0,334	Slightly disturbed	
	B6	0,336	Slightly disturbed		AM SW	0,126	Moderately disturbed	
	K1	0,380	Slightly disturbed		B5	0,220	Moderately disturbed	
	K2	0,302	Slightly disturbed		B6	0,095	Moderately disturbed	
K3	0,313	Slightly disturbed	B7	0,116	Moderately disturbed			
K4	0,196	Moderately disturbed	B8	0,156	Moderately disturbed			
				K1	0,234	Moderately disturbed		
				K2	0,093	Moderately disturbed		
				K3	0,193	Moderately disturbed		
				K4	0,299	Slightly disturbed		

Tab. 3-XXXVIII - Suddivisione percentuale delle specie rinvenute in ciascun sito di campionamento nei sei periodi di indagine (pre-survey, PS; durante i lavori di installazione, DL; post lavori, PL) suddivise 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.

	Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Disturbance Classification
PS	A3	26,40	40,70	21,40	11,50	0	1,720	Slightly disturbed
	AM NW	32,20	37,20	23,10	7,60	0	1,365	Slightly disturbed
	AM SE	30,60	44,90	17,60	6,80	0	1,467	Slightly disturbed
	A6	31,40	41,70	15,20	11,80	0	1,613	Slightly disturbed
	B3	19,60	47,20	24,60	8,60	0	1,854	Slightly disturbed
	AM NE	26,40	52,10	16,50	5,00	0	1,464	Slightly disturbed
	AM SW	24,40	45,60	16,70	13,30	0	1,726	Slightly disturbed
	B6	21,40	55,70	12,90	10,00	0	1,695	Slightly disturbed
	K1	23,80	45,20	28,60	2,40	0	1,630	Slightly disturbed
	K2	20,50	43,30	26,00	10,20	0	1,857	Slightly disturbed
	K3	27,70	56,40	12,20	3,70	0	1,369	Slightly disturbed
	K4	28,00	51,70	4,70	15,50	0	1,639	Slightly disturbed
I DL	A3	29,10	49,50	13,60	7,80	0	1,446	Slightly disturbed
	AM NW	35,80	20,80	35,10	8,40	0	1,659	Slightly disturbed
	AM SE	39,80	33,60	16,90	9,70	0	1,405	Slightly disturbed
	A6	28,70	49,30	13,00	8,90	0	1,549	Slightly disturbed
	B3							
	AM NE	31,30	21,50	30,10	17,20	0	1,821	Slightly disturbed
	AM SW	17,60	43,30	31,00	8,00	0	1,936	Slightly disturbed
	B6	27,10	48,60	15,30	9,00	0	1,633	Slightly disturbed
	K1	18,40	52,40	17,70	11,40	0	1,798	Slightly disturbed
	K2	24,80	52,50	18,10	4,60	0	1,517	Slightly disturbed
	K3	23,10	59,80	12,40	4,70	0	1,458	Slightly disturbed
	K4	22,40	58,90	9,90	8,90	0	1,598	Slightly disturbed
II DL	A3	32,70	44,80	15,70	6,90	0	1,474	Slightly disturbed
	AM NW	14,40	36,40	44,80	3,80	0,60	2,047	Slightly disturbed
	AM SE	20,90	29,00	44,10	6,00	0	2,004	Slightly disturbed
	A6	29,50	39,20	24,10	7,20	0	1,573	Slightly disturbed
	B3	41,30	42,30	11,30	5,20	0	1,199	Undisturbed
	AM NE	16,90	37,00	43,00	3,10	0	2,021	Slightly disturbed
	AM SW	15,50	34,60	46,20	3,70	0	2,042	Slightly disturbed
	B6	41,50	39,20	13,60	5,70	0	1,283	Slightly disturbed
	K1	43,10	31,40	19,60	5,90	0	1,356	Slightly disturbed
	K2	37,70	29,30	25,30	7,60	0	1,540	Slightly disturbed
	K3	39,10	32,90	19,00	9,00	0	1,457	Slightly disturbed
	K4	41,80	33,30	14,80	10,20	0	1,398	Slightly disturbed
III DL	A3	31,30	42,00	18,00	8,70	0	1,588	Slightly disturbed
	AM NW	18,00	56,90	18,00	7,20	0	1,643	Slightly disturbed
	AM SE	10,70	67,90	8,60	12,90	0	1,607	Slightly disturbed
	A6	22,10	49,50	13,10	15,20	0	1,703	Slightly disturbed
	B3	27,90	54,40	11,10	6,60	0	1,471	Slightly disturbed
	AM NE	36,70	35,90	14,00	13,40	0	1,499	Slightly disturbed
	AM SW	19,70	49,70	20,30	10,40	0	1,738	Slightly disturbed
	B6	29,40	53,00	11,40	6,30	0	1,419	Slightly disturbed
	K1	26,80	49,80	16,90	6,50	0	1,475	Slightly disturbed
	K2	24,30	52,50	15,90	7,30	0	1,614	Slightly disturbed
	K3	28,50	55,90	10,80	4,90	0	1,343	Slightly disturbed
	K4	27,60	51,70	13,90	6,80	0	1,465	Slightly disturbed

Tab. 3-XXXVIII – Continuo.

	Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Disturbance Classification
I PL	A1	32,80	40,10	22,00	5,10	0	1,492	Slightly disturbed
	A2	40,20	36,00	16,10	7,70	0	1,369	Slightly disturbed
	A3	72,70	15,50	8,00	3,80	0	0,644	Undisturbed
	A4	23,40	34,30	7,20	9,90	25,20	2,688	Slightly disturbed
	AM NW	14,90	31,80	9,00	6,60	37,60	3,302	Moderately disturbed
	AM SE	4,40	6,70	6,00	10,70	72,10	5,091	Heavily disturbed
	A5	33,50	37,60	17,90	2,30	8,70	1,728	Slightly disturbed
	A6	27,20	43,60	16,20	11,50	1,50	1,744	Slightly disturbed
	A7	48,90	37,80	11,10	2,30	0	1,002	Undisturbed
	A8	33,30	44,50	17,10	5,10	0	1,409	Slightly disturbed
	B1	42,80	39,60	8,60	9,10	0	1,260	Slightly disturbed
	B2	28,50	47,00	16,70	5,20	2,60	1,598	Slightly disturbed
	B3	48,80	32,70	10,10	6,70	1,70	1,197	Undisturbed
	B4	77,50	14,50	4,30	2,90	0,80	0,525	Undisturbed
	AM NE	58,30	14,20	3,30	2,90	21,40	1,726	Slightly disturbed
	AM SW	22,60	22,30	7,70	8,50	39,00	3,286	Slightly disturbed
	B5	43,80	29,10	10,30	13,20	3,70	1,557	Slightly disturbed
	B6	75,70	14,70	5,20	3,90	0,50	0,585	Undisturbed
	B7	64,30	21,20	10,00	4,50	0	0,821	Undisturbed
	B8	75,90	18,40	3,70	1,90	0,10	0,480	Undisturbed
K1	34,80	43,50	18,90	2,50	0,40	1,353	Slightly disturbed	
K2	51,30	34,90	8,70	4,70	0,40	1,022	Undisturbed	
K3	38,40	48,80	10,80	1,90	0	1,143	Undisturbed	
K4	28,80	54,00	11,20	5,40	0,50	1,422	Slightly disturbed	
II PL	A1	49,70	39,90	6,70	3,80	0	0,970	Undisturbed
	A2	52,80	33,40	10,20	3,60	0	0,970	Undisturbed
	A3	77,70	14,60	3,30	4,40	0	0,518	Undisturbed
	A4	37,60	41,70	14,70	6,00	0	1,335	Slightly disturbed
	AM NW	14,40	47,20	14,50	23,90	0	2,218	Slightly disturbed
	AM SE	4,50	44,10	22,30	29,10	0	2,639	Slightly disturbed
	A5	39,30	42,20	11,00	7,60	0	1,301	Slightly disturbed
	A6	21,20	70,70	4,60	3,50	0	1,355	Slightly disturbed
	A7	17,60	51,90	11,50	19,10	0	1,981	Slightly disturbed
	A8	34,90	41,90	13,80	9,30	0	1,464	Slightly disturbed
	B1	49,00	36,60	8,50	5,90	0	1,069	Undisturbed
	B2	78,50	14,60	4,40	2,60	0	0,466	Undisturbed
	B3	87,70	8,00	3,70	0,60	0	0,259	Undisturbed
	B4	74,70	17,60	4,90	2,80	0	0,537	Undisturbed
	AM NE	22,30	32,30	13,70	31,70	0	2,324	Slightly disturbed
	AM SW	16,10	39,60	16,60	27,70	0	2,339	Slightly disturbed
	B5	36,60	36,20	12,90	13,90	0,40	1,578	Slightly disturbed
	B6	55,80	24,80	8,30	11,00	0	1,118	Undisturbed
	B7	43,10	29,50	10,90	16,40	0	1,510	Slightly disturbed
	B8	39,40	35,90	12,70	12,00	0	1,460	Slightly disturbed
K1	35,30	44,50	11,20	9,00	0	1,408	Slightly disturbed	
K2	42,00	40,80	13,20	4,00	0	1,190	Undisturbed	
K3	33,00	46,00	12,60	8,40	0	1,444	Slightly disturbed	
K4	32,70	43,20	17,30	6,80	0	1,473	Slightly disturbed	

Tab. 3-XXXIX - Risultati dell'indice BENTIX e relativa classificazione del disturbo ambientale per le stazioni campionate nei sei periodi di indagine (pre-survey, PS; durante i lavori di installazione, DL; post lavori, PL).

	Stations	BENTIX	Disturbance Classification
PS	A3	3,9	Slightly polluted
	AM NW	3,9	Slightly polluted
	AM SE	3,8	Slightly polluted
	A6	3,8	Slightly polluted
	B3	3,6	Slightly polluted
	AM NE	3,9	Slightly polluted
	AM SW	3,8	Slightly polluted
	B6	3,9	Slightly polluted
	K1	3,6	Slightly polluted
	K2	3,5	Slightly polluted
I DL	A3	4,2	Slightly polluted
	AM NW	4,1	Slightly polluted
	AM SE	4,5	Slightly polluted
	A6	4,0	Slightly polluted
	B3	non campionata	
	AM NE	3,7	Slightly polluted
	AM SW	3,6	Slightly polluted
	B6	4,3	Slightly polluted
	K1	3,8	Slightly polluted
	K2	4,3	Slightly polluted
II DL	A3	4,1	Slightly polluted
	AM NW	4,0	Slightly polluted
	AM SE	3,7	Slightly polluted
	A6	4,1	Slightly polluted
	B3	4,5	Slightly polluted
	AM NE	3,8	Slightly polluted
	AM SW	3,5	Slightly polluted
	B6	4,4	Slightly polluted
	K1	3,9	Slightly polluted
	K2	4,0	Slightly polluted
III DL	A3	3,7	Slightly polluted
	AM NW	4,2	Slightly polluted
	AM SE	4,0	Slightly polluted
	A6	3,7	Slightly polluted
	B3	4,2	Slightly polluted
	AM NE	3,7	Slightly polluted
	AM SW	4,1	Slightly polluted
	B6	4,3	Slightly polluted
	K1	4,0	Slightly polluted
	K2	4,0	Slightly polluted
I PL	A1	3,7	Slightly polluted
	A2	3,7	Slightly polluted
	A3	2,8	Moderately polluted
	A4	3,4	Moderately polluted
	AM NW	3,7	Slightly polluted
	AM SE	2,3	Highly polluted
	A5	3,2	Moderately polluted
	A6	3,6	Slightly polluted
	A7	3,9	Slightly polluted
	A8	4,1	Slightly polluted
II PL	B1	3,8	Slightly polluted
	B2	3,6	Slightly polluted
	B3	3,4	Moderately polluted
	B4	2,7	Moderately polluted
	AM NE	4,6	Unpolluted
	AM SW	3,4	Moderately polluted
	B5	3,5	Slightly polluted
	B6	2,7	Moderately polluted
	B7	2,9	Moderately polluted
	B8	2,9	Moderately polluted
III PL	K1	3,9	Slightly polluted
	K2	3,5	Slightly polluted
	K3	4,0	Slightly polluted
	K4	4,3	Slightly polluted
	A1	3,8	Slightly polluted
	A2	4,0	Slightly polluted
	A3	2,7	Moderately polluted
	A4	3,4	Moderately polluted
	AM NW	4,1	Slightly polluted
	AM SE	2,8	Moderately polluted
A5	4,4	Slightly polluted	
A6	5,1	Undisturbed	
A7	3,6	Slightly polluted	
A8	4,1	Slightly polluted	
IV PL	B1	3,4	Moderately polluted
	B2	2,9	Moderately polluted
	B3	2,4	Highly polluted
	B4	2,9	Moderately polluted
	AM NE	3,6	Slightly polluted
	AM SW	3,5	Slightly polluted
	B5	4,1	Slightly polluted
	B6	3,4	Moderately polluted
	B7	3,7	Slightly polluted
	B8	3,8	Slightly polluted
V PL	K1	4,1	Slightly polluted
	K2	3,7	Slightly polluted
	K3	3,9	Slightly polluted
	K4	4,3	Slightly polluted

Tab. 3-XL - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici.

	Stations	W	AMBI	BENTIX	Ecological status	
		Disturbance Classification	Disturbance Classification	Disturbance Classification		
PS	A3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM NW	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM SE	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	A6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM NE	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM SW	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	K3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
IDL	A3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM NW	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM SE	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	A6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B3	Non campionata				
	AM NE	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM SW	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
IIDL	A3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	AM NW	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	AM SE	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	A6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	B3	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good	
	AM NE	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	AM SW	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	K1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	K2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K4	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
IIIDL	A3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM NW	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM SE	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	A6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM NE	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	AM SW	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	K4	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	

Tab. 3-XL – Continuo.

Stations	W	AMBI	BENTIX	Ecological status		
	Disturbance Classification	Disturbance Classification	Disturbance Classification			
I PL	A1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	A2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	A3	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
	A4	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately polluted	Moderate	
	AM NW	Moderately disturbed	Moderately disturbed	Slightly polluted	Moderate	
	AM SE	Moderately disturbed	Highly disturbed	Highly polluted	Poor	
	A5	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
	A6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	A7	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good	
	A8	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B3	Slightly disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good	
	B4	Moderately polluted	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
	AM NE	Moderately polluted	Slightly disturbed	Unpolluted	Good	
	AM SW	Moderately polluted	Slightly disturbed	Moderately polluted	Moderate	
	B5	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	B6	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
	B7	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
	B8	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
	K1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Moderate	
	K2	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	K3	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
	K4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
	II PL	A1	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good
		A2	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good
		A3	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
		A4	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately polluted	Moderate
AM NW		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
AM SE		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
A5		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
A6		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Undisturbed	Good	
A7		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
A8		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
B1		Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
B2		Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
B3		Moderately disturbed	Undisturbed	Highly polluted	Moderate	
B4		Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
AM NE		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	
AM SW		Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
B5		Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
B6		Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate	
B7		Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
B8		Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
K1		Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
K2		Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good	
K3		Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate	
K4		Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good	

3.5.9. *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Il campione prelevato nell'inverno 2011 dalle parti sommerse della piattaforma era costituito da 42 esemplari, corrispondenti a 2,6 ind/dm² e aveva un peso fresco di 1 kg. Il range di taglia è risultato compreso tra 38 e 68 mm LC e il 93% circa degli esemplari aveva raggiunto o superato la taglia minima commerciale di 50 mm LC (fig. 3.91).

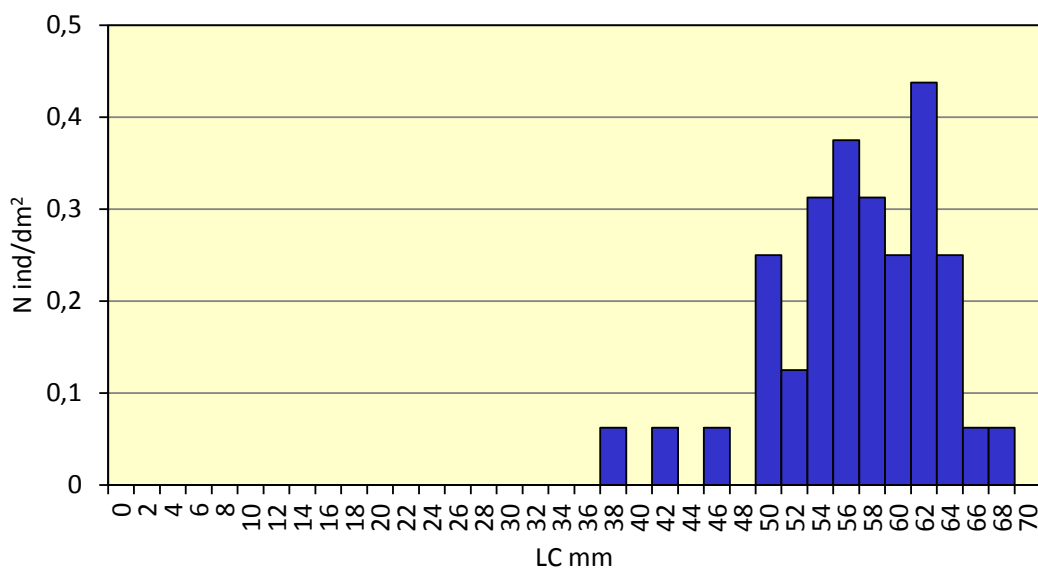


Fig. 3.91 - Distribuzione di frequenza delle lunghezze degli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati dalle parti sommerse di Annamaria B nell'inverno 2011.

3.9. INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA

3.9.1. CAMPIONAMENTI DI PESCA

3.9.1.1 Ricchezza specifica e Diversità specifica

Durante il primo semestre 2011 sono state censite in totale 58 specie di cui 50 pesci, 4 crostacei e 4 molluschi. Di queste, 51 sono state catturate attorno ad Annamaria B (44 pesci, 3 crostacei e 4 molluschi; Tab. 3-XLI).

Nei siti di controllo sono stati osservati valori di Ricchezza specifica totale inferiori rispetto all'impianto di estrazione, essendo stati osservati 23 taxa presso il Controllo 1 (C1; 21 pesci e 2 crostacei) e 19 taxa presso il Controllo 2 (C2; 17 pesci, 1 crostaceo e 1 mollusco; Tabb. 3-XLII e 3-XLIII).

Esclusivamente nella zona di mare circostante la piattaforma sono state catturate 25 specie, di cui 8 AT (*Mullus surmuletus*, *Scorpaena porcus*, *Diplodus sargus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Sparus aurata*, *Spondilyosoma cantharus*, *Sphyraena sphyraena*, *Palinurus elephas*), 8 PA (*Zeus faber*, *Sarda sarda*, *Scomber japonicus*, *Scomber scombrus*, *Spicara maena*, *Spicara smaris*, *Trachurus picturatus*, *Trachurus trachurus*) e 9 NA (*Lepidotrigla cavillone*, *Phycis blennoides*, *Torpedo torpedo*, *Uranoscopus scaber*, *Pagellus acarne*, *Alosa fallax fallax*, *Euthynnus alletteratus*, *Sardinella aurita*, *Calappa granulata*).

Unicamente in C1 1 sono state reperite le specie AT *Scorpena scrofa* e *Homarus gammarus*, la specie PA *Serranus hepatus* e le specie NA *Mustelus mustelus* e *Myliobatis aquila*, mentre *Raja clavata* (NA) è stata rinvenuta in entrambi i siti di controllo.

Le restanti specie sono state rilevate sia presso la piattaforma che in uno o entrambi i controlli.

Tab. 3-XLI - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso la piattaforma Annamaria B da gennaio a giugno 2011.

			Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Totale		
			N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	
Crostacei	<i>Palinurus elephas</i>	B	AT	1,37	1,4										1,37	1,4	
	<i>Calappa granulata</i>	B	NA										2,11	0,4	2,11	0,4	
	<i>Maja squinado</i>	B	NA	4,11	3,11					30,97	16,23	5,41	5,6	31,69	17,93	72,18	42,87
Crostacei Totale				5,48	4,51					30,97	16,23	5,41	5,6	33,8	18,33	75,66	44,67
Molluschi	<i>Octopus vulgaris</i>	B	AT						1,55	7,12	2,71	10,42			4,26	17,54	
	<i>Pecten jacobaeus</i>	B	NA						1,55	0,07					1,55	0,07	
	<i>Sepia officinalis</i>	B	NA			1,37	0,53								1,37	0,53	
	<i>Illex coindetii</i>	P	NA	2,74	0,3	4,11	0,42			1,55	0,36				8,4	1,08	
Molluschi Totale				2,74	0,3	5,48	0,95			4,65	7,55	2,71	10,42		15,58	19,22	
Pesci	<i>Mullus surmuletus</i>	B	AT	9,6	2,8	2,74	0,86	2,76	0,82	26,32	4,42			6,34	1,02	47,76	9,92
	<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	1,37	0,15			1,38	0,09					2,11	0,15	4,86	0,39
	<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT			1,37	0,11					2,71	0,31	6,34	1,41	10,42	1,83
	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA	5,49	0,63	2,74	0,67			4,65	1,02			2,11	0,44	14,99	2,76
	<i>Eutrigla gurnardus</i>	B	NA					2,76	0,04							2,76	0,04
	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA			2,74	0,04	1,38	0,01							4,12	0,05
	<i>Lophius budegassa</i>	B	NA							4,65	0,76					4,65	0,76
	<i>Microchirus variegatus</i>	B	NA	1,37	0,02	1,37	0,04							4,23	0,11	6,97	0,17
	<i>Mullus barbatus</i>	B	NA	4,11	0,32	2,74	0,12	4,14	0,2	12,39	0,51					23,38	1,15
	<i>Phycis blennoides</i>	B	NA							3,1	0,73			4,23	2,22	7,33	2,95
	<i>Psetta maxima</i>	B	NA			1,37	9,19									1,37	9,19
	<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA							1,55	0,4					1,55	0,4
	<i>Solea solea</i>	B	NA					2,76	0,69	1,55	0,15					4,31	0,84
	<i>Squalus acanthias</i>	B	NA	1,37	0,39	4,11	2,94					2,71	3,05			8,19	6,38
	<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA							9,29	7,55	5,41	3,87			14,7	11,42
	<i>Torpedo torpedo</i>	B	NA	1,37	1,99											1,37	1,99
	<i>Trachinus draco</i>	B	NA									2,71	0,13	6,34	0,48	9,05	0,61
	<i>Uranoscopus scaber</i>	B	NA					1,38	0,22	1,55	0,1					2,93	0,32
	<i>Diplodus sargus sargus</i>	NB	AT									2,71	0,55			2,71	0,55
	<i>Diplodus vulgaris</i>	NB	AT											8,45	0,98	8,45	0,98
	<i>Sparus aurata</i>	NB	AT	1,37	0,26					12,39	1,83	2,71	0,49	2,11	0,33	18,58	2,91
	<i>Spondilyosoma cantharus</i>	NB	AT	6,86	1,02			1,38	0,23	3,1	1,56	5,41	1,15	2,11	0,57	18,86	4,53
	<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA	189,26	10,67	97,37	5,11	20,69	0,83	89,81	4,47	18,95	1,01	57,04	3,21	473,12	25,3
	<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA	30,17	2,06	16,46	1,17	5,52	0,38	29,42	2,47	8,12	0,36	8,45	0,43	98,14	6,87
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	61,71	4,62	10,97	0,53	19,31	1,02	68,13	4,15			12,68	0,64	172,8	10,96
	<i>Zeus faber</i>	NB	PA							1,55	0,74					1,55	0,74
	<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA							3,1	0,29					3,1	0,29
	<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA									2,71	1,03			2,71	1,03
	<i>Pagellus acarne</i>	NB	NA	10,97	1,7	1,37	0,08			3,1	0,37			6,34	0,36	21,78	2,51
	<i>Sphyaena sphyraena</i>	P	AT	1,37	0,17											1,37	0,17
	<i>Boops boops</i>	P	PA	31,54	2,63	63,09	3,8	41,38	2,24	51,1	3,08	146,17	11	2,11	0,21	335,39	22,96
	<i>Sarda sarda</i>	P	PA	6,86	4,88	1,37	0,68									8,23	5,56
	<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	31,54	11,7	5,49	2,29	4,14	0,91	1,55	0,69	5,41	2,44			48,13	18,03
	<i>Scomber scombrus</i>	P	PA			4,11	0,63	4,14	0,64	1,55	0,31			6,34	1,02	16,14	2,6
	<i>Spicara maena</i>	P	PA	2,74	0,13	10,97	0,52	4,14	0,21	3,1	0,15			6,34	0,27	27,29	1,28
	<i>Spicara smaris</i>	P	PA							1,55	0,06					1,55	0,06
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA	171,43	15,63	75,43	3,8	41,38	3,28			62,26	4,46	6,34	0,84	356,84	28,01
<i>Trachurus picturatus</i>	P	PA							1,55	0,35			6,34	2,43	7,89	2,78	
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA							74,32	5,31			16,9	0,83	91,22	6,14	
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA	4,11	1,04											4,11	1,04	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	1,37	0,01			1,38	0,02			16,24	0,18	78,17	1,05	97,16	1,26	
<i>Euthynnus alletteratus</i>	P	NA							3,1	5,09					3,1	5,09	
<i>Sardina pilchardus</i>	P	NA			12,34	0,34			10,84	0,25	2,71	0,08	6,34	0,24	32,23	0,91	
<i>Sardinella aurita</i>	P	NA	1,37	0,16											1,37	0,16	
Pesci Totale				577,4	62,98	318,2	32,92	160	11,83	424,3	46,81	286,9	30,11	257,8	19,24	2025	203,9
Totale complessivo				585,6	67,79	323,6	33,87	160	11,83	459,9	70,59	295,1	46,13	291,6	37,57	2116	267,8

Tab. 3-LXII - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il Controllo 1 da gennaio a giugno 2011.

				Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Totale	
				N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)
Crostacei	<i>Homarus gammarus</i>	B	AT									1,61	2,39			1,61	2,39
	<i>Maja squinado</i>	B	NA			1,33	0,5	4,02	2,59	4,47	2,67	8,05	3,49	5,44	3,51	23,31	12,76
Crostacei Totale						1,33	0,5	4,02	2,59	4,47	2,67	9,66	5,88	5,44	3,51	24,92	15,15
Pesci	<i>Scorpaena scrofa</i>	B	AT									3,22	0,3			3,22	0,3
	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA	1,33	0,12											1,33	0,12
	<i>Citharus linguatula</i>	B	NA	1,33	0,05							1,61	0,05			2,94	0,1
	<i>Eutrigla gurnardus</i>	B	NA			1,33	0,02									1,33	0,02
	<i>Microchirus variegatus</i>	B	NA	4	0,11							6,44	0,18	3,63	0,1	14,07	0,39
	<i>Mullus barbatus</i>	B	NA							1,49	0,08					1,49	0,08
	<i>Raja clavata</i>	B	NA			1,33	0,02	1,34	4,16			1,61	6,12			4,28	10,3
	<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	1,33	0,53											1,33	0,53
	<i>Solea solea</i>	B	NA	6,67	1,07	1,33	0,52	4,02	1,09	1,49	0,23	1,61	0,27	5,44	0,54	20,56	3,72
	<i>Squalus acanthias</i>	B	NA	1,33	1,52	4	2,14	1,34	0,64	1,49	1,01	6,44	7,33	5,44	4,76	20,04	17,4
	<i>Trachinus draco</i>	B	NA									3,22	0,17	5,44	0,53	8,66	0,7
	<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA			1,33	0,06	1,34	0,06							2,67	0,12
	<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA	1,33	0,09					1,49	0,05	6,44	0,28	7,25	0,3	16,51	0,72
	<i>Serranus hepatus</i>	NB	PA					1,34	0,02							1,34	0,02
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA					2,68	0,23							2,68	0,23
	<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA			1,33	0,1	1,34	0,1			1,61	0,12			4,28	0,32
	<i>Mustelus mustelus</i>	NB	NA			2,67	1,11									2,67	1,11
	<i>Myliobatis aquila</i>	NB	NA	1,33	3,73	4	27,87									5,33	31,6
<i>Boops boops</i>	P	PA			1,33	0,04									1,33	0,04	
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA									1,61	0,23			1,61	0,23	
<i>Sardina pilchardus</i>	P	NA			1,33	0,03	1,34	0,04	1,49	0,04			1,81	0,08	5,97	0,19	
Pesci Totale				18,65	7,22	19,98	31,91	14,74	6,34	7,45	1,41	33,81	15,05	29,01	6,31	123,6	68,24
Totale complessivo				18,65	7,22	21,31	32,41	18,76	8,93	11,92	4,08	43,47	20,93	34,45	9,82	148,6	83,39

Tab. 3-LIII - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il Controllo 2 da gennaio a giugno 2011.

				Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Totale	
				N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)	N.Ind.	P(kg)
Crostacei	<i>Maja squinado</i>	B	NA	2,98	2,34			5,42	3,57	4,53	2,25	11,9	8,96	3,56	2,07	28,39	19,19
Crostacei Totale				2,98	2,34			5,42	3,57	4,53	2,25	11,9	8,96	3,56	2,07	28,39	19,19
Molluschi	<i>Octopus vulgaris</i>	B	AT									1,49	4			1,49	4
Molluschi Totale												1,49	4			1,49	4
Pesci	<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	1,49	0,14					1,51	0,21					3	0,35
	<i>Lophius budegassa</i>	B	NA							1,51	0,21					1,51	0,21
	<i>Microchirus variegatus</i>	B	NA							3,02	0,05	7,43	0,16			10,45	0,21
	<i>Psetta maxima</i>	B	NA							1,51	11,92					1,51	11,92
	<i>Raja clavata</i>	B	NA					2,71	4,07							2,71	4,07
	<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA											1,78	0,58	1,78	0,58
	<i>Solea solea</i>	B	NA			5,96	0,79	1,36	0,29					3,56	0,83	10,88	1,91
	<i>Squalus acanthias</i>	B	NA	2,98	1,32	2,98	1,86					7,43	6,68	1,78	1,92	15,17	11,78
	<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA									1,49	0,94			1,49	0,94
	<i>Trachinus draco</i>	B	NA							3,02	0,22					3,02	0,22
	<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA	4,47	0,18			1,36	0,04	6,04	0,26	4,46	0,18			16,33	0,66
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA					2,71	0,1	1,51	0,04					4,22	0,14
	<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA									2,97	0,11			2,97	0,11
	<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA							1,51	0,12					1,51	0,12
	<i>Boops boops</i>	P	PA							1,51	0,2					1,51	0,2
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA					13,56	0,16					3,56	0,04	17,12	0,2	
<i>Sardina pilchardus</i>	P	NA					1,36	0,02							1,36	0,02	
Pesci Totale				8,94	1,64	8,94	2,65	23,06	4,68	21,14	13,23	23,78	8,07	10,68	3,37	96,54	33,64
Totale complessivo				11,92	3,98	8,94	2,65	28,48	8,25	25,67	15,48	37,17	21,03	14,24	5,44	126,4	56,83

Nel periodo considerato i valori di Ricchezza specifica, intesa come numero di specie catturate in ogni campionamento, sono risultati sempre maggiori presso la piattaforma rispetto ai due siti di controllo (fig. 3.92), con un massimo in aprile (30) e un minimo nel mese antecedente e in quello successivo (17). Presso i siti di controllo i valori di S sono oscillati da un minimo di 6 (aprile) a un massimo di 12 (maggio) in C1 e da 2 (febbraio) a 10 (aprile) in C2. Da osservare che i trend di Ricchezza specifica presso i controlli sono risultati opposti per tutto il semestre ad eccezione del periodo maggio-giugno, quando entrambi i siti hanno presentato un andamento decrescente.

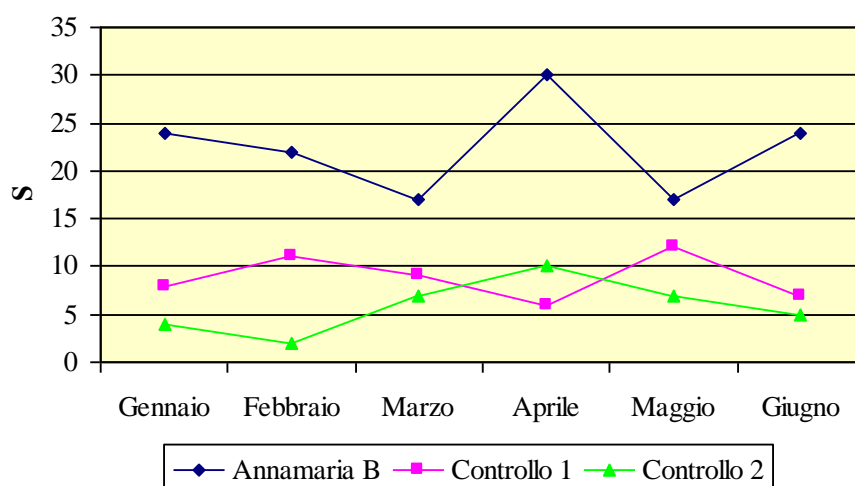


Fig. 3.92 - Ricchezza specifica delle catture ottenute nei pressi della piattaforma e nei due siti di controllo nel periodo gennaio-giugno 2011.

I valori medi di S sull'intero periodo sono risultati significativamente maggiori in piattaforma ($22,3 \pm 4,9$) rispetto ai siti di controllo (C1: $8,3 \pm 2,3$; C2: $5,8 \pm 2,8$; Tab. 3-XLIV), mentre non sono risultate significative le differenze tra i due siti di riferimento (Tab. 3-XLV).

Tab. 3-XLIV – Valori medi ottenuti per i vari indici nel corso del I semestre 2011 presso la piattaforma Annamaria B e le due aree di controllo.

	Annamaria B	Controllo 1	Controllo 2
S	$22,3 \pm 4,9$	$8,3 \pm 2,3$	$5,8 \pm 2,8$
H'	$0,94 \pm 0,13$	$0,86 \pm 0,11$	$0,65 \pm 0,22$
N	$352,6 \pm 148,4$	$24,8 \pm 11,8$	$21,1 \pm 11,1$
P	$44,6 \pm 22,2$	$13,9 \pm 10,7$	$9,4 \pm 7,2$

Tab. 3-XLV – Risultati del t-test applicato ai valori di ricchezza specifica (S), diversità specifica (H'), abbondanza (N) e biomassa (P). * = differenza significativa; ** = differenza altamente significativa.

S	Annamaria B	Controllo 2
Controllo 1	0,001**	0,070
Controllo 2	0,001**	
H'	Annamaria B	Controllo 2
Controllo 1	0,345	0,049*
Controllo 2	0,018*	
N	Annamaria B	Controllo 2
Controllo 1	0,001**	0,525
Controllo 2	0,001**	
P	Annamaria B	Controllo 2
Controllo 1	0,012*	0,419
Controllo 2	0,004**	

Per quanto riguarda la Diversità specifica, presso la piattaforma è stato registrato un trend crescente tra gennaio (0,86) e aprile (1,1), seguito da un decremento a maggio (0,76; fig. 3.93). Giugno è stato caratterizzato da una ripresa di H' che è ritornato a un valore (1,09) praticamente identico al massimo assoluto di aprile.

C1 ha mostrato valori di Diversità specifica altalenanti per quasi tutto il periodo di osservazione e comunque comparabili con quelli rilevati presso Annamaria B nei primi tre mesi. Il massimo è stato registrato a febbraio e maggio (0,99) e il minimo in aprile (0,72).

In C2 si è osservato un trend opposto a quello dell'altro sito di riferimento per quasi tutto il periodo ad eccezione di maggio-giugno. Inoltre, nel Controllo 2 le oscillazioni di H' sono state più accentuate, con un minimo a febbraio (0,28) e un massimo in aprile (0,93). Eccetto ad aprile e maggio, i valori di C2 sono sempre risultati inferiori a quelli degli altri due siti.

A conferma di questo andamento, il valore medio di H' (Tab. 3-XLIV) ottenuto in C2 è risultato statisticamente inferiore sia a quello registrato presso la piattaforma che a quello di C1, apparsi invece confrontabili tra loro (Tab. 3-XLV).

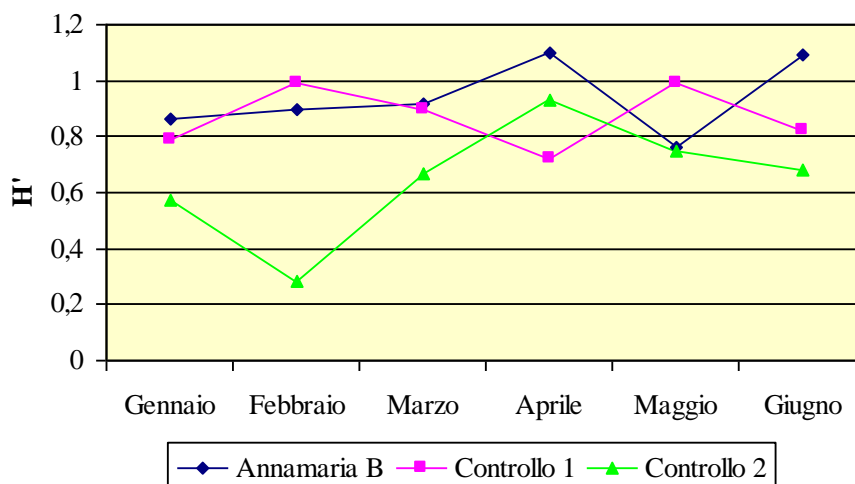


Fig. 3.93 - Diversità specifica ottenuta per la piattaforma e per i due siti di controllo da gennaio a giugno 2011.

3.9.1.2 Rendimenti di pesca e composizione delle catture

Durante tutto il periodo di indagine i rendimenti di pesca sono risultati sempre superiori presso la piattaforma rispetto ai due siti di controllo sia in termini numerici che ponderali (figg. 3.94 e 3.95). Il numero di individui catturati presso Annamaria B ha mostrato un trend variabile, con una riduzione da gennaio, mese in cui è stato registrato il massimo assoluto (584,23 ind/500m/12h) a marzo, quando è stato raggiunto il minimo (160,00 ind/500m/12h); è seguito un incremento in aprile e un nuovo decremento a maggio. Nei due siti di controllo i rendimenti di pesca in termini numerici hanno mostrato variazioni molto meno accentuate rispetto ad Annamaria B. In C1 il minimo è stato registrato in aprile (11,93 ind/500m/12h) e il massimo a maggio (43,49 ind/500m/12h); in C2 minimo e massimo sono stati ottenuti rispettivamente a febbraio (8,94 ind/500m/12h) e a maggio (37,17 ind/500m/12h; fig. 3.94).

L'abbondanza media (N) è risultata superiore presso la piattaforma rispetto ai controlli, come confermato dall'analisi statistica (Tabb. 3-XLIV e 3-XLV); questi ultimi sono invece apparsi confrontabili tra loro.

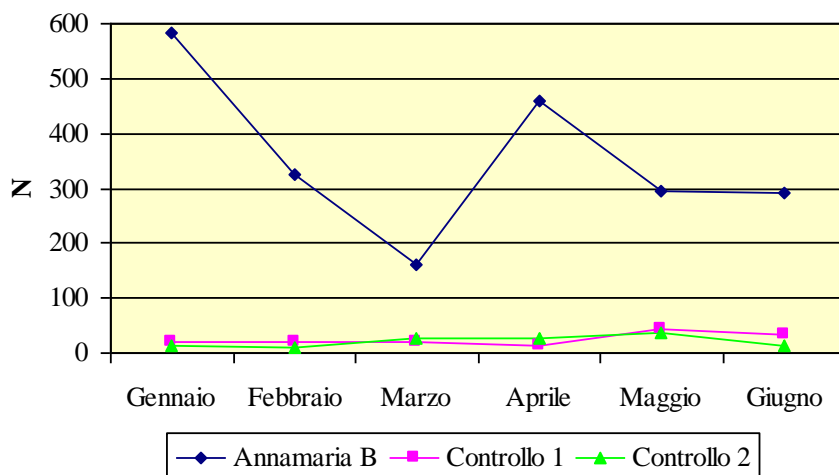


Fig. 3.94 – Numero degli individui catturati presso la piattaforma e nei due siti di controllo tra gennaio e giugno 2011.

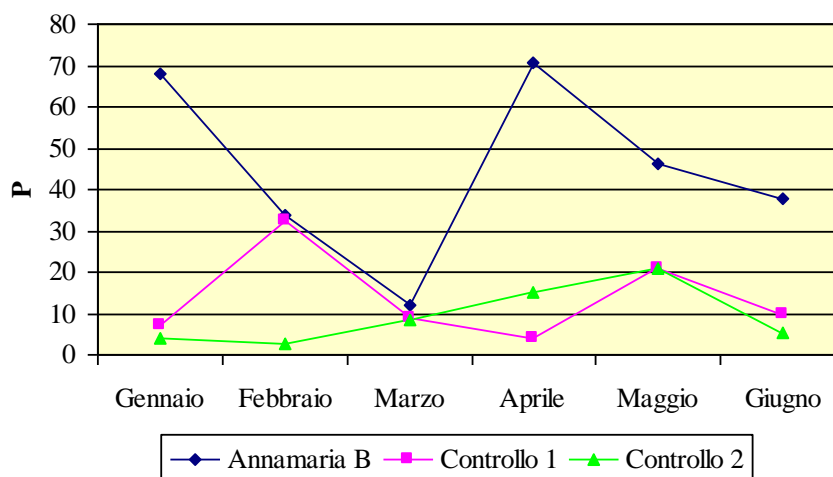


Fig. 3.95 – Peso degli individui catturati presso la piattaforma e nei due siti di controllo nel periodo gennaio-giugno 2011.

In termini ponderali presso la piattaforma si è osservato un trend simile a quello dell'abbondanza (fig. 3.95). Infatti, la biomassa è diminuita sino a marzo, è aumentata in aprile, quando è stato raggiunto il massimo assoluto (70,58 kg/500m/12h), ed è nuovamente diminuita sino a giugno.

In C1 si è assistito a un aumento a febbraio (massimo assoluto: 32,38 kg/500m/12h) e a una riduzione sino ad aprile, quando è stato raggiunto il minimo per questo sito (4,08 kg/500m/12h). E' seguito un aumento a maggio e una nuova riduzione a giugno, quando il valore (9,81 kg/500m/12h) è risultato confrontabile con quello di gennaio e marzo.

Il sito C2 ha mostrato un trend lievemente decrescente da gennaio a febbraio (2,64 kg/500m/12h, minimo assoluto), crescente sino a maggio (21,03 kg/500m/12h,

massimo assoluto) e di nuovo decrescente a giugno (5,45 kg/500m/12h).

Anche i valori medi di biomassa sono stati maggiori presso la piattaforma, con una differenza significativa rispetto a C1 e altamente significativa rispetto a C2 (Tabb. 3-XLIV e 3-XLV). Nessuna differenza è stata invece riscontrata tra i siti di riferimento. L'analisi della composizione delle catture (fig. 3.96) ha evidenziato una preponderanza sia numerica che ponderale della frazione dei pesci rispetto a molluschi e crostacei, sia in piattaforma che nei due siti di controllo.

Pesci bentonici – In totale sono state censite 21 specie ittiche appartenenti a questo gruppo, di cui 18 presso Annamaria B, 11 presso C1 e 10 presso C2 (Tabb. 3-XLI – 3-XLIII). Nelle vicinanze della piattaforma tale frazione è risultata meno rappresentativa rispetto alle altre descritte in seguito (8,1% in numero e 19,1% in peso); diversamente, i pesci bentonici hanno costituito la frazione dominante numericamente in entrambi i siti di riferimento (C1: 53,3%; C2: 40,8%). In termini ponderali la percentuale è apparsa decisamente preponderante nel Controllo 2 (56,6%), mentre è risultata confrontabile con i pesci necto-bentonici nel Controllo 1 (40,4%).

Pesci necto-bentonici – Per questo gruppo sono state censite 14 specie in totale, di cui 11 presso il sito di estrazione, 7 in C1 e 4 in C2 (Tabb. 3-XLI – 3-XLIII).

In generale i pesci necto-bentonici sono risultati secondi in ordine di importanza, sia in termini numerici che ponderali, rispettivamente con 38,8% e 21,2% (Annamaria B), 23,9% e 40,9% (Controllo 1), e 19,8% e 1,8% (Controllo 2). L'elevata percentuale in peso ottenuta in C1 è stata determinata dalla presenza di grossi esemplari di *M. aquila* in quell'area (fig. 3.97).

Pesci pelagici – In totale sono state censite 15 specie pelagiche, di cui 15 in piattaforma e 3 in entrambi i siti di riferimento (Tabb. 3-XLI – 3-XLIII). La frazione dei pesci pelagici, a differenza dei bentonici, è apparsa più consistente sia in numero che in peso in piattaforma (rispettivamente 48,8% e 35,9%) che ai controlli (rispettivamente 6,0% e 0,6% in C1 e 15,8% e 0,7% in C2).

Crostacei – La classe dei crostacei è stata rappresentata da 4 specie (Tabb. 3-XLI – 3-XLIII). I crostacei sono risultati più abbondanti presso il Controllo 2 (22,5% in numero e 33,8% in peso) rispetto agli altri siti, dove hanno rappresentato il 3,6% in

numero e il 16,7% in peso (Annamaria B) e il 16,8% in numero e il 18,2% in peso (Controllo 2).

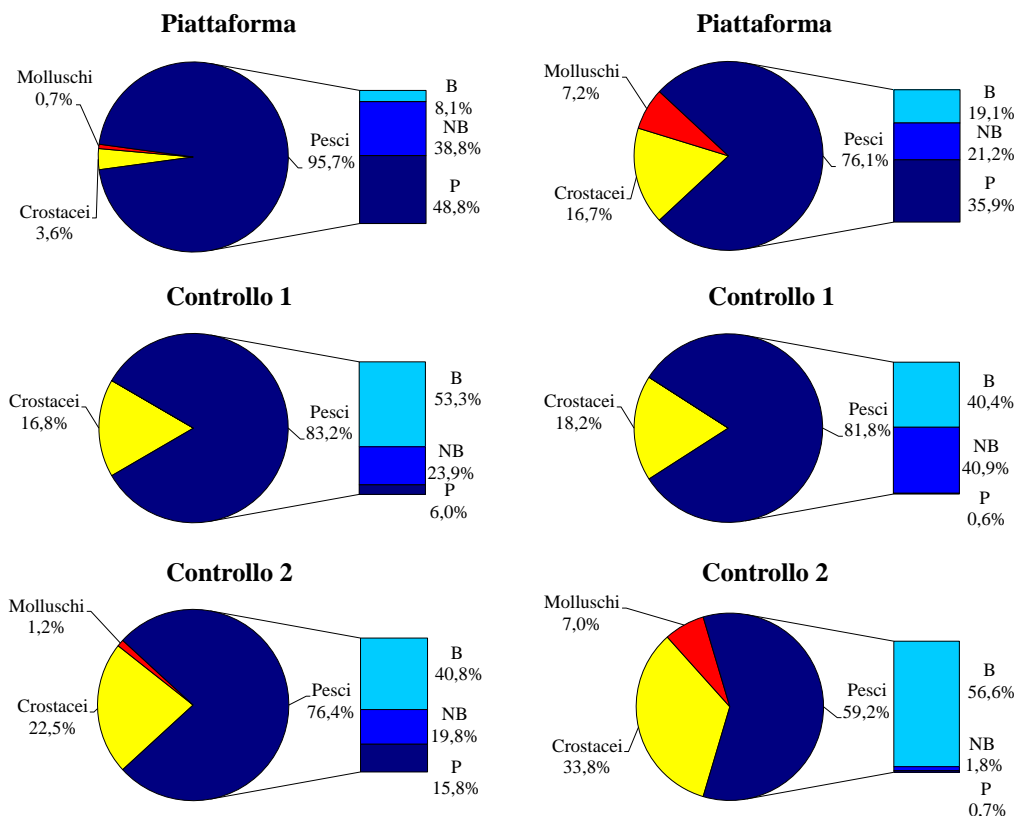


Fig. 3.96 - Composizione percentuale delle catture effettuate presso la piattaforma e nelle zone di controllo nel I semestre 2011 in termini numerici (a sinistra) e ponderali (a destra).



Fig. 3.97 - Esemplare di *M. aquila* catturato nel Controllo 1 nel febbraio 2011.

Molluschi – In totale sono state censite 4 specie appartenenti ai molluschi, tutte presenti presso il sito di estrazione, mentre 1 sola specie è stata catturata nel Controllo 2 (Tabb. 3-XLI – 3-XLIII). Le percentuali in termini sia numerici che ponderali sono risultate confrontabili in queste due aree. Da sottolineare, come già accennato, la totale assenza di questo gruppo nel Controllo 1 durante tutto il periodo di osservazione.

3.9.1.3 Affinità delle specie catturate con i substrati duri

L'analisi della composizione delle catture secondo il grado di affinità delle specie con i substrati duri (fig. 3.98) ha evidenziato, per quanto riguarda i pesci, una prevalenza numerica presso Annamaria B di specie pelagiche e necto-bentoniche PA, con importanti catture di *Trachurus mediterraneus* e *Boops boops* per le specie pelagiche e *Pagellus bogaraveo* e *Trisopterus minutus capelanus* tra quelle necto-bentoniche. In termini ponderali presso lo stesso sito oltre ai pesci pelagici e necto-bentonici PA sono risultati ben rappresentati anche i pesci bentonici e i crostacei NA (questi ultimi rappresentati principalmente da *Maja squinado*).

Da notare inoltre che presso Annamaria B, ad eccezione dei molluschi pelagici, è stata rinvenuta in tutti i gruppi la frazione di specie attratte dai substrati duri (Tab. 3-XLI; fig. 3.99).

In C1 per i pesci le catture sono risultate composte in termini numerici principalmente da specie bentoniche NA, in gran parte costituite da esemplari di *Solea solea*, *Squalus acanthias* e *Microchirus variegatus* (Tab. 3-XLII; fig. 3.98). Meno rappresentati sono apparsi i pesci necto-bentonici e pelagici PA e NA. Le catture di *M. squinado* sono andate a costituire la quasi totalità dei crostacei bentonici NA (sia in numero che in peso) mentre, come già accennato, i molluschi sono risultati del tutto assenti. In termini ponderali in questo sito le catture dei pesci sono state rappresentate principalmente dai bentonici (in particolare *S. acanthias* e *R. clavata*) e necto-bentonici NA (soprattutto *M. aquila*). La frazione di specie AT è risultata costituita dal pesce bentonico *S. scrofa* e dal crostaceo *H. gammarus*, catturati esclusivamente a maggio.

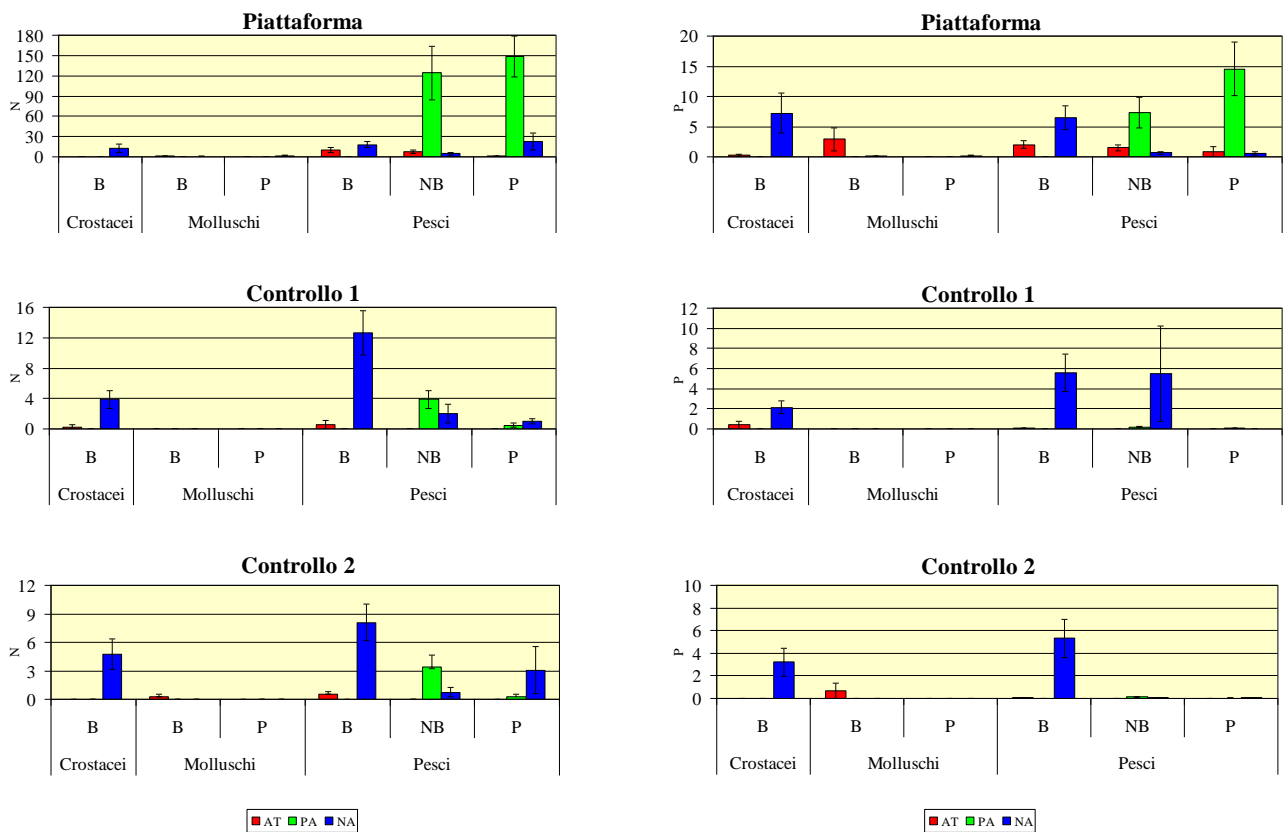


Fig. 3.98 - Numero e peso medio delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) rilevate nelle catture effettuate presso la piattaforma e nelle zone di controllo. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.



Fig. 3.99 – Esempi di specie attratte dai substrati duri catturate presso la piattaforma Annamaria B durante il periodo d'indagine. *Palinurus elephas* a sinistra e *Mullus surmuletus* a destra.

Per quanto riguarda C2 la frazione più consistente è stata rappresentata dai pesci bentonici NA, sia in termini numerici che ponderali. I necto-bentonici e pelagici PA e NA sono risultati più rappresentativi in numero che in peso. In questo sito di

riferimento dopo i pesci bentonici NA sono risultati secondi per importanza i crostacei bentonici NA (sia in numero che in peso), rappresentati esclusivamente da esemplari di *M. squinado*. La frazione delle specie attratte dai substrati duri è risultata costituita solo dal pesce *Scorpaena notata* e dal mollusco *Octopus vulgaris*, quest'ultimo rinvenuto solo a maggio (Tab. 3-XLIII).

3.9.2. INVESTIGAZIONI ACUSTICHE TRAMITE MULTIBEAM ECHOSOUNDER

Durante le indagini effettuate a gennaio 2011 sono stati rilevati 29 banchi di pesce in ogni direzione e distanza dalla piattaforma, tranne lungo i transetti a Sud, SE e NE della struttura (Tab. 3-XLVI; fig. 3.100).

Prendendo in considerazione le caratteristiche metriche delle aggregazioni rilevate, i volumi hanno mostrato una grande variabilità essendo compresi tra $0,87 \text{ m}^3$ (n. 18) e $941,31 \text{ m}^3$ (n. 21), con un valore della mediana di $20,75 \text{ m}^3$ (Tab. 3-XLVII; fig. 3.101). Il banco di pesce n. 21 è risultato anche quello con il valore maggiore di superficie ($11.308,79 \text{ m}^2$). Per quanto riguarda le altezze, invece, il valore maggiore è attribuibile al banco n. 5 (14,56 m).

Per il banco n. 10 sono stati rilevati i valori minori sia di superficie ($11,25 \text{ m}^2$) che di altezza (0,57 m).

Il maggior numero di aggregazioni è stato rilevato a Est e a SW di Annamaria B.

Ad eccezione del transetto a NW, in tutti gli altri transetti le aggregazioni sono apparse distribuite a tutte le distanze, da un minimo di 161,01 m fino a oltre 1000 m dalla struttura (Tab. 3-XLVI).

Tutte le aggregazioni sono state registrate a profondità comprese tra 42,20 m (n. 17) e 60,20 m (n. 26), con una mediana di 56,63 m, risultando pertanto per lo più a stretto contatto con il fondale (Tab. 3-XLVII; fig. 3.101).

Le variabili acustiche relative a ciascun banco sono riportate in Tab. 3-XLVIII.

Tab. 3-XLVI – Distanza (m) dalla piattaforma Annamaria B dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel gennaio 2011.

Banco	Distanza da Annamaria B (m)
Banco_1	1273,01
Banco_2	1272,11
Banco_3	1144,35
Banco_4	1355,21
Banco_5	1397,16
Banco_6	981,80
Banco_7	865,91
Banco_8	495,21
Banco_9	1130,75
Banco_10	1123,72
Banco_11	328,77
Banco_12	301,59
Banco_13	301,59
Banco_14	284,65
Banco_15	820,06
Banco_16	820,06
Banco_17	820,06
Banco_18	823,42
Banco_19	161,05
Banco_20	671,23
Banco_21	161,01
Banco_22	213,85
Banco_23	236,51
Banco_24	253,06
Banco_25	789,96
Banco_26	810,71
Banco_27	951,03
Banco_28	1003,15
Banco_29	1166,69

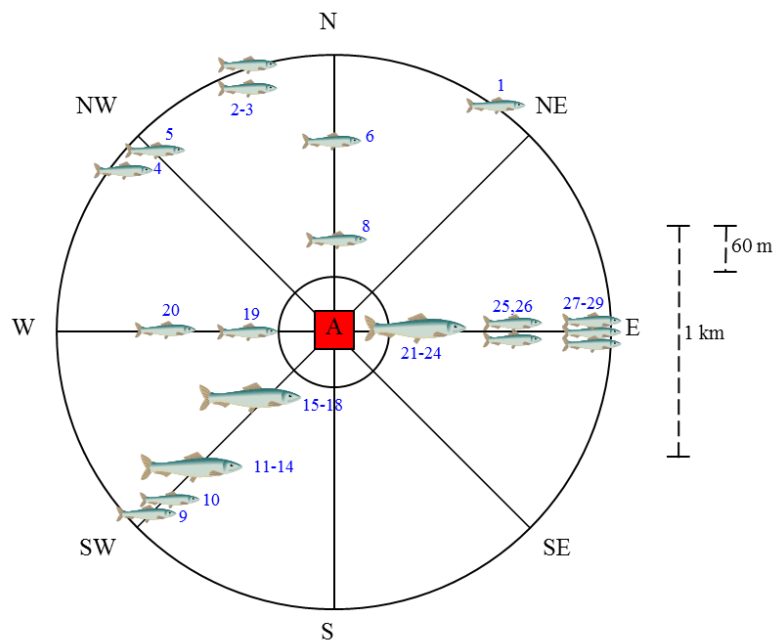


Fig. 3.100 - Schema planare della posizione delle 29 aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel gennaio 2011. Figura non in scala.

Tab. 3-XLVII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel gennaio 2011.

Banco	Superficie (m ²)	Lunghezza NS (m)	Lunghezza EW (m)	Profondità minima (m)	Profondità massima (m)	Altezza (m)	Volume (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
Banco_1	257,595	24,844	15,665	55,789	58,400	1,858	28,882	44° 19,99' N	13° 24,43' E	56,437	9,440	0	0,000
Banco_2	68,220	13,284	7,062	55,707	57,660	1,571	5,602	44° 19,95' N	13° 24,08' E	57,223	13,556	0	0,000
Banco_3	85,643	5,491	6,595	54,541	56,699	2,159	7,384	44° 19,99' N	13° 24,34' E	55,825	11,599	0	0,000
Banco_4	58,632	6,626	4,048	56,760	58,260	1,501	6,510	44° 19,74' N	13° 23,62' E	57,549	9,007	0	0,000
Banco_5	465,388	13,184	12,182	34,664	49,232	14,568	26,920	44° 19,88' N	13° 23,64' E	43,524	17,288	0	0,000
Banco_6	97,901	5,577	9,131	54,967	57,506	2,539	7,651	44° 19,84' N	13° 24,44' E	56,398	12,796	0	0,000
Banco_7	480,268	13,935	22,7	55,503	58,421	3,343	47,252	44° 17,80' N	13° 24,43' E	56,633	14,043	0	0,000
Banco_8	1733,951	14,660	23,595	53,350	58,002	3,312	115,187	44° 19,58' N	13° 24,44' E	55,982	17,094	0	0,000
Banco_9	35,890	6,426	4,102	57,936	58,566	0,630	3,555	44° 18,92' N	13° 23,80' E	58,244	10,096	0	0,000
Banco_10	11,252	4,104	3,024	58,004	58,571	0,567	0,895	44° 18,93' N	13° 23,80' E	58,260	12,575	0	0,000
Banco_11	198,949	10,724	9,347	52,375	54,199	1,823	12,139	44° 19,23' N	13° 24,23' E	53,410	16,389	0	0,000
Banco_12	64,301	5,330	6,270	57,678	58,670	0,992	5,402	44° 19,24' N	13° 24,24' E	58,192	11,903	0	0,000
Banco_13	46,691	7,478	5,340	56,968	57,588	0,620	2,388	44° 19,24' N	13° 24,24' E	57,320	19,550	0	0,000
Banco_14	30,234	4,959	5,043	48,417	49,644	1,228	1,585	44° 19,25' N	13° 24,24' E	49,112	19,075	0	0,000
Banco_15	195,016	10,996	7,915	52,008	54,739	2,731	18,697	44° 19,03' N	13° 23,98' E	53,531	10,430	0	0,000
Banco_16	51,390	6,378	4,879	51,222	52,911	1,688	3,581	44° 19,03' N	13° 23,98' E	52,123	14,352	0	0,000
Banco_17	18,687	4,263	3,131	41,417	42,971	1,554	1,259	44° 19,03' N	13° 23,98' E	42,198	14,846	0	0,000
Banco_18	13,713	3,862	3,144	42,038	43,084	1,047	0,872	44° 19,03' N	13° 23,99' E	42,567	15,722	0	0,000
Banco_19	504,731	11,614	11,461	47,351	52,284	2,072	43,032	44° 19,36' N	13° 24,34' E	51,483	12,170	0	0,000
Banco_20	701,359	11,372	17,491	56,171	58,858	2,687	72,161	44° 19,35' N	13° 23,94' E	57,619	9,719	0	0,000
Banco_21	11308,797	37,619	22,522	46,939	60,116	13,176	941,314	44° 19,36' N	13° 24,59' E	58,508	12,014	0	0,000
Banco_22	173,290	12,209	9,510	55,080	56,876	1,796	11,638	44° 19,37' N	13° 24,63' E	56,180	14,891	0	0,000
Banco_23	887,650	19,003	22,121	55,848	58,080	2,231	64,647	44° 19,36' N	13° 24,64' E	57,054	13,731	0	0,000
Banco_24	307,101	10,867	17,860	57,864	59,259	1,395	21,526	44° 19,36' N	13° 24,66' E	58,663	14,267	0	0,000
Banco_25	284,303	11,269	18,678	58,305	60,221	1,916	19,861	44° 19,37' N	13° 25,07' E	59,210	14,315	0	0,000
Banco_26	124,275	9,179	6,589	59,614	60,701	1,087	7,729	44° 19,37' N	13° 25,08' E	60,192	16,078	0	0,000
Banco_27	117,229	10,706	7,058	57,397	58,632	1,235	7,219	44° 19,37' N	13° 25,18' E	58,027	16,238	0	0,000
Banco_28	3510,070	27,818	20,957	54,010	60,109	6,099	326,039	44° 19,38' N	13° 25,22' E	57,694	10,766	0	0,000
Banco_29	60,626	4,394	4,678	55,171	56,981	1,809	4,321	44° 19,37' N	13° 25,35' E	56,197	14,030	0	0,000

Tab. 3-XLVIII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento di gennaio 2011.

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)
Banco_1	-47,985	615	15	221	-54,937	-36,402	0,159
Banco_2	-50,067	75	11	76	-53,983	-45,460	0,206
Banco_3	-51,070	159	9	57	-55,640	-42,118	0,078
Banco_4	-50,141	132	7	48	-54,998	-43,033	0,097
Banco_5	-48,505	903	11	205	-52,000	-40,845	0,141
Banco_6	-49,864	191	6	64	-54,649	-42,620	0,103
Banco_7	-52,048	1178	16	227	-55	-39,531	0,148
Banco_8	-50,057	1127	17	394	-54,717	-45,361	0,136
Banco_9	-49,302	95	3	32	-57,538	-42,015	0,117
Banco_10	-52,396	24	1	10	-57,538	-48,515	0,058
Banco_11	-57,701	353	11	137	-60,717	-51,635	0,017
Banco_12	-55,839	145	5	47	-61,000	-50,015	0,026
Banco_13	-54,075	65	5	46	-60,954	-47,438	0,039
Banco_14	-53,271	48	4	33	-60,809	-47,291	0,047
Banco_15	-58,830	464	18	112	-80,871	-42,487	0,054
Banco_16	-53,787	79	7	32	-80,454	-46,984	0,017
Banco_17	-62,395	42	4	35	-76,414	-56,062	0,010
Banco_18	-51,866	31	4	43	-54,577	-47,739	0,055
Banco_19	-49,555	652	12	149	-54,836	-43,501	0,148
Banco_20	-47,995	1817	20	316	-55,000	-39,047	0,159
Banco_21	-50,229	24980	53	2683	-63,612	-36,484	0,105
Banco_22	-51,330	346	11	172	-57,931	-42,384	0,074
Banco_23	-50,986	1785	24	666	-58,000	-40,462	0,080
Banco_24	-51,245	584	21	266	-57,620	-42,590	0,075
Banco_25	-49,290	537	22	239	-55,707	-40,149	0,118
Banco_26	-51,561	197	7	99	-55,707	-42,700	0,070
Banco_27	-50,883	198	8	84	-55,977	-42,530	0,082
Banco_28	-48,089	8368	57	1572	-71,178	-34,164	0,155
Banco_29	-54,843	101	9	41	-61,289	-47,501	0,018

*Sv = Volume backscattering strength

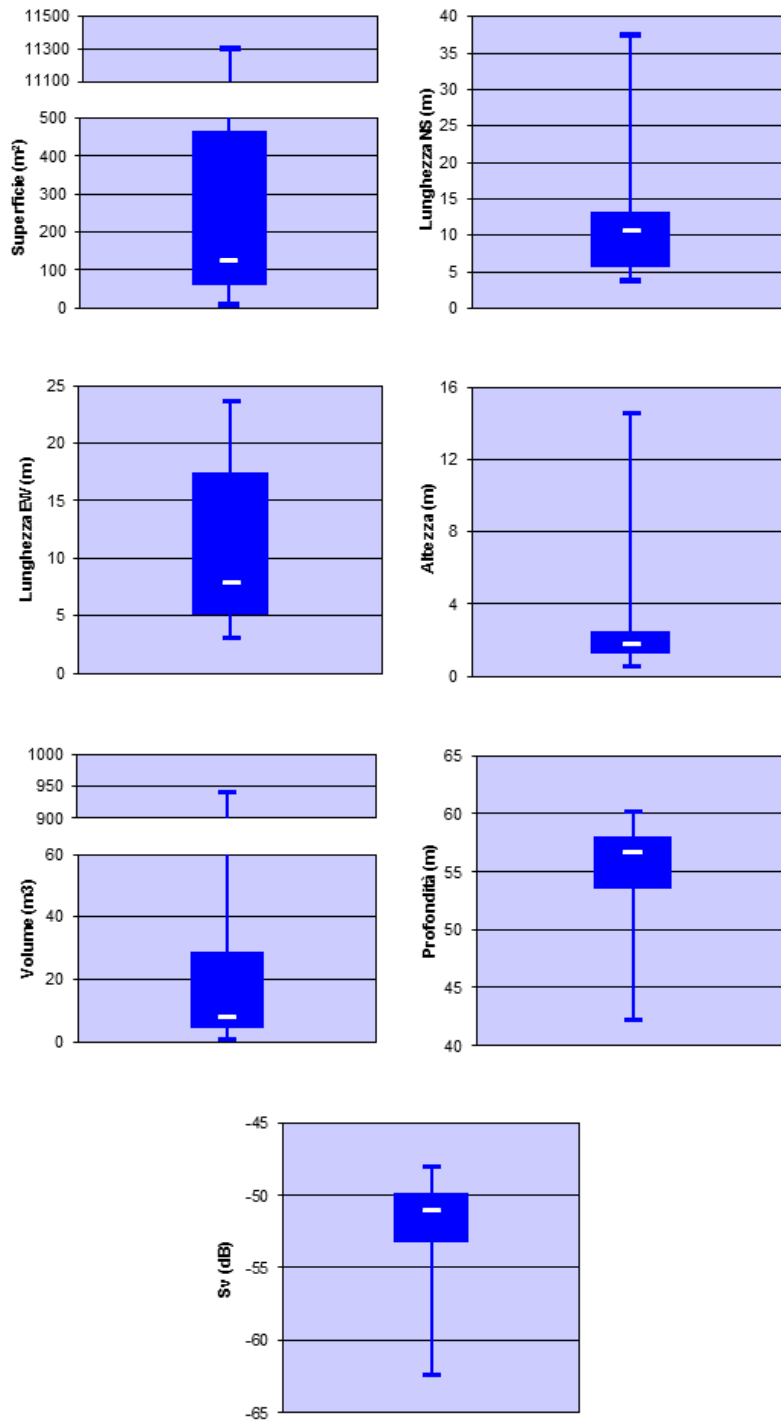


Fig. 3.101 – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel gennaio 2011. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e il valore medio. EW = Est-Ovest; NS = Nord-Sud; S_v = Volume backscatter strength.

Nel febbraio 2011 non sono stati rilevati banchi lungo il transetto a Sud e SE della struttura (fig. 3.102). Altrove, ne sono stati rilevati in totale 23.

La distribuzione delle aggregazioni attorno alla piattaforma ha mostrato un range di distanze compreso tra 60,66 m (n. 23) e 1184,99 m (n. 6) e una maggiore intensità nelle vicinanze della piattaforma e sul versante nord-orientale di questa. In particolare 10 banchi sul totale di 23 sono stati rilevati entro un range di 60,66 (n. 23) m e 457,56 m (n. 10) da Annamaria B, mentre 9 sul totale di 23 sul versante sul versante nord-orientale della stessa (Tab. 3-XLIX; fig. 3.102).

Prendendo in considerazione le caratteristiche metriche di questo survey , soprattutto in termini di volume, superficie e lunghezza delle varie aggregazioni, il banco n. 1 è risultato quello con valori massimi sia di volume ($1154,50 \text{ m}^3$) che di superficie ($11.193,32 \text{ m}^2$) e ha mostrato la maggiore lunghezza in direzione EW (35,36 m; Tab. 3-L; fig. 3.104). Valori minimi per queste grandezze metriche sono stati per lo più riscontrati per il banco n. 3 con un volume di $2,16 \text{ m}^3$ e una superficie di $18,96 \text{ m}^2$ (Tab. 3-L; fig. 3.103). L'altezza dei banchi è risultata compresa tra 0,63 m (n. 5) e 9,47 m (n. 1), con una mediana di 1,685 m.

Tutte le aggregazioni individuate nel febbraio 2011 sono state registrate a profondità comprese tra 52,91 m (n. 21) e 59,62 m (n. 5), con una mediana di 58,47 m e risultano quindi a stretto contatto con il fondale.

Le variabili acustiche relative a ciascun banco sono riportate in Tab. 3-LI.

Tab. 3-XLIX – Distanza (m) dalla piattaforma Annamaria B dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel febbraio 2011.

Banco	Distanza da Annamaria B (m)	Banco	Distanza da Annamaria B (m)
Banco_1	445,61	Banco_13	371,66
Banco_2	1072,25	Banco_14	1183,05
Banco_3	1034,22	Banco_15	65,91
Banco_4	1115,82	Banco_16	762,52
Banco_5	1156,65	Banco_17	713,05
Banco_6	1184,99	Banco_18	696,21
Banco_7	1161,40	Banco_19	83,18
Banco_8	1068,65	Banco_20	69,96
Banco_9	1146,15	Banco_21	63,82
Banco_10	457,56	Banco_22	60,89
Banco_11	428,76	Banco_23	60,66
Banco_12	406,26		

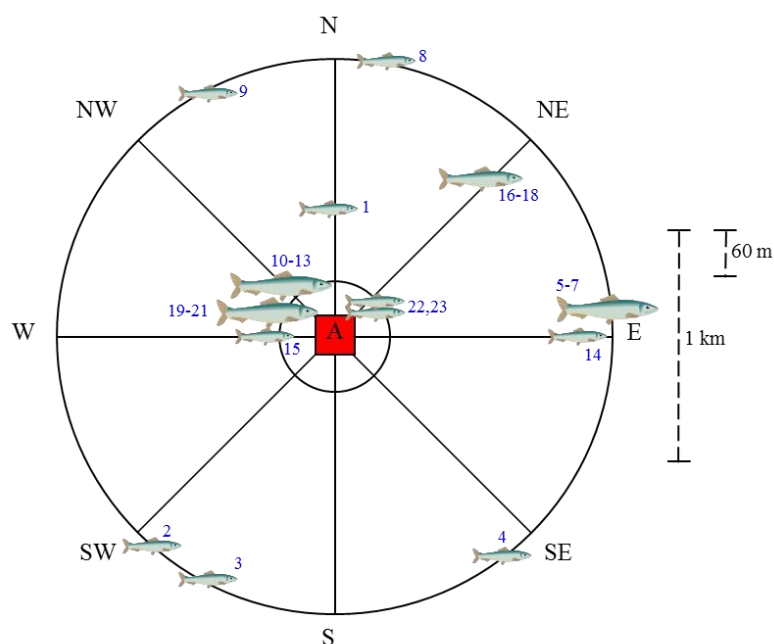


Fig. 3.102 - Schema planare della posizione delle 23 aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel febbraio 2011. Figura non in scala.

Tab. 3-L - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel febbraio 2011.

Banco	Superficie (m ²)	Lunghezza NS (m)	Lunghezza EW (m)	Profondità minima (m)	Profondità massima (m)	Altezza (m)	Volume (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
Banco_1	11193,322	23,128	35,362	50,027	59,499	9,472	1154,500	44° 19,61' N	13° 24,41' E	55,844	9,695	1	0,085
Banco_2	19,088	4,896	2,617	57,988	58,802	0,814	2,194	44° 18,88' N	13° 23,94' E	58,424	8,700	0	0,000
Banco_3	18,956	5,995	2,955	58,080	58,815	0,736	2,156	44° 18,84' N	13° 24,09' E	58,472	8,794	0	0,000
Banco_4	208,580	9,640	10,389	57,998	59,894	1,896	16,524	44° 18,85' N	13° 24,93' E	59,135	12,623	0	0,000
Banco_5	54,081	5,148	9,251	59,258	59,888	0,629	4,205	44° 19,47' N	13° 25,33' E	59,625	12,861	0	0,000
Banco_6	322,466	20,020	27,302	58,493	59,792	1,299	44,794	44° 19,48' N	13° 25,35' E	59,283	7,199	1	0,119
Banco_7	188,470	23,463	25,824	58,722	59,401	0,679	15,126	44° 19,49' N	13° 25,32' E	59,144	12,460	0	0,000
Banco_8	52,191	5,594	5,026	58,120	59,485	1,366	5,232	44° 19,94' N	13° 24,58' E	58,815	9,976	0	0,000
Banco_9	229,206	13,031	12,042	58,043	59,076	1,033	20,759	44° 19,92' N	13° 24,04' E	58,582	11,041	0	0,000
Banco_10	1763,192	31,895	23,391	56,859	59,303	2,444	150,263	44° 19,53' N	13° 24,17' E	58,511	11,734	0	0,000
Banco_11	407,506	21,876	17,838	57,775	59,206	1,431	34,618	44° 19,52' N	13° 24,18' E	58,792	11,772	0	0,000
Banco_12	153,828	17,458	17,816	57,618	59,303	1,685	15,147	44° 19,51' N	13° 24,20' E	58,668	10,156	0	0,000
Banco_13	52,863	7,977	7,341	58,584	59,280	0,696	3,768	44° 19,50' N	13° 24,21' E	58,948	14,029	4	0,574
Banco_14	2248,275	29,244	17,634	53,718	57,547	3,829	228,881	44° 19,36' N	13° 25,34' E	55,606	9,823	0	0,000
Banco_15	583,554	20,181	14,535	57,477	59,499	2,022	64,267	44° 19,35' N	13° 24,34' E	58,783	9,080	0	0,000
Banco_16	750,064	15,099	16,808	51,787	57,419	5,632	125,694	44° 19,65' N	13° 24,87' E	55,072	5,967	0	0,000
Banco_17	1025,390	33,232	26,267	55,171	57,892	2,721	107,289	44° 19,64' N	13° 24,85' E	56,238	9,557	0	0,000
Banco_18	45,522	4,867	5,184	56,647	57,871	1,224	3,531	44° 19,64' N	13° 24,83' E	57,269	12,893	0	0,000
Banco_19	1022,037	31,635	21,808	52,401	57,406	5,005	126,599	44° 19,35' N	13° 24,36' E	55,205	8,073	0	0,000
Banco_20	556,298	11,923	13,403	54,340	57,502	3,162	59,769	44° 19,37' N	13° 24,36' E	56,258	9,307	0	0,000
Banco_21	117,500	8,323	8,074	51,592	53,804	2,212	8,790	44° 19,40' N	13° 24,45' E	52,908	13,368	0	0,000
Banco_22	2540,367	23,680	20,706	49,289	57,147	7,858	269,248	44° 19,39' N	13° 24,51' E	53,595	9,435	0	0,000
Banco_23	47,635	4,516	3,636	53,635	55,193	1,558	3,451	44° 19,37' N	13° 24,52' E	54,445	13,801	0	0,000

Tab. 3-LI - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento di febbraio 2011.

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)
Banco_1	-50,756	40230	68	3533	-57,996	-34,019	0,617
Banco_2	-52,749	73	2	16	-63,541	-47,034	0,053
Banco_3	-55,472	68	1	15	-63,511	-48,541	0,028
Banco_4	-55,837	527	13	180	-63,674	-46,174	0,026
Banco_5	-53,246	134	6	73	-63,637	-45,123	0,047
Banco_6	-50,838	1312	10	337	-79,615	-41,601	0,167
Banco_7	-54,001	503	10	232	-63,593	-45,086	0,155
Banco_8	-56,154	174	5	48	-80,026	-47,108	0,024
Banco_9	-56,574	747	14	263	-80,541	-45,549	0,022
Banco_10	-55,896	4739	42	1319	-63,996	-43,996	0,066
Banco_11	-55,040	1087	26	479	-63,586	-42,564	0,031
Banco_12	-52,366	480	7	138	-63,593	-38,511	0,183
Banco_13	-48,011	129	2	42	-63,496	-38,511	0,158
Banco_14	-47,675	7518	20	955	-54,996	-36,534	0,171
Banco_15	-53,113	2082	19	490	-63,996	-40,093	0,049
Banco_16	-51,597	3584	21	449	-81,101	-35,615	0,069
Banco_17	-53,150	3221	26	680	-63,996	-37,496	0,175
Banco_18	-55,739	103	4	30	-63,623	-48,108	0,027
Banco_19	-48,565	4259	40	602	-58,366	-35,920	0,748
Banco_20	-49,806	2178	18	320	-56,996	-39,571	0,105
Banco_21	-47,770	330	9	103	-51,811	-41,280	0,167
Banco_22	-43,358	10024	33	927	-51,996	-32,756	0,817
Banco_23	-49,284	99	4	28	-51,989	-44,928	0,118

*Sv = Volume backscattering strength

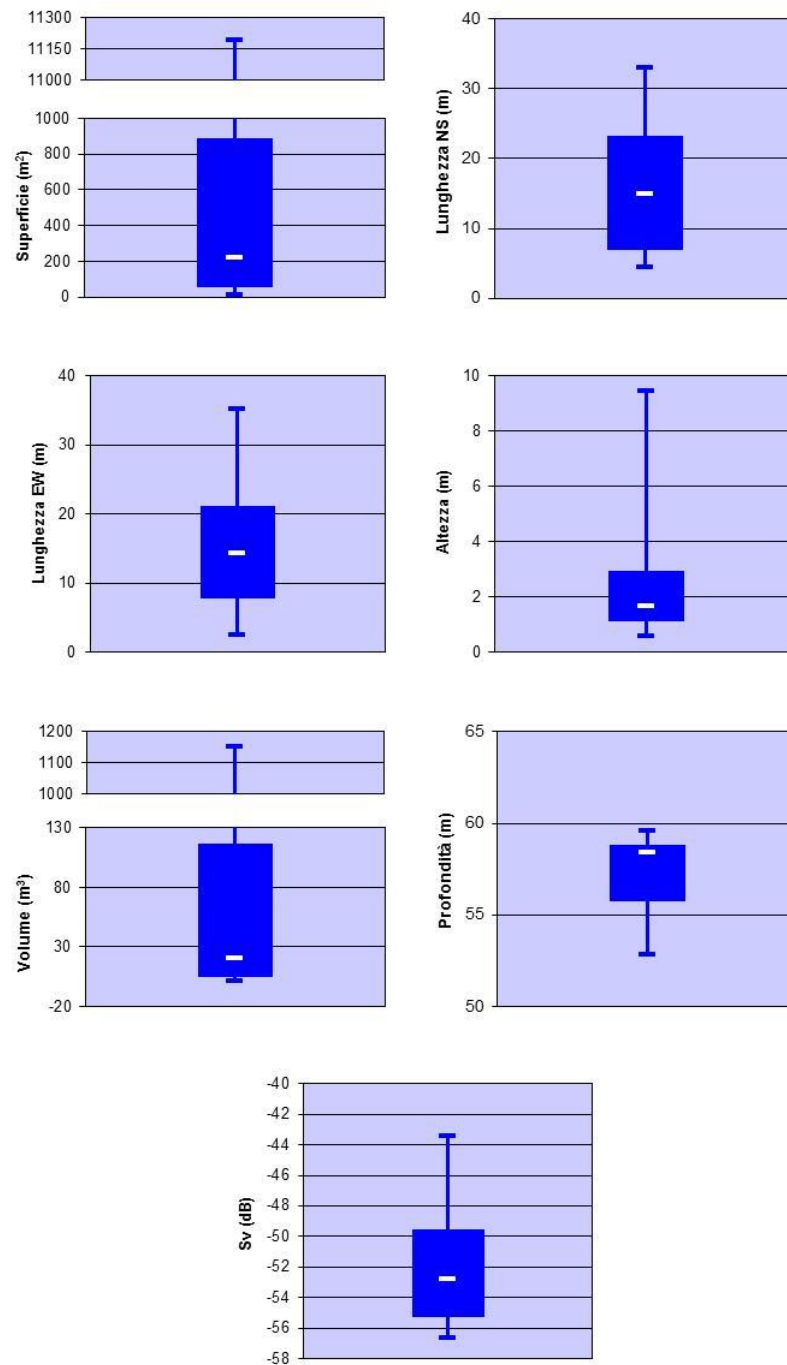


Fig. 3.103 – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel febbraio 2011. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e il valore medio. EW = Est-Ovest; NS = Nord-Sud; S_v = Volume backscatter strength.

Nell'aprile 2011 sono state rilevate un totale di 27 aggregazioni a varie distanze e direzioni rispetto alla piattaforma, tranne lungo i transetti a NE e a W della struttura (fig. 3.104).

La distribuzione delle aggregazioni è risultata discretamente omogenea attorno alla piattaforma con le aggregazioni più vicine a circa 100-150 m da essa (n. 16-18; Tab. 3-LII).

Per quanto concerne le caratteristiche metriche il volume delle aggregazioni rilevate è risultato compreso tra 0,29 m³ (n. 16) e 1732,95 m³ (n. 22) con una mediana di 4,01 m³ (n. 7; Tab. 3-LIII; fig. 3.105).

Il banco di pesce n. 1 è risultato quello con il valore maggiore sia di altezza del target (12,84 m) che di superficie (12.937,67 m²), mentre per il banco n. 16 sono stati rilevati i valori minori d'altezza (0,31 m) e di superficie (3,79 m²).

Le aggregazioni rilevate nell'aprile 2011 sono state individuate in prossimità del fondo, a profondità comprese tra 51,68 m (n. 2) e 59,14 m (n. 27), con un valore della mediana di 57,25 m (n. 17; Tab. 3-LIV; fig. 3.105).

Le variabili acustiche relative a ciascun banco sono riportate in Tab. 3-LIV.

Tab. 3-LII – Distanza (m) dalla piattaforma Annamaria B dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'aprile 2011.

Banco	Distanza da Annamaria B (m)	Banco	Distanza da Annamaria B (m)
Banco_1	1136,25	Banco_15	176,36
Banco_2	1222,26	Banco_16	144,92
Banco_3	1105,60	Banco_17	126,99
Banco_4	1128,65	Banco_18	110,14
Banco_5	1159,77	Banco_19	436,09
Banco_6	1156,72	Banco_20	647,47
Banco_7	1103,15	Banco_21	221,50
Banco_8	1103,15	Banco_22	1212,28
Banco_9	1076,34	Banco_23	463,03
Banco_10	220,15	Banco_24	862,63
Banco_11	508,82	Banco_25	893,20
Banco_12	487,10	Banco_26	969,34
Banco_13	176,36	Banco_27	982,12
Banco_14	176,36		

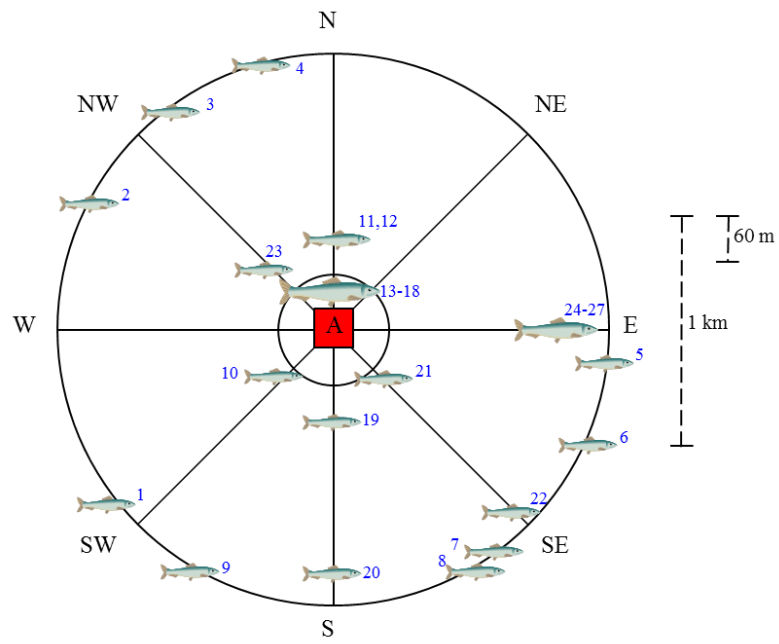


Fig. 3.104 - Schema planare della posizione delle 27 aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nell'aprile 2011. Figura non in scala.

Tab. 3-LIII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto in aprile 2011.

Banco	Superficie (m ²)	Lunghezza NS (m)	Lunghezza EW (m)	Profondità minima (m)	Profondità massima (m)	Altezza (m)	Volume (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
Banco_1	12937,669	27,206	27,43	44,742	57,587	12,845	1006,729	44° 19,03' N	13° 23,70' E	52,239	12,851	0	0,000
Banco_2	2763,446	24,696	14,215	47,614	55,966	8,352	290,198	44° 19,55' N	13° 23,54' E	51,682	9,523	0	0,000
Banco_3	179,298	8,679	9,179	52,711	56,648	3,936	21,582	44° 19,90' N	13° 24,03' E	54,570	8,308	0	0,000
Banco_4	387,963	13,389	12,960	55,033	59,136	4,103	71,622	44° 19,95' N	13° 24,15' E	57,107	5,417	3	0,160
Banco_5	40,557	5,610	5,991	58,779	59,304	0,525	3,100	44° 19,28' N	13° 25,36' E	59,053	13,082	0	0,000
Banco_6	21,693	3,944	4,062	58,639	59,128	0,489	1,887	44° 19,14' N	13° 25,27' E	58,873	11,495	0	0,000
Banco_7	47,343	7,813	5,277	56,325	58,126	1,801	4,008	44° 18,83' N	13° 24,87' E	57,186	11,812	0	0,000
Banco_8	69,188	9,269	6,053	56,262	58,007	1,745	5,813	44° 18,83' N	13° 24,87' E	57,258	11,901	0	0,000
Banco_9	113,404	8,799	9,056	55,704	56,929	1,225	9,597	44° 18,84' N	13° 24,00' E	56,322	11,816	0	0,000
Banco_10	12,056	3,097	3,713	57,942	58,411	0,469	1,097	44° 19,26' N	13° 24,30' E	58,171	10,992	0	0,000
Banco_11	30,776	3,162	7,108	57,609	58,524	0,915	2,414	44° 19,64' N	13° 24,41' E	58,095	12,747	0	0,000
Banco_12	41,321	4,241	5,480	57,756	58,398	0,642	3,444	44° 19,63' N	13° 24,41' E	58,050	11,997	0	0,000
Banco_13	23,205	2,607	7,230	55,878	57,151	1,272	1,545	44° 19,46' N	13° 24,42' E	56,733	15,019	0	0,000
Banco_14	45,295	3,021	7,032	56,202	57,528	1,325	4,496	44° 19,46' N	13° 24,42' E	56,940	10,074	0	0,000
Banco_15	9,698	1,285	4,545	57,456	57,961	0,505	0,597	44° 19,46' N	13° 24,42' E	57,761	16,233	0	0,000
Banco_16	3,793	0,644	2,060	57,215	57,522	0,306	0,292	44° 19,45' N	13° 24,42' E	57,388	12,987	0	0,000
Banco_17	14,729	1,855	3,412	56,786	57,695	0,909	1,206	44° 19,44' N	13° 24,43' E	57,252	12,217	0	0,000
Banco_18	18,714	2,550	3,822	56,258	57,116	0,857	1,781	44° 19,43' N	13° 24,43' E	56,735	10,506	0	0,000
Banco_19	4192,441	18,299	20,963	48,189	57,758	9,569	616,334	44° 19,11' N	13° 24,44' E	53,157	6,802	2	0,340
Banco_20	3242,016	19,452	24,734	50,625	58,011	7,385	749,286	44° 18,99' N	13° 24,44' E	54,363	4,327	14	2,089
Banco_21	86,300	5,639	5,919	56,232	58,260	2,028	9,160	44° 19,26' N	13° 24,57' E	57,042	9,421	0	0,000
Banco_22	7925,309	27,078	34,009	54,209	59,820	5,611	1732,947	44° 18,89' N	13° 25,11' E	57,108	4,573	0	0,000
Banco_23	6,254	2,695	2,412	57,354	57,803	0,449	0,522	44° 19,52' N	13° 24,18' E	57,579	11,971	0	0,000
Banco_24	92,563	14,392	8,767	57,624	59,055	1,431	7,346	44° 19,37' N	13° 25,10' E	58,367	12,600	0	0,000
Banco_25	100,145	17,331	6,419	57,860	59,152	1,292	8,184	44° 19,36' N	13° 25,14' E	58,414	12,237	0	0,000
Banco_26	13,303	5,511	1,309	58,668	59,295	0,627	1,116	44° 19,36' N	13° 25,19' E	59,045	11,920	0	0,000
Banco_27	6,050	2,121	1,286	58,951	59,277	0,326	0,391	44° 19,36' N	13° 25,20' E	59,144	15,456	0	0,000

Tab. 3-LIV - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'aprile 2011.

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)
Banco_1	-60,565	31811	48	2185	-63,993	-45,218	0,009
Banco_2	-57,866	7837	36	949	-63,991	-41,626	0,016
Banco_3	-57,776	562	14	200	-63,623	-50,611	0,017
Banco_4	-51,834	1893	21	458	-63,648	-36,626	0,066
Banco_5	-53,930	80	8	62	-58,725	-48,214	0,040
Banco_6	-54,238	45	4	31	-60,714	-47,714	0,038
Banco_7	-56,425	102	8	66	-63,725	-48,681	0,023
Banco_8	-56,228	148	6	92	-63,659	-47,637	0,024
Banco_9	-58,600	254	11	138	-63,991	-51,002	0,014
Banco_10	-59,121	28	2	16	-64,648	-54,637	0,012
Banco_11	-52,711	64	5	47	-57,670	-47,692	0,054
Banco_12	-54,836	96	7	63	-59,659	-50,159	0,033
Banco_13	-53,872	42	4	39	-59,570	-48,570	0,041
Banco_14	-54,669	122	5	53	-59,604	-47,115	0,034
Banco_15	-56,720	16	2	15	-59,626	-55,115	0,021
Banco_16	-57,904	8	1	5	-59,593	-56,593	0,016
Banco_17	-48,462	32	3	24	-57,648	-44,659	0,142
Banco_18	-51,923	47	4	30	-59,626	-46,115	0,064
Banco_19	-52,538	16550	31	1179	-51,993	-38,135	0,056
Banco_20	-47,356	19715	32	1352	-57,993	-35,111	0,184
Banco_21	-47,665	228	8	73	-53,635	-38,623	0,171
Banco_22	-44,988	5707	5	333	-44,984	-35,302	0,919
Banco_23	-49,666	16	1	7	-53,106	-46,613	0,108
Banco_24	-51,106	190	14	126	-57,714	-46,697	0,129
Banco_25	-51,835	213	17	142	-52,340	-45,608	0,436
Banco_26	-49,045	29	2	19	-53,725	-45,225	0,125
Banco_27	-52,878	10	2	9	-53,725	-52,225	0,052

*Sv = Volume backscattering strength

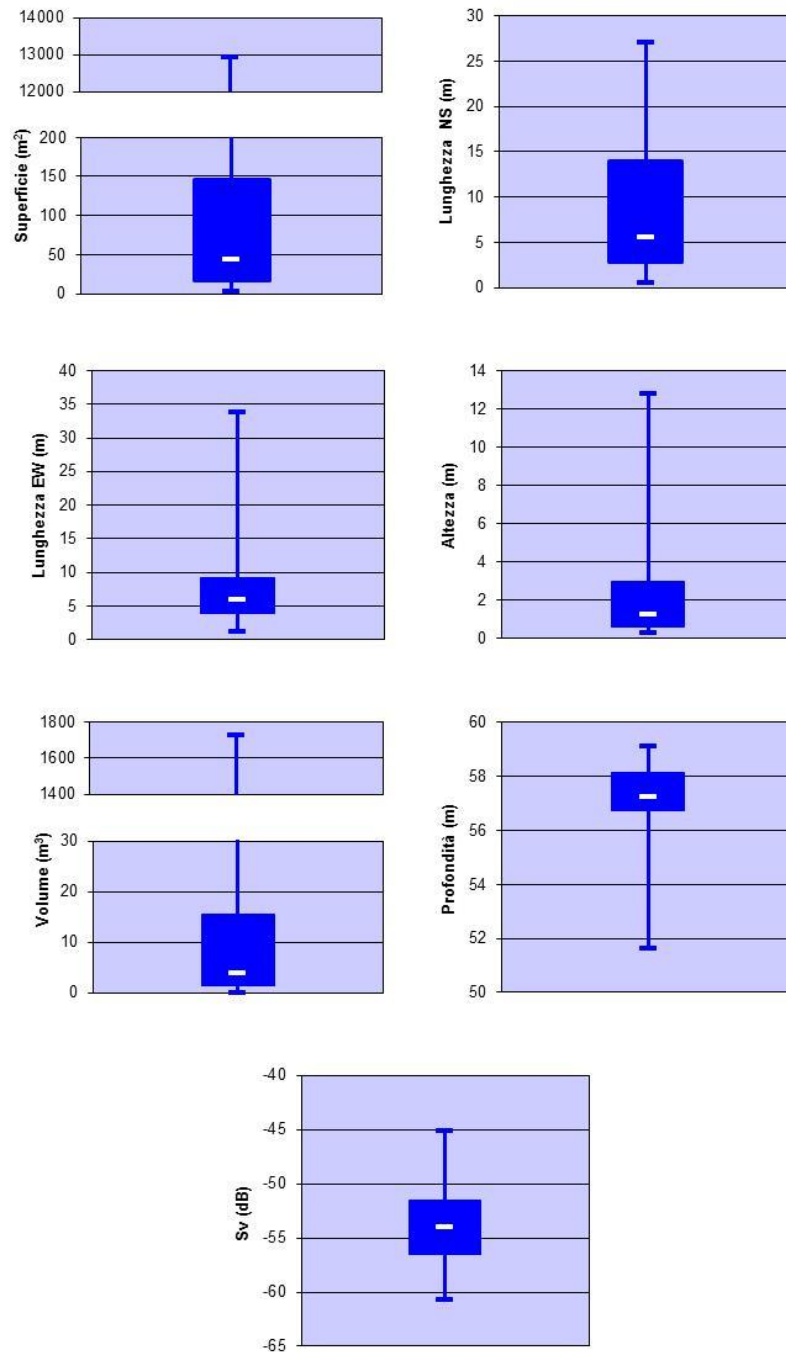


Fig. 3.105 – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nell’aprile 2011. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e il valore medio. EW = Est-Ovest; NS = Nord-Sud; S_v = Volume backscatter strength.

A maggio 2011 sono stati individuati 28 banchi di pesce attorno alla piattaforma escludendo le zone dei transetti ad Ovest, SW e SE (fig. 3.106).

Il numero maggiore di aggregazioni è stato rilevato nel quadrante a NE rispetto alla struttura, con alcuni raggruppamenti evidenziati anche nel versante a Sud. Le distanze dei banchi dalla piattaforma hanno oscillato da un minimo di 47,33 m (n. 26 e 27) a un massimo di 1201,40 m (n. 2; Tab. 3-LV).

In particolare 16 banchi su un totale di 28 sono stati rilevati entro un range di 47,33 (n. 26 e n. 27) m e 466,58 m (n. 21) da Annamaria B, mentre 19 sul versante nord-orientale della stessa (Tab. 3-LV; fig. 3.106).

In Tab. 3-LVI sono riportate le caratteristiche metriche delle aggregazioni evidenziate in questo campionamento. I volumi hanno mostrato valori compresi tra 0,34 m³ (n. 5) e 943,41 m³ (n. 28) e un valore della mediana di 7,45 m³ (fig. 3.107).

Il banco di pesce n. 28 è risultato anche quello con il valore maggiore di superficie individuata (6.369,10 m²), mentre per il banco n. 6 è stato rilevato il valore minore (12,96 m²) e il valore mediano di tutte le aggregazioni è risultato di 85,11 m². Prendendo in considerazione le altezze dei banchi individuati queste hanno oscillato da un minimo di 0,64 m (n. 23) ad un massimo di 6,17 m (n. 16) con una mediana di 1,65 m. Le aggregazioni sono state rilevate lungo quasi tutta la colonna d'acqua, in un range di profondità compreso tra 0,67 m (n. 7) e 60,81 m (n. 2), anche se il valore della mediana è risultato 58 m, quindi prossimo al fondale.

Le variabili acustiche relative a ciascun banco sono riportate in Tab. 3-LVII.

Tab. 3-LV – Distanza (m) dalla piattaforma Annamaria B dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel maggio 2011.

Banco	Distanza da Annamaria B (m)	Banco	Distanza da Annamaria B (m)
Banco_1	1164,03	Banco_15	96,53
Banco_2	1201,40	Banco_16	96,53
Banco_3	1116,93	Banco_17	96,53
Banco_4	1052,85	Banco_18	96,53
Banco_5	1021,51	Banco_19	96,53
Banco_6	1021,51	Banco_20	96,53
Banco_7	1021,51	Banco_21	466,58
Banco_8	1035,65	Banco_22	432,79
Banco_9	428,05	Banco_23	247,85
Banco_10	428,05	Banco_24	236,64
Banco_11	922,86	Banco_25	720,24
Banco_12	857,43	Banco_26	47,33
Banco_13	850,74	Banco_27	47,33
Banco_14	84,76	Banco_28	65,85

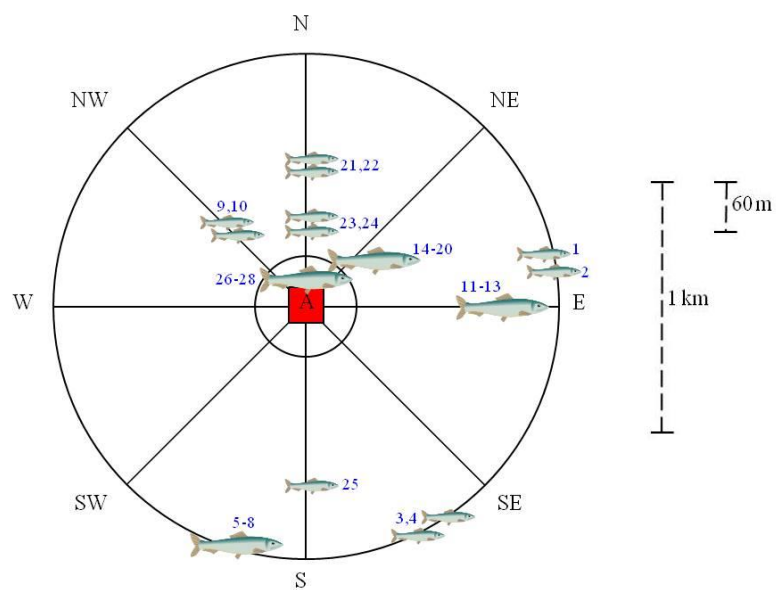


Fig. 3.106 - Schema planare della posizione delle 28 aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel maggio 2011. Figura non in scala.

Tab. 3-LVI - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel maggio 2011.

Banco	Superficie (m ²)	Lunghezza NS (m)	Lunghezza EW (m)	Profondità minima (m)	Profondità massima (m)	Altezza (m)	Volume (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
Banco_1	124,653	10,076	12,159	60,071	61,203	1,132	10,305	44° 19,48' N	13° 25,33' E	60,767	12,096	0	0,000
Banco_2	74,889	12,962	13,576	59,963	61,496	1,533	7,652	44° 19,44' N	13° 25,36' E	60,809	9,787	0	0,000
Banco_3	62,024	6,605	6,351	59,181	59,852	0,671	5,236	44° 18,85' N	13° 24,93' E	59,548	11,846	0	0,000
Banco_4	519,171	26,927	22,770	56,221	58,890	2,669	39,831	44° 18,83' N	13° 24,87' E	57,376	13,034	0	0,000
Banco_5	21,073	1,517	2,172	0,313	1,615	1,302	0,338	44° 18,80' N	13° 24,24' E	0,932	62,412	0	0,000
Banco_6	12,960	2,985	2,811	49,418	50,813	1,395	1,235	44° 18,80' N	13° 24,24' E	50,050	10,495	0	0,000
Banco_7	60,744	4,079	6,608	0,256	1,341	1,085	0,618	44° 18,80' N	13° 24,24' E	0,669	98,248	0	0,000
Banco_8	156,176	12,607	11,983	58,364	59,401	1,037	20,933	44° 18,80' N	13° 24,22' E	58,980	7,461	0	0,000
Banco_9	26,776	4,379	3,550	57,404	58,222	0,818	2,486	44° 19,53' N	13° 24,19' E	57,871	10,769	0	0,000
Banco_10	26,776	4,379	3,550	57,404	58,222	0,818	2,486	44° 19,53' N	13° 24,19' E	57,871	10,769	0	0,000
Banco_11	4773,465	29,427	55,530	54,527	59,949	5,423	602,694	44° 19,36' N	13° 25,16' E	57,265	7,920	0	0,000
Banco_12	1387,607	19,450	15,746	49,774	55,367	5,593	148,609	44° 19,36' N	13° 25,14' E	52,277	9,337	0	0,000
Banco_13	142,168	9,105	6,620	54,120	57,598	3,478	13,911	44° 19,35' N	13° 25,13' E	55,576	10,220	0	0,000
Banco_14	38,790	3,455	3,153	2,704	4,414	1,711	1,285	44° 19,40' N	13° 24,50' E	3,531	30,177	0	0,000
Banco_15	55,867	6,133	6,013	26,242	29,054	2,812	4,076	44° 19,41' N	13° 24,50' E	27,495	13,705	0	0,000
Banco_16	203,264	10,950	9,894	31,657	37,828	6,172	17,671	44° 19,41' N	13° 24,50' E	35,500	11,503	0	0,000
Banco_17	113,342	7,256	7,028	32,490	34,889	2,399	10,405	44° 19,41' N	13° 24,50' E	33,676	10,893	0	0,000
Banco_18	23,242	4,584	4,551	3,991	5,463	1,472	0,998	44° 19,41' N	13° 24,50' E	4,742	23,300	0	0,000
Banco_19	95,334	6,267	6,009	32,924	36,396	3,471	7,246	44° 19,41' N	13° 24,50' E	34,657	13,157	0	0,000
Banco_20	65,161	6,478	5,742	2,569	4,310	1,741	1,589	44° 19,41' N	13° 24,50' E	3,441	41,009	0	0,000
Banco_21	643,151	30,500	11,778	59,312	60,903	1,591	67,002	44° 19,62' N	13° 24,41' E	60,195	9,599	0	0,000
Banco_22	179,615	6,057	12,423	58,882	60,454	1,573	28,146	44° 19,60' N	13° 24,41' E	59,733	6,381	0	0,000
Banco_23	20,225	2,815	4,134	59,589	60,233	0,644	1,778	44° 19,51' N	13° 24,41' E	59,937	11,373	0	0,000
Banco_24	59,998	5,072	4,855	59,645	60,591	0,946	5,568	44° 19,50' N	13° 24,41' E	60,127	10,776	0	0,000
Banco_25	810,039	10,265	10,905	37,784	43,027	5,244	144,541	44° 18,96' N	13° 24,48' E	40,435	5,604	0	0,000
Banco_26	34,207	3,539	3,855	53,101	54,930	1,829	2,494	44° 19,40' N	13° 24,41' E	54,204	13,714	0	0,000
Banco_27	206,414	13,690	10,605	54,352	57,048	2,696	24,244	44° 19,40' N	13° 24,41' E	55,822	8,514	0	0,000
Banco_28	6369,099	25,333	18,713	40,744	46,486	5,742	943,412	44° 19,40' N	13° 24,38' E	43,883	6,715	0	0,000

Tab. 3-LVII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel maggio 2011.

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)
Banco_1	-51,906	264	18	193	-57,733	-44,211	0,064
Banco_2	-48,271	202	4	83	-54,744	-42,211	0,149
Banco_3	-51,799	152	11	98	-57,765	-43,244	0,066
Banco_4	-58,594	1125	58	714	-63,702	-49,991	0,069
Banco_5	-52,139	654	4	281	-57,962	-43,654	0,061
Banco_6	-49,068	51	3	22	-57,635	-39,584	0,124
Banco_7	-54,104	1665	16	1060	-57,879	-46,654	0,039
Banco_8	-49,273	685	12	282	-57,733	-41,711	0,118
Banco_9	-60,982	64	5	36	-65,677	-56,166	0,008
Banco_10	-60,982	64	5	36	-65,677	-56,166	0,008
Banco_11	-45,877	16327	85	3067	-52,996	-33,485	0,258
Banco_12	-46,845	4265	23	655	-52,994	-35,494	0,207
Banco_13	-47,928	392	10	117	-52,996	-40,391	0,161
Banco_14	-52,493	1146	6	520	-57,962	-41,857	0,056
Banco_15	-49,780	282	14	166	-57,980	-38,457	0,105
Banco_16	-52,341	996	16	428	-57,988	-40,061	0,058
Banco_17	-54,643	620	14	263	-57,858	-43,301	0,034
Banco_18	-56,814	511	11	353	-57,983	-48,961	0,021
Banco_19	-52,203	421	11	211	-57,756	-41,151	0,060
Banco_20	-53,637	1452	15	899	-57,962	-44,864	0,043
Banco_21	-56,211	1800	49	827	-63,711	-44,200	0,024
Banco_22	-52,367	757	7	202	-63,677	-42,655	0,058
Banco_23	-57,323	49	4	29	-63,666	-52,155	0,019
Banco_24	-56,436	154	8	74	-63,677	-50,177	0,023
Banco_25	-56,648	4948	16	373	-63,994	-45,726	0,022
Banco_26	-54,336	74	6	36	-57,996	-48,996	0,037
Banco_27	-50,001	773	18	212	-57,950	-36,867	0,100
Banco_28	-53,497	5645	17	568	-63,893	-43,450	0,808

*Sv = Volume backscattering strength

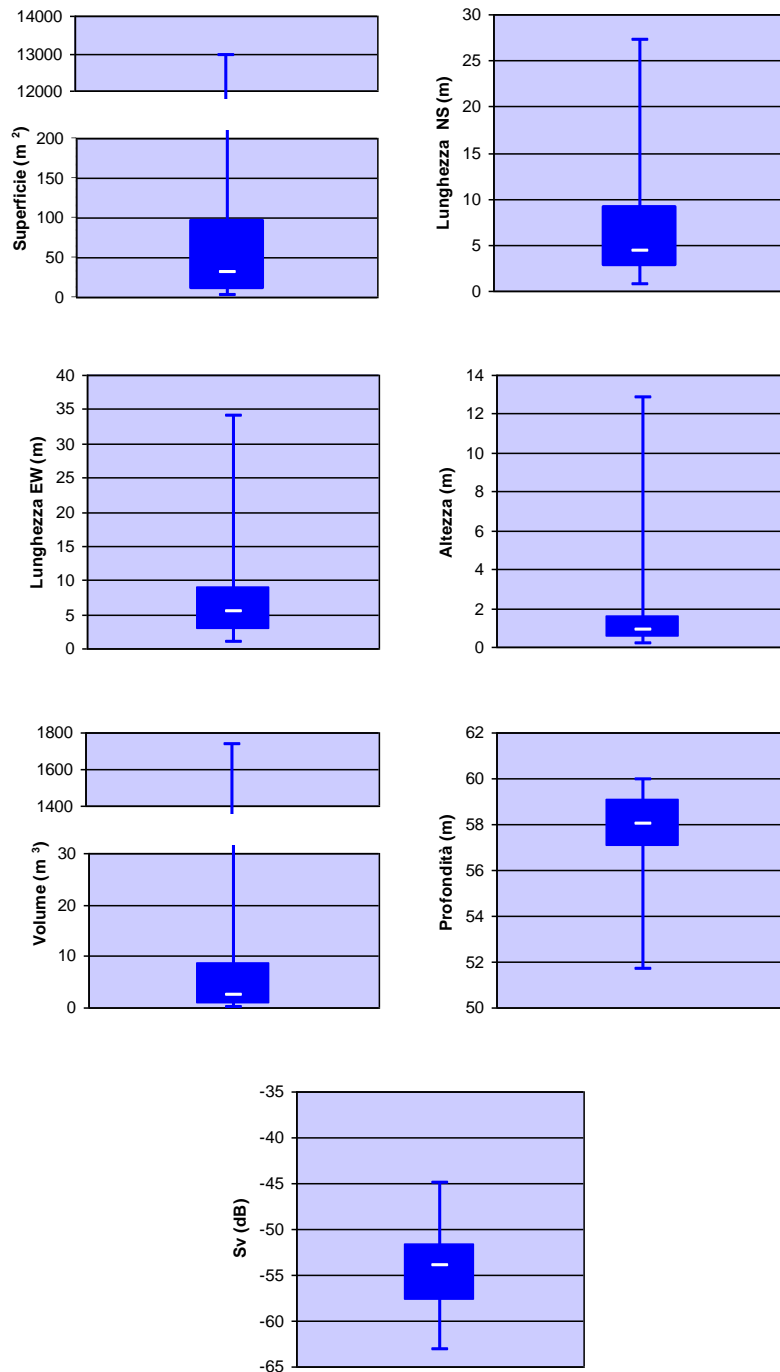


Fig. 3.107 – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel maggio 2011. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e il valore medio. EW = Est-Ovest; NS = Nord-Sud; S_v = Volume backscatter strength.

Nell'ultimo survey condotto a giugno 2011 non sono stati rilevati banchi lungo il transetto a NE della struttura. Altrove, ne sono stati censiti 57 (fig. 3.108).

La distribuzione delle aggregazioni di pesce ha mostrato un range di distanze compreso tra 76,31 m (n. 55-57) e 1163,79 m (n. 6) e ha evidenziato l'intensità maggiore in direzione SSW e, più in generale, un maggiore accumulo dei banchi sul versante occidentale alla piattaforma rispetto a quello orientale (Tab. 3-LVIII; fig. 3.108). Considerando le caratteristiche metriche è stato possibile osservare che il banco n. 54 è stato quello con superficie ($16.630,38 \text{ m}^2$) e volume ($2302,89 \text{ m}^3$) maggiori, risultando pertanto l'aggregazione più grande del survey (Tab 3-LIX; fig. 3.109). I valori minimi di queste due grandezze metriche sono stati riscontrati, sia per la superficie ($2,33 \text{ m}^2$) che per il volume ($0,14 \text{ m}^3$), nel banco n. 20 (Tab. 3-LIX; fig. 3.109) probabilmente il più piccolo rilevato. Le mediane calcolate per la superficie e il volume si sono attestate rispettivamente a $10,85 \text{ m}^2$ (n. 9) e $0,80 \text{ m}^3$ (n. 41; fig. 3.109). Le altezze dei target sono risultate comprese tra i 0,32 m (n. 46) e 11,56 m (n. 40), con un valore della mediana pari a 0,90 m (n. 52). Tutte le aggregazioni individuate nel giugno 2011 sono state registrate a una profondità del centro geometrico compresa tra 22,94 m (n. 14) e 60,87 m (n. 52) con un valore della mediana di 58,22 m (n. 21).

Le variabili acustiche relative a ciascun banco sono riportate in Tab. 3-LX.

Tab. 3-LVIII – Distanza (m) dalla piattaforma Annamaria B dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel giugno 2011.

Banco	Distanza da Annamaria B (m)	Banco	Distanza da Annamaria B (m)
Banco_1	1087,95	Banco_30	1040,57
Banco_2	1087,95	Banco_31	1046,15
Banco_3	1109,45	Banco_32	1046,15
Banco_4	1109,45	Banco_33	1046,15
Banco_5	1109,45	Banco_34	1049,61
Banco_6	1163,79	Banco_35	1048,67
Banco_7	1152,68	Banco_36	1048,67
Banco_8	943,34	Banco_37	1049,61
Banco_9	1102,58	Banco_38	1048,67
Banco_10	1089,52	Banco_39	382,48
Banco_11	1089,52	Banco_40	787,40
Banco_12	1089,52	Banco_41	431,69
Banco_13	1089,52	Banco_42	425,21
Banco_14	1089,52	Banco_43	425,21
Banco_15	1089,52	Banco_44	425,21
Banco_16	1089,52	Banco_45	425,21
Banco_17	1089,52	Banco_46	425,21
Banco_18	1106,26	Banco_47	425,21
Banco_19	1039,56	Banco_48	425,21
Banco_20	1039,56	Banco_49	404,19
Banco_21	1039,56	Banco_50	275,28
Banco_22	1039,56	Banco_51	254,02
Banco_23	1039,56	Banco_52	897,43
Banco_24	1039,56	Banco_53	884,97
Banco_25	1039,56	Banco_54	863,60
Banco_26	1057,33	Banco_55	76,31
Banco_27	1039,56	Banco_56	76,31
Banco_28	1039,56	Banco_57	76,31
Banco_29	1057,33		

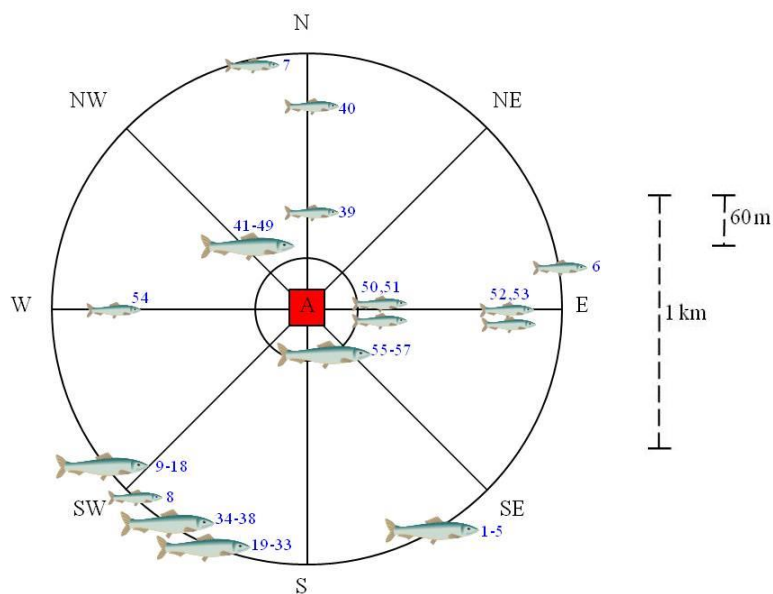


Fig. 3.108 - Schema planare della posizione delle 57 aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel giugno 2011. Figura non in scala.

Tab. 3-LIX - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel giugno 2011.

Banco	Superficie (m ²)	Lunghezza NS (m)	Lunghezza EW (m)	Profondità minima (m)	Profondità massima (m)	Altezza (m)	Volume (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
Banco_1	4,196	2,569	1,374	59,356	59,823	0,466	0,285	44° 18,83' N	13° 24,87' E	59,575	14,710	0	0,000
Banco_2	3,604	2,191	1,239	59,710	60,062	0,352	0,250	44° 18,83' N	13° 24,87' E	59,879	14,389	0	0,000
Banco_3	6,741	3,331	1,931	59,145	59,730	0,584	0,472	44° 18,83' N	13° 24,88' E	59,485	14,267	0	0,000
Banco_4	9,730	2,608	3,592	59,085	59,713	0,628	0,559	44° 18,83' N	13° 24,88' E	59,398	17,393	0	0,000
Banco_5	18,293	4,896	3,879	59,452	60,391	0,939	1,149	44° 18,83' N	13° 24,88' E	59,921	15,926	0	0,000
Banco_6	884,988	19,572	25,523	58,608	60,904	2,296	104,378	44° 19,47' N	13° 25,33' E	59,948	8,479	0	0,000
Banco_7	342,848	11,142	15,768	55,162	59,174	4,012	55,005	44° 19,96' N	13° 24,16' E	57,371	6,233	0	0,000
Banco_8	49,116	14,701	5,942	58,715	59,850	1,135	4,378	44° 18,92' N	13° 24,03' E	59,416	11,218	0	0,000
Banco_9	10,853	2,003	2,704	33,279	34,383	1,104	0,820	44° 19,01' N	13° 23,73' E	33,849	13,238	0	0,000
Banco_10	6,077	1,768	2,072	28,759	29,782	1,023	0,606	44° 19,01' N	13° 23,74' E	29,271	10,020	0	0,000
Banco_11	7,898	2,411	2,954	23,431	24,385	0,954	0,623	44° 19,01' N	13° 23,74' E	23,894	12,681	0	0,000
Banco_12	4,627	1,531	1,929	23,647	24,208	0,561	0,418	44° 19,01' N	13° 23,74' E	23,936	11,063	0	0,000
Banco_13	32,257	4,500	4,765	23,091	25,055	1,964	2,508	44° 19,01' N	13° 23,74' E	24,087	12,863	0	0,000
Banco_14	6,827	2,343	2,505	22,459	23,466	1,007	0,523	44° 19,01' N	13° 23,74' E	22,943	13,056	3	0,160
Banco_15	5,532	1,552	2,383	22,932	23,593	0,661	0,513	44° 19,01' N	13° 23,74' E	23,283	10,785	0	0,000
Banco_16	14,104	2,901	3,985	22,961	24,351	1,390	1,160	44° 19,01' N	13° 23,74' E	23,606	12,156	0	0,000
Banco_17	9,753	2,035	2,931	24,912	25,867	0,955	0,766	44° 19,01' N	13° 23,74' E	25,428	12,730	0	0,000
Banco_18	107,187	9,041	9,928	58,492	60,101	1,609	9,301	44° 18,99' N	13° 23,75' E	59,376	11,524	0	0,000
Banco_19	9,053	3,808	2,597	58,775	59,430	0,655	0,589	44° 18,83' N	13° 24,11' E	59,144	15,376	0	0,000
Banco_20	2,332	1,675	0,900	58,043	58,714	0,671	0,139	44° 18,83' N	13° 24,11' E	58,376	16,836	0	0,000
Banco_21	6,090	4,368	1,753	57,723	58,750	1,028	0,371	44° 18,83' N	13° 24,11' E	58,221	16,403	0	0,000
Banco_22	9,119	4,024	1,906	56,880	57,802	0,922	0,589	44° 18,83' N	13° 24,11' E	57,396	15,484	0	0,000
Banco_23	15,550	3,087	4,138	57,415	58,780	1,365	0,965	44° 18,83' N	13° 24,11' E	58,180	16,114	0	0,000
Banco_24	6,478	3,124	2,052	57,248	57,846	0,598	0,375	44° 18,83' N	13° 24,11' E	57,555	17,284	0	0,000
Banco_25	9,301	3,222	1,637	56,621	57,861	1,240	0,549	44° 18,83' N	13° 24,11' E	57,317	16,941	0	0,000
Banco_26	26,021	3,918	4,435	56,132	57,300	1,168	1,826	44° 18,82' N	13° 24,11' E	56,728	14,254	0	0,000
Banco_27	28,656	4,669	4,534	56,632	57,936	1,304	1,947	44° 18,83' N	13° 24,11' E	57,407	14,718	0	0,000
Banco_28	14,366	2,738	4,186	56,923	57,619	0,696	0,973	44° 18,83' N	13° 24,11' E	57,229	14,763	0	0,000
Banco_29	3,188	2,376	1,123	56,068	56,923	0,855	0,200	44° 18,82' N	13° 24,11' E	56,512	15,916	0	0,000
Banco_30	16,996	4,146	3,748	57,161	58,063	0,903	1,123	44° 18,83' N	13° 24,12' E	57,609	15,140	0	0,000
Banco_31	4,867	2,787	1,275	56,661	57,528	0,867	0,339	44° 18,82' N	13° 24,12' E	57,118	14,355	0	0,000
Banco_32	5,874	2,524	1,569	56,515	57,376	0,861	0,342	44° 18,82' N	13° 24,12' E	56,977	17,195	0	0,000
Banco_33	5,720	2,859	1,405	56,464	57,440	0,976	0,432	44° 18,82' N	13° 24,12' E	56,974	13,236	0	0,000
Banco_34	3,936	2,840	1,374	58,091	58,812	0,721	0,251	44° 18,86' N	13° 24,00' E	58,487	15,678	0	0,000
Banco_35	14,417	4,180	3,117	57,828	58,537	0,709	0,876	44° 18,86' N	13° 24,01' E	58,232	16,467	0	0,000
Banco_36	7,223	4,705	2,291	57,460	58,414	0,954	0,403	44° 18,86' N	13° 24,01' E	58,032	17,908	0	0,000
Banco_37	12,520	5,278	2,715	57,691	58,622	0,931	0,773	44° 18,86' N	13° 24,00' E	58,226	16,199	0	0,000
Banco_38	6,447	3,610	1,627	58,334	58,785	0,451	0,439	44° 18,86' N	13° 24,01' E	58,581	14,698	0	0,000
Banco_39	244,166	9,034	8,760	53,950	56,895	2,946	29,748	44° 19,58' N	13° 24,40' E	55,395	8,208	0	0,000

Tab. 3-LIX - Continuo.

Banco	Superficie (m ²)	Lunghezza NS (m)	Lunghezza EW (m)	Profondità minima (m)	Profondità massima (m)	Altezza (m)	Volume (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
Banco_40	12717,719	40,637	31,003	41,242	52,806	11,564	1483,907	44° 19,80' N	13° 24,42' E	48,695	8,570	1	0,089
Banco_41	12,701	3,090	2,948	59,561	60,117	0,557	0,798	44° 19,53' N	13° 24,19' E	59,859	15,919	0	0,000
Banco_42	16,156	3,859	3,980	59,677	60,082	0,405	1,092	44° 19,52' N	13° 24,19' E	59,856	14,801	0	0,000
Banco_43	10,881	2,768	2,869	58,993	59,671	0,679	0,865	44° 19,52' N	13° 24,19' E	59,356	12,586	0	0,000
Banco_44	11,207	3,011	2,985	59,533	59,856	0,323	0,860	44° 19,52' N	13° 24,19' E	59,701	13,032	0	0,000
Banco_45	4,241	1,736	1,928	57,901	58,401	0,500	0,227	44° 19,52' N	13° 24,19' E	58,134	18,718	0	0,000
Banco_46	2,390	1,417	1,166	46,671	46,987	0,316	0,182	44° 19,52' N	13° 24,19' E	46,821	13,131	0	0,000
Banco_47	25,463	4,803	4,879	59,004	59,975	0,970	1,793	44° 19,52' N	13° 24,19' E	59,466	14,203	0	0,000
Banco_48	15,229	3,703	3,254	58,760	59,374	0,614	1,205	44° 19,52' N	13° 24,19' E	59,107	12,641	0	0,000
Banco_49	7,243	2,727	2,224	58,396	59,222	0,825	0,652	44° 19,52' N	13° 24,20' E	58,811	11,102	0	0,000
Banco_50	47,715	5,900	6,134	60,127	60,898	0,771	3,418	44° 19,36' N	13° 24,67' E	60,498	13,960	0	0,000
Banco_51	51,380	7,500	4,996	60,353	61,000	0,646	4,961	44° 19,36' N	13° 24,66' E	60,688	10,357	0	0,000
Banco_52	9,421	4,257	0,786	60,405	61,308	0,903	0,978	44° 19,36' N	13° 25,14' E	60,868	9,637	0	0,000
Banco_53	10,491	3,426	1,932	58,427	59,252	0,824	0,776	44° 19,35' N	13° 25,13' E	58,845	13,514	0	0,000
Banco_54	16630,382	31,416	30,898	39,729	49,244	9,515	2302,890	44° 19,34' N	13° 23,76' E	44,553	7,222	8	0,928
Banco_55	75,608	9,530	5,464	58,645	60,776	2,131	6,149	44° 19,31' N	13° 24,48' E	59,978	12,295	0	0,000
Banco_56	112,926	10,226	10,062	59,310	60,582	1,272	8,540	44° 19,31' N	13° 24,48' E	59,962	13,223	0	0,000
Banco_57	33,328	4,050	3,727	59,665	60,686	1,020	3,476	44° 19,31' N	13° 24,48' E	60,128	9,587	0	0,000

Tab. 3-LX - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento di giugno 2011. *Sv = Volume backscattering strength

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)
Banco_1	-53,076	8	1	6	-54,655	-51,655	0,049
Banco_2	-53,004	7	1	5	-54,655	-51,644	0,050
Banco_3	-52,244	13	2	10	-54,655	-49,644	0,060
Banco_4	-52,077	15	5	15	-54,666	-50,155	0,062
Banco_5	-52,238	32	4	31	-54,677	-50,177	0,060
Banco_6	-52,075	2696	35	843	-57,721	-39,698	0,062
Banco_7	-47,308	1317	22	451	-57,675	-35,152	0,186
Banco_8	-52,726	110	2	67	-57,622	-47,622	0,053
Banco_9	-47,264	49	3	26	-57,164	-40,625	0,188
Banco_10	-50,044	41	2	18	-57,572	-44,572	0,099
Banco_11	-45,428	52	2	28	-57,583	-35,583	0,287
Banco_12	-47,433	36	2	18	-57,997	-39,497	0,181
Banco_13	-47,727	201	7	116	-57,805	-36,278	0,169
Banco_14	-51,052	45	2	25	-57,967	-42,967	0,078
Banco_15	-46,557	45	2	21	-57,938	-41,379	0,221
Banco_16	-47,605	98	3	52	-57,611	-37,611	0,174
Banco_17	-46,223	60	4	35	-57,938	-35,912	0,239
Banco_18	-52,925	315	10	165	-57,655	-46,155	0,051
Banco_19	-55,946	23	4	21	-57,628	-53,617	0,025
Banco_20	-56,993	5	1	4	-57,640	-56,128	0,020
Banco_21	-53,993	13	1	11	-57,581	-51,069	0,040
Banco_22	-54,877	20	3	19	-57,557	-51,557	0,033
Banco_23	-54,991	32	8	32	-57,652	-51,652	0,032
Banco_24	-55,405	13	3	13	-57,045	-53,045	0,029
Banco_25	-55,313	23	3	18	-57,581	-51,557	0,029
Banco_26	-56,764	83	11	83	-57,617	-49,117	0,021
Banco_27	-58,924	85	10	85	-57,545	-50,533	0,013
Banco_28	-57,322	39	9	37	-57,569	-53,081	0,019
Banco_29	-54,991	8	1	6	-57,081	-53,069	0,032
Banco_30	-54,493	44	8	41	-57,545	-51,045	0,036
Banco_31	-55,360	14	2	10	-57,581	-53,069	0,029
Banco_32	-55,135	14	2	12	-57,617	-52,105	0,031
Banco_33	-54,579	16	2	11	-57,581	-52,081	0,035
Banco_34	-56,823	10	1	7	-57,565	-56,054	0,021
Banco_35	-52,863	34	6	34	-57,576	-49,065	0,052
Banco_36	-54,558	16	2	16	-57,542	-52,042	0,035
Banco_37	-54,784	30	2	20	-57,542	-50,542	0,033
Banco_38	-51,921	17	2	13	-57,554	-47,554	0,064
Banco_39	-49,576	728	13	198	-57,689	-38,122	0,110
Banco_40	-53,747	51000	75	4623	-57,997	-41,774	0,042
Banco_41	-52,617	23	4	23	-57,677	-47,666	0,055
Banco_42	-55,844	32	6	28	-57,655	-54,144	0,026
Banco_43	-53,554	25	3	18	-57,644	-51,133	0,044
Banco_44	-53,651	26	3	20	-57,122	-51,122	0,043
Banco_45	-56,703	7	3	7	-57,565	-55,576	0,021
Banco_46	-56,536	7	1	4	-57,543	-55,529	0,022
Banco_47	-51,426	55	6	48	-57,655	-44,655	0,072
Banco_48	-51,056	37	4	29	-57,622	-45,610	0,078
Banco_49	-55,179	20	2	12	-57,666	-52,155	0,030
Banco_50	-54,565	92	10	75	-57,700	-47,189	0,035
Banco_51	-53,100	132	8	81	-57,722	-47,211	0,049
Banco_52	-46,477	23	1	10	-49,765	-43,254	0,225
Banco_53	-47,262	19	3	14	-49,733	-44,754	0,188
Banco_54	-51,611	84209	52	3793	-58,000	-38,136	0,069
Banco_55	-51,916	192	8	104	-57,698	-43,152	0,064
Banco_56	-52,527	281	13	205	-57,687	-44,664	0,056
Banco_57	-50,795	110	6	43	-57,698	-43,164	0,083

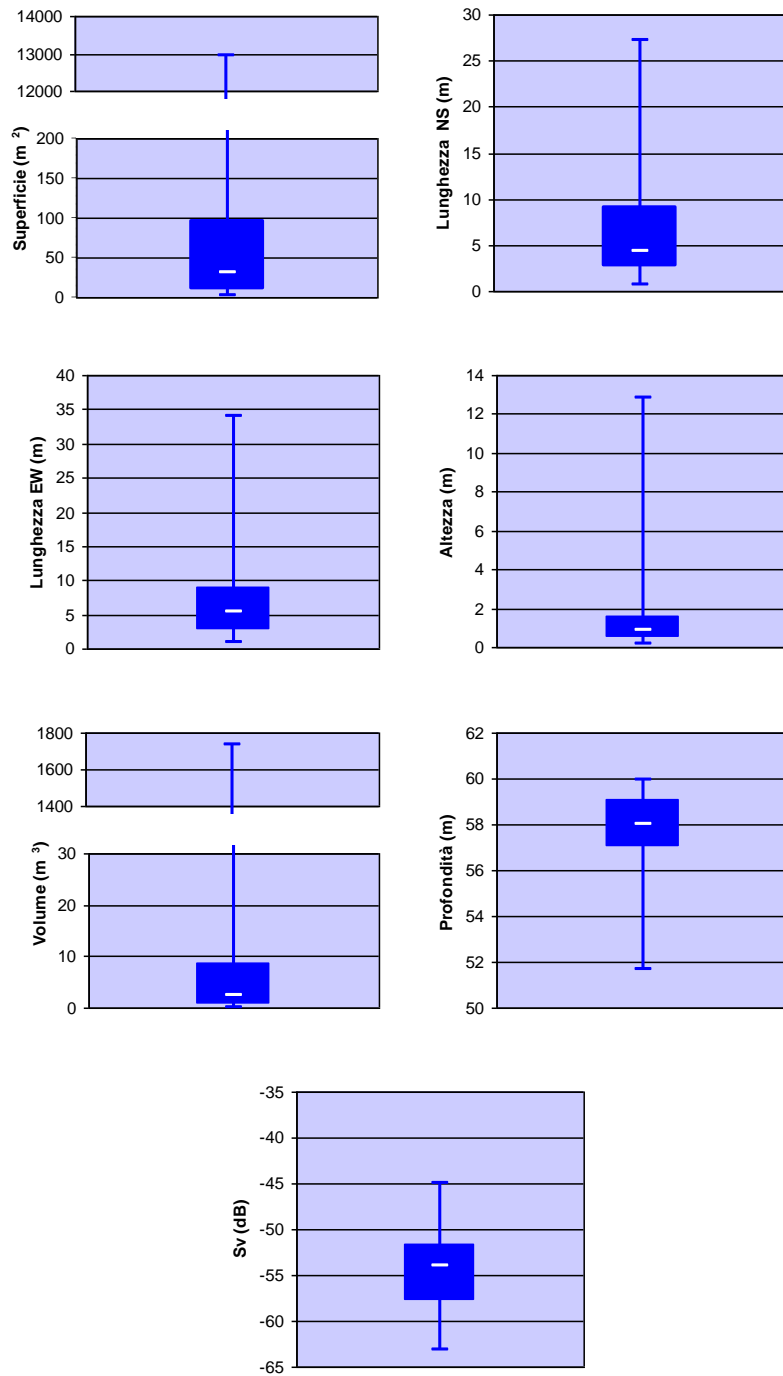


Fig. 3.109 – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel giugno 2011. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e il valore medio. EW = Est-Ovest; NS = Nord-Sud; S_v = Volume backscatter strength.

Di seguito sono riportate le rappresentazioni tridimensionali in prospettiva dell'immagine acustica relativa ad alcune aggregazioni di pesce rilevate nei campionamenti del primo semestre 2011 (figg. 3.110 – 3.114). Tali immagini permettono una percezione spazio-temporale dei singoli banchi di pesce nell'ambiente circostante la piattaforma.

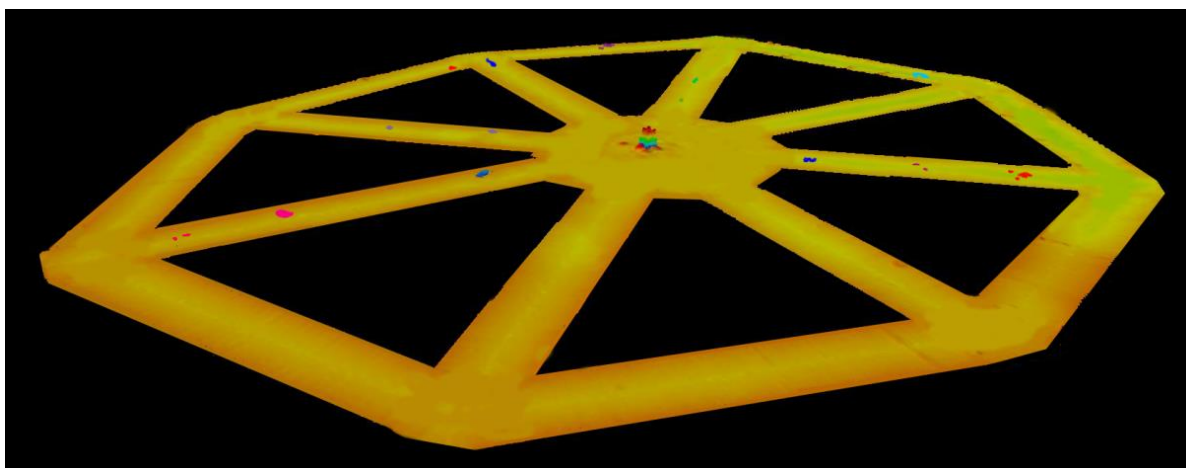


Fig. 3.110 – Immagini tridimensionali della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nel **gennaio 2011**. Al centro dell’immagine è visibile la piattaforma Annamaria B La superficie marrone rappresenta il fondale marino.

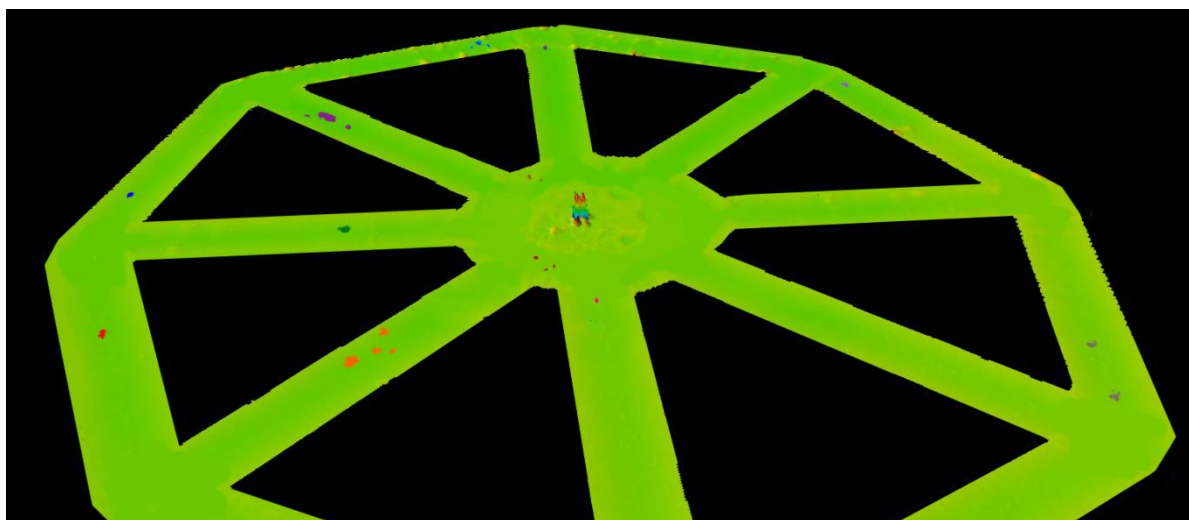


Fig. 3.111 – Immagini tridimensionali della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nel **febbraio 2011**. Al centro dell’immagine è visibile la piattaforma Annamaria B La superficie verde rappresenta il fondale marino.

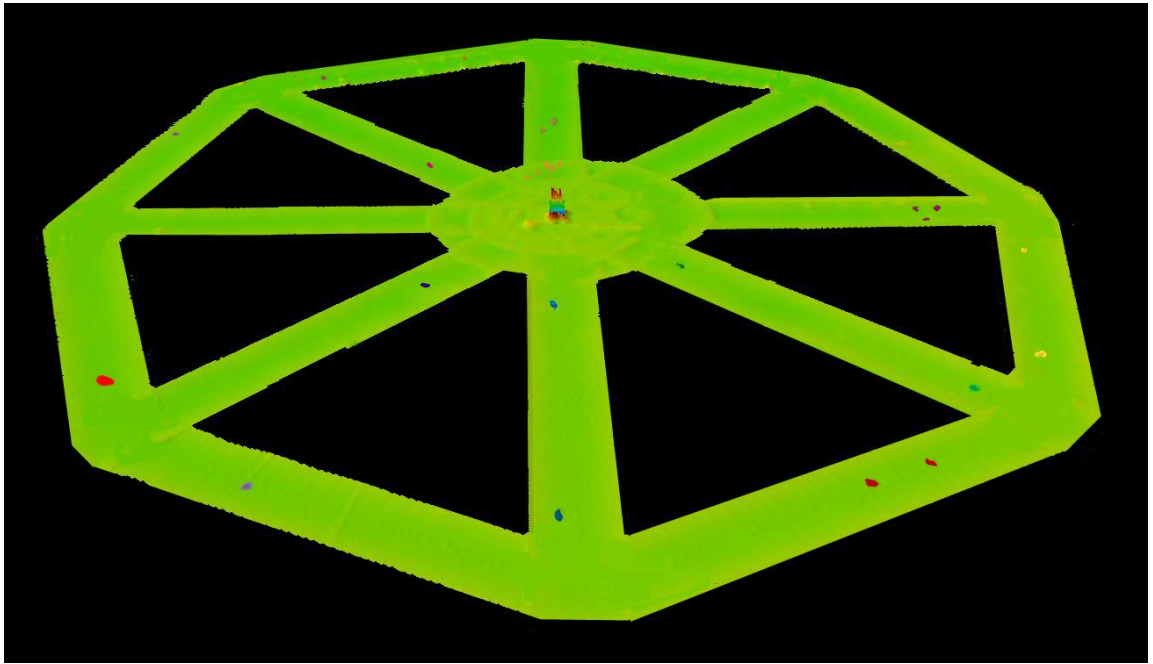


Fig. 3.112 – Immagini tridimensionali della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nell’**aprile 2011**. Al centro dell’immagine è visibile la piattaforma Annamaria B. La superficie verde rappresenta il fondale marino.

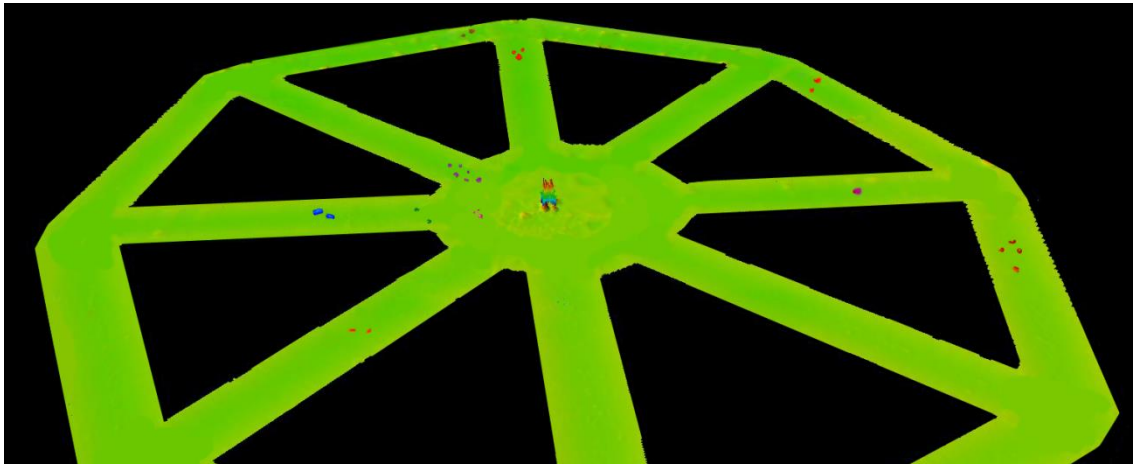


Fig. 3.113 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nel **maggio 2011**. Al centro dell’immagine è visibile la piattaforma Annamaria B. La superficie verde rappresenta il fondale marino

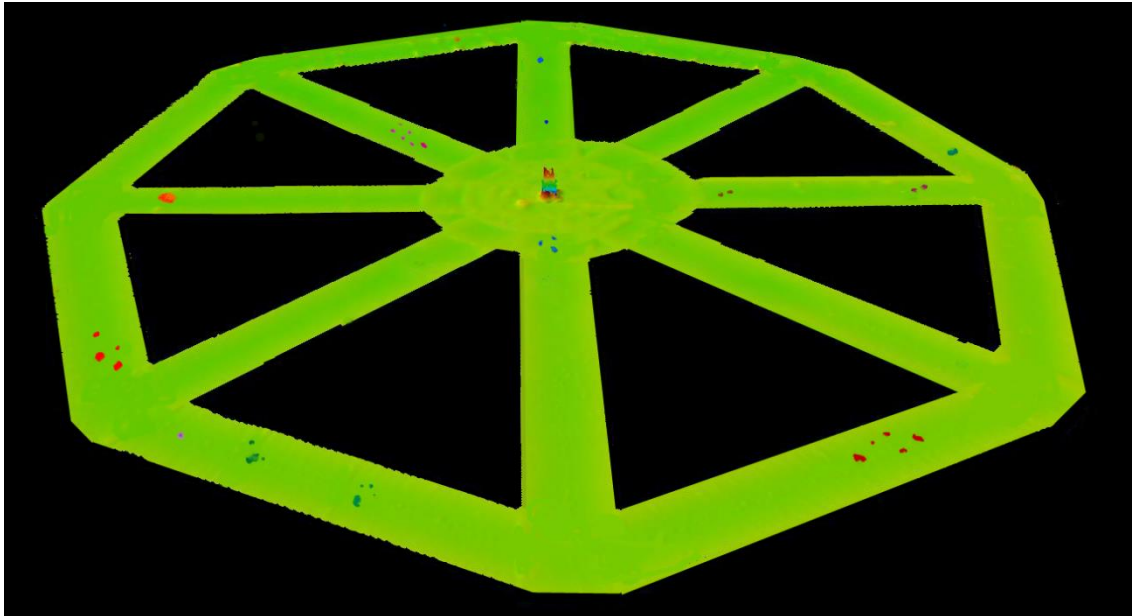


Fig. 3.114 – Immagine tridimensionale della colonna d'acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nel **giugno 2011**. Al centro dell'immagine è visibile la piattaforma Annamaria B. La superficie verde rappresenta il fondale marino.

3.10. AVVISTAMENTI DI CETACEI

Nel corso dei 40 survey condotti durante le fasi di pre-survey e di installazione della piattaforma non erano stati avvistati né cetacei né tartarughe marine (Tab. 3-LXI).

Tab. 3-LXI - Time table dei survey effettuati in un'area di circa 1 mn² attorno ad Annamaria B per l'avvistamento di cetacei marini dal pre-survey al I semestre 2011.

	Pre-survey		Durante lavori di installazione						Post lavori di installazione			
	N. survey	N. avvist.	I semestre 2009		II semestre 2009		I semestre 2010		II semestre 2010		I semestre 2011	
			N. survey	N. avvist.	N. survey	N. avvist.	N. survey	N. avvist.	N. survey	N. avvist.	N. survey	N. avvist.
Dicembre 2008	1	0										
Gennaio 2009	2	0	1	0								
Febbraio 2009			3	0								
Marzo 2009			2	0								
Aprile 2009			2	0								
Maggio 2009			2	0								
Giugno 2009			2	0								
Luglio 2009					2	0						
Agosto 2009					2	0						
Settembre 2009					2	0						
Ottobre 2009					2	0						
Novembre 2009					2	0						
Dicembre 2009					2	0						
Gennaio 2010							1	0				
Febbraio 2010							2	0				
Marzo 2010							3	0				
Aprile 2010							2	0				
Maggio 2010							2	0				
Giugno 2010							3	0				
Luglio 2010									3	0		
Agosto 2010									3	1		
Settembre 2010									3	0		
Ottobre 2010									3	0		
Novembre 2010									3	0		
Dicembre 2010									2	0		
Gennaio 2011											3	0
Febbraio 2011											3	0
Marzo 2011											6	0
Aprile 2011											6	1
Maggio 2011											3	0
Giugno 2011											4	0

Dopo la fine dei lavori di posa in opera della struttura, invece, il 24 agosto 2010 alle ore 16:30 è stato avvistato un branco composto da circa 7 tursiopi (*Tursiops truncatus*) a circa 1,4 km a NW rispetto ad Annamaria B (figg. 3.115 e 3.116). Alle ore 17:00 dello stesso giorno è avvenuto un nuovo avvistamento di un branco a circa 700 m dalla piattaforma. In questo caso tra gli individui adulti era presente anche un giovane; tutti gli esemplari si muovevano in cerchio attorno alla struttura.

Il 26 agosto, durante un trasferimento verso la piattaforma, pertanto al di fuori dei survey condotti ad hoc, alle ore 08:30 sono stati avvistati altri 5-6 tursiopi in navigazione a circa 10 km a SW da Annamaria B (fig. 3.117).



Fig. 3.115 - 24-08-2010. Branco di tursiopi avvistati a circa 1,4 km da Annamaria B.

L'avvistamento successivo riguardante un tursiope adulto è avvenuto il 07/04/2011. L'esemplare è stato notato a circa 30 m dalla piattaforma Annamaria B e si dirigeva verso Ovest.



Fig. 3.116 - 24-08-2010. Branco di tursiopi avvistati a circa 1,4 km da Annamaria B.



Fig. 3.117 - 26-08-2010. Branco di tursiopi avvistati a circa 10 km da Annamaria B.

4. CONCLUSIONI

In riferimento al GAB-DEC-2008-0000271 del 12/12/2008 emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-ISMAR Sede di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – Divisione E&P di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Annamaria B e delle condotte sottomarine colleganti le piattaforme Annamaria B – Annamaria A e Annamaria B - Brenda.

In base alle caratteristiche dell'area in cui è stata installata la piattaforma e a quanto richiesto nella Specifica Tecnica SAOP 09/02 Rev. 1, si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio volto a valutare gli impatti indotti dalle operazioni di installazione delle strutture comprendente lo studio delle caratteristiche idrologiche della colonna d'acqua (fisiche, chimiche e correntometriche), delle caratteristiche sedimentologiche (fisiche, chimiche ed ecotossicologiche), della comunità bentonica e di quella ittica presenti nell'area circostante la piattaforma e i sea-line. Nel programma erano anche inclusi la ricerca di inquinanti in esemplari di mitili (*Mytilus galloprovincialis*) insediati sulle parti sommerse della piattaforma (da svolgersi una volta ultimati i lavori di installazione) e l'avvistamento di cetacei e tartarughe marine nei dintorni della struttura.

Al fine di ottenere un quadro esaustivo degli effetti indotti dall'installazione della piattaforma, sulla base della tempistica delle operazioni di posa in opera fornite da ENI Divisione E&P, nel programma di monitoraggio sono stati previsti un survey precedente alla posa in opera della piattaforma (autunno 2008), tre survey durante le operazioni di installazione della struttura (inverno ed estate 2009; inverno 2010) e perforazione dei pozzi e sei survey, da svolgersi durante le stagioni invernali ed estive nei tre anni di indagini successivi alle operazioni di installazione e perforazione.

Si specifica che, per quanto riguarda le fasi di pre-survey e durante i lavori di posa in opera sono stati previsti monitoraggi semplificati rispetto a quelli successivi all'installazione volti a caratterizzare le aree e consistenti in prelievi da effettuarsi presso un numero adeguato di stazioni di campionamento.

Nel presente rapporto sono descritti i risultati relativi alle caratteristiche idrologiche, alle indagini sedimentologiche, ecotossicologiche e sulle comunità bentonica e ittica, alla ricerca di inquinanti in *Mytilus galloprovincialis* (quest'ultimo aspetto indagato a

paritre dall'inverno 2011) e al rilevamento di cetacei e tartarughe marine conseguiti dal pre-survey (autunno 2008) al secondo monitoraggio condotto dopo l'installazione della piattaforma Annamaria B (inverno 2011).

Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua – Nel corso del primo semestre 2011 sono state effettuate tre campagne di misura (marzo, maggio e giugno) nell'area circostante la piattaforma Annamaria B, proseguendo con lo schema di campionamento adottato nei monitoraggi precedenti. Nel corso del semestre è apparsa evidente l'evoluzione da una condizione invernale, di completo rimescolamento verticale delle masse d'acqua, a un'iniziale condizione di stratificazione estiva, con la comparsa del termoclino stagionale sub-superficiale nel mese di maggio e la graduale estensione del riscaldamento delle masse d'acqua dalla superficie al fondo dal mese di maggio al mese di giugno. Nel mese di giugno è inoltre apparsa evidente una stratificazione alina, con i valori di salinità minori registrati in prossimità della superficie, un evidente aloclino e valori più elevati e costanti alle profondità maggiori e fino al fondo. Tale stratificazione, molto simile a quella riscontrata nello stesso mese dell'anno precedente durante i lavori di perforazione e installazione della struttura (Fabi *et al.*, 2011), rappresenta una condizione tipica dell'area. I valori di saturazione dell'ossigeno disciolto sono sempre stati piuttosto elevati, indicando spesso condizioni di leggera sovrasaturazione potenzialmente indicative della presenza di attività fotosintetica a carico della componente fitoplanctonica nell'area. In nessun caso sono stati osservati episodi di ipossia e anossia. I valori di torbidità si sono rilevati simili tra tutte le stazioni e piuttosto bassi, a conferma di quanto evidenziato nei precedenti monitoraggi, che avevano mostrato come vi fosse stata una significativa diminuzione della torbidità successivamente alla conclusione dei lavori di installazione della piattaforma con rimozione del jack up. Diversamente, la fluorescenza, dopo aver assunto nel monitoraggio effettuato a novembre 2010 valori più elevati rispetto a quelli usuali, a partire da marzo 2011 è tornata a presentare valori comparabili a quelli dei monitoraggi condotti nello stesso semestre dell'anno precedente (Fabi *et al.*, 2011). Inoltre, non sono state riscontrate differenze rilevanti tra le stazioni vicine alla piattaforma e quelle di controllo.

Per quanto riguarda i nutrienti il primo trimestre dell'anno 2011 ha confermato livelli contenuti di tutti sali nutritivi investigati e il contributo della struttura sulla

distribuzione spaziale dei composti esaminati appare modesto. Escludendo quanto osservato per i nitriti e i nitrati, per i quali in alcuni casi è stato registrato un aumento dei livelli medi nelle stazioni prossime alla piattaforma, i sali nutritivi ricercati appaiono stratificati in senso verticale. L'attività fitoplanctonica è apparsa moderata in tutta l'area e in tutto il periodo, con un leggero aumento negli strati più profondi della colonna d'acqua a marzo 2011. Questo andamento, tuttavia, per durata ed entità, non porta ad ipotizzare la presenza di un bloom algale di diatomee e alghe verdi nell'area. I livelli di particolato sospeso sono risultati modesti in tutta l'area, omogeneamente distribuiti e confrontabili con quelli precedentemente evidenziati da analoghe indagini ambientali (Artegiani *et al.*, 1996).

Misure correntometriche – Durante il primo semestre 2011 nell'area è stato rilevato un idrodinamismo piuttosto ridotto, sia in superficie che in prossimità del fondale. Le correnti sono risultate in generale di direzione variabile e intensità limitata, con l'eccezione di alcuni eventi probabilmente legati a fenomeni atmosferici di vento intenso che hanno esercitato il loro effetto sugli strati superficiali. Durante questi eventi sono state registrate in superficie correnti di intensità più elevata orientate prevalentemente in direzione del terzo quadrante (SW), che possono essere verosimilmente correlate all'azione di venti provenienti dal primo quadrante (NE). In prossimità del fondo le correnti sono risultate sempre di intensità modesta e comunque inferiore rispetto a quelle registrate in superficie; anche durante gli eventi atmosferici sopra menzionati, l'effetto è apparso attenuarsi procedendo verso il fondo, dando luogo a correnti di direzione coerente con quelle superficiali, ma di intensità ridotta.

Caratteristiche sedimentologiche – La piattaforma Annamaria B è situata su un fondale costituito in prevalenza da sabbia. Le operazioni di costruzione della struttura non hanno modificato sostanzialmente queste caratteristiche. Le variazioni osservate sono infatti da ritenere modeste e inquadrabili nella naturale dinamica dei sedimenti.

Nell'intero periodo di studio le concentrazioni dei contaminanti sono rimaste molto modeste anche se non sono mancate alcune anomalie. In particolare, l'installazione della piattaforma ha comportato alcuni segnali di disturbo nell'area circostante, segni che, tuttavia, non si sono manifestati contemporaneamente alle attività di installazione della stessa. Solo durante il terzo survey condotto durante le operazioni

di posa in opera (inverno 2010) sette metalli (As, Cr, Cu, Cd, Ni, V e Zn) degli 11 ricercati e la percentuale di sostanza organica avevano esibito evidenti incrementi, sebbene limitati alle immediate vicinanze della struttura verso SE. Nell'estate successiva (I survey post lavori) sono state confermate tali anomalie ed è stata anche osservata una leggera espansione dell'area di influenza della struttura (sino a 30-60 m) sempre in direzione SE. Nell'inverno 2011 la maggior parte delle anomalie sono scomparse, ad indicare un generale recupero dell'area. Il segnale di impatto più importante è rimasto a carico del bario, che ha esibito concentrazioni elevate un po' ovunque con un picco sotto la piattaforma (AM SE), sebbene molto inferiore a quello registrato nell'estate precedente. Anche il rame ha presentato una concentrazione molto più elevata rispetto ai controlli e al pre-survey a 30 m da Annamaria B in direzione SE. Questo dato, che potrebbe indicare una diffusione di rame in direzione SE, richiede ulteriori indagini per essere confermato o smentito.

Per quanto riguarda lo zinco è stato registrato, nell'ultimo survey, una riduzione dei picchi evidenziati nell'estate 2010, ma i valori sono rimasti un po' alterati rispetto ai controlli e al pre-survey; anche in questo caso, tuttavia, i dati sembrano indicare l'avvio di un processo di recupero. Va comunque sottolineato che sia il rame sia lo zinco hanno esibito comunque concentrazioni modeste in valore assoluto, indicando una modesta influenza di Annamaria B su questi metalli.

Ecotossicologia dei sedimenti – Come già evidenziato durante le campagne precedenti, anche nel survey condotto nell'inverno 2011 i saggi di tossicità impiegati hanno confermato, nel complesso, l'assenza di effetti tossici nei confronti della maggior parte degli indicatori ambientali che costituiscono la batteria. Ciò vale sia nel caso dei test sul sedimento tal quale (*V. fischeri*) che sull'elutriato (*A. tonsa* e *D. tertiolecta*). Questi risultati hanno pertanto avvalorato che lo stato ecotossicologico dei sedimenti è rimasto in buona parte analogo a quello del pre-survey.

Due piccole variazioni rispetto all'estate 2010 sono state registrate a carico di *C. orientale* e *C. gigas*. La prima è consistita in un debole segnale di tossicità a 60 m in direzione SW (B6); *C. gigas* ha invece evidenziato un miglioramento nel controllo K3 e un lieve peggioramento a 250 m a SE (A8).

I risultati del test di bioaccumulo ottenuti nell'inverno 2011 hanno dimostrato un effettivo calo della mobilità della maggior parte dei metalli in esame. In particolare, non è stata confermata la biodisponibilità di vanadio e nichel osservata nella

campagna precedente. In AM SE anche la mobilità di bario e piombo è risultata effettivamente diminuita. Per quanto riguarda il mercurio, la biodisponibilità osservata nell'estate 2010 nei siti di controllo e nel transetto B, non è stata confermata nell'inverno 2011, avendo interessato in misura inferiore rispetto all'estate 2010 soltanto il sedimento prelevato a 60 m verso NE rispetto alla piattaforma (B3). Ciò porta a concludere che il limitato impatto dei lavori di posa della piattaforma sui sedimenti, osservato per alcuni metalli durante le campagne di posa in opera e nel primo survey dopo lavori, si sia quasi del tutto annullato.

Analisi di inquinanti in *Mytilus galloprovincialis* – L'applicazione della batteria di biomarkers ai mitili prelevati nell'inverno 2011 sia in corrispondenza della piattaforma Annamaria B (vicino e lontano dagli anodi sacrificali) che da un sito di controllo ha evidenziato una modesta sindrome di stress negli organismi prelevati presso la struttura. Al momento non sono state osservate alterazioni a livello metabolico, come indicato dai risultati della sopravvivenza all'aria. Diversamente, i test più sensibili condotti per verificare eventuali cambiamenti a livello cellulare e subcellulare negli organismi sentinella hanno riportato diminuzioni di alcuni parametri tra cui la stabilità delle membrane lisosomiali (indice aspecifico di stress) e l'accumulo di lipofuscine (presenza di stress ossidativo). Scarso è apparso, in questa fase iniziale, il rischio genotossico, con valori del test simili a quelli riscontrabili naturalmente su popolazioni di bivalvi prelevati in ambienti marini costieri poco impattati. I livelli intracellulari di lipidi neutri sono risultati omogeneamente distribuiti facendo quindi escludere la presenza di un effetto legato a molecole organiche come IPA e PCB. Al contrario, sia la sintesi di proteine metallo-chelanti (metallotioneine) sia l'accumulo di metalli pesanti nei tessuti dei bivalvi esaminati tende ad evidenziare un significativo seppur modesto effetto biologico correlabile alla presenza di elementi metallici in ambiente marino. In questo primo monitoraggio non è stata evidenziata la presenza di idrocarburi policiclici aromatici né di idrocarburi alifatici nei mitili esaminati.

Analisi ultrastrutturali in *Mytilus galloprovincialis* – I dati di screening eseguiti con microscopia ottica e raffinati da misure SEM hanno evidenziato effetti morfologici moderati e comunque a carico di una minoranza delle sezioni esposte all'inquinamento ambientale. L'effetto, tuttavia, è stato riscontrato sia su esemplari prelevati vicino che lontano dall'anodo sacrificale e ad indicare che gli animali sono

stati oggetto di uno stress dovuto all'impatto ambientale. Le alterazioni morfologiche osservabili non hanno mostrato una marcata preferenza né in termini di organi né di sito di prelievo.

Le misure di spettroscopia FTIR hanno evidenziato, all'interno di un panorama di forte coerenza spettrale, alcune differenze tra i campioni analizzati riscontrabili anch'esse sia sugli esemplari raccolti vicino che lontano dall'anodo sacrificale. In accordo con le indicazioni derivanti dalle analisi di microscopia ottica convenzionale e SEM, anche gli effetti spettroscopici riscontrati non sembrano di grossa entità e almeno alcuni dei marcatori spettroscopici sensibili sono risultati connessi con alterazioni a carico dei gruppi carbossilici (legami C-O e C-H). Pertanto, sembra realistico pensare ad effetti a carico dell'apparato proteico o enzimatico cellulare mediate dallo stress ambientale piuttosto che alla rivelazione diretta di marcatori metallici nei preparati.

Le misure con microscopia AFM hanno evidenziato un modesto grado di destrutturazione tissutale in alcune zone di sezioni analizzate provenienti sia da esemplari VA che LA. In particolare, in due sezioni di esemplari raccolti vicino all'anodo sacrificale sono stati osservati direttamente materiali nanostrutturati di origine esogena. Va precisato che sia le misure di microscopia AFM che quelle di microscopia SEM hanno evidenziato una rilevante presenza di aggregati nanostrutturati di origine endogena in numerose sezioni (specialmente in strutture ghiandolari presenti all'interno delle gonadi di cui si può seguire anche l'evoluzione e la maturazione) e, tuttavia, l'utilizzo accoppiato di misure AFM topografiche con l'analisi di dati di attrito superficiale ha consentito di distinguere in modo inequivoco i pochi casi di nanoparticelle (e, in un caso, di un possibile nanotubo) esogene dai molti aggregati nanostrutturati fisiologici osservati. Sfortunatamente la localizzazione specifica dei nanomateriali è risultata piuttosto periferica nella sezione e non ha consentito una correlazione puntuale tra la presenza degli inquinanti e la struttura locale del tessuto incorporante ma, ciò non di meno, il risultato è di per sé incoraggiante per future osservazioni.

Concludendo, le diverse tecniche applicate hanno fornito un quadro convergente in cui esiste un moderato grado stress ambientale accusato dai molluschi e che è riscontrabile nell'induzione di alcune alterazioni morfologiche piuttosto localizzate e in modulazioni spettroscopiche rilevate all'infrarosso. In questo quadro, l'uso della

microscopia AFM ha consentito di rivelare direttamente materiali nanostrutturati di origine esogena nei tessuti, presenti, per altro, in quantità così ridotte da sfuggire, verosimilmente, ad una diretta osservazione spettroscopica.

Dai risultati raccolti è possibile affermare che l'approccio proposto, basato su mappatura ottica dei campioni, microscopie AFM e SEM congiuntamente a spettroscopia FTIR appare promettente per il proseguo delle investigazioni poiché può fornire un quadro di informazioni complementari capace di combinare un efficace approccio morfologico con informazioni di natura spettroscopica sensibili alla composizione chimica dei preparati.

Contemporaneamente va sottolineato che l'impiego di tecniche di spettroscopia, o di spettro-microscopia con luce di sincrotrone (soprattutto nella regione dei raggi X) sarebbe assai raccomandabile in questo contesto poiché potrebbe costituire, da un lato la naturale evoluzione di questi approcci combinati, e dall'altra rappresenterebbe un metodo realmente innovativo e potenzialmente esaustivo per lo studio di queste tematiche.

Comunità bentonica – Nei sei monitoraggi effettuati (pre-survey, tre campionamenti durante i lavori di posa in opera della piattaforma e primi due survey nella fase di produzione) la maggior parte delle specie rinvenute in tutte le stazioni sono risultate tipiche di fondali limicoli o a granulometria mista (principalmente policheti, crostacei e molluschi). Un discreto numero di taxa è risultato indicatore della presenza di materia organica, categoria ecologica quasi sempre dominante in termini di numero di individui, ma il rinvenimento di questi organismi non ha trovato riscontro con i contenuti di sostanza organica nei sedimenti risultati sempre piuttosto esigui eccetto in corrispondenza delle stazioni AM SE e A5 nel III monitoraggio durante lavori di installazione e nel I post lavori. Una situazione del tutto analoga era stata osservata anche presso la piattaforma Tea, situata più a Nord rispetto ad Annamaria B ma nella medesima tipologia di fondale (Fabi *et al.*, 2006b). Differentemente da quanto riscontrato per Tea, nel caso di Annamaria B le specie sabulicole sono risultate poco numerose nei primi due monitoraggi, nonostante la preponderanza della sabbia nei sedimenti, e tale situazione è stata osservata in tutti i siti inclusi i controlli. Le specie appartenenti a questa categoria ecologica sono aumentate nell'estate 2009 e si sono in generale ridotte a partire dall'inverno 2010,

pur rimanendo le percentuali di sabbia nei sedimenti molto simili in tutti i campionamenti.

Già nel corso del primo monitoraggio effettuato dopo l'inizio dei lavori di posa in opera erano stati osservati alcuni cambiamenti che avevano riguardato in particolare le stazioni campionate nelle strette vicinanze del jacket. Infatti, durante il pre-survey effettuato nell'autunno 2008 la comunità bentonica rinvenuta nell'area successivamente occupata dalla struttura era apparsa piuttosto ricca in termini di numero di individui e di specie, ben diversificata, non essendo presenti taxa preponderanti sugli altri, e simile a quelle osservate sia a 60 m di distanza che nei controlli posti a 1000 m dal sito interessato dalla futura installazione della piattaforma. Nel primo monitoraggio in corso d'opera condotto due mesi dopo, invece, era stato osservato un generale decremento degli indici biologici in corrispondenza della struttura, mentre già a 60 m da essa e ai controlli non si registravano particolari variazioni rispetto al pre-survey, eccetto qualche incremento relativamente, ad esempio, alla Ricchezza specifica totale. Le stazioni a 60 m apparivano inoltre piuttosto omogenee per quanto riguarda sia la maggior parte degli indici suddetti sia le specie principali, che continuavano a rappresentare porzioni esigue dei popolamenti con conseguente elevata diversificazione delle comunità. Al contrario, nelle immediate vicinanze di Annamaria B si era assistito a una preponderanza, seppur non particolarmente accentuata, dei policheti Paraonidae nd. Tali organismi, che vengono classificati dal punto di vista trofico come *deposit-feeders* o *surface-feeders* (Fauchald e Jumars, 1979), sono caratterizzati da una elevata resistenza e, probabilmente, trovavano nel sedimento rimescolato dall'installazione del jacket una maggiore disponibilità di particelle alimentari rispetto alle aree circostanti.

La differenza tra le stazioni vicine ad Annamaria B e quelle poste ad almeno 60 m da essa appariva evidente anche con le curve di dominanza cumulativa.

Nel secondo monitoraggio condotto durante i lavori di posa in opera della piattaforma si è assistito a un incremento generalizzato di densità e Ricchezza specifica, verosimilmente legato al periodo di campionamento (settembre). E' infatti noto che il reclutamento della maggior parte delle specie avviene in primavera-estate. Nonostante un netto recupero rispetto al survey precedente, in corrispondenza del jacket della piattaforma erano stati ancora registrati valori generalmente più bassi di

quelli osservati a 60 m di distanza, risultati invece quasi sempre confrontabili con i controlli. Un'altra modificazione avvenuta nelle immediate vicinanze della struttura aveva riguardato una netta prevalenza del polichete spionide *Minuspio cirrifera*, presente anche in tutti gli altri siti ma in percentuali notevolmente inferiori, concomitante a una riduzione dei paraonidi. *M. cirrifera*, analogamente ai paraonidi, è un *deposit-feeder*, opportunistica e indicatore della presenza di materia organica nei sedimenti; pertanto, in accordo con quanto riportato da Pearce (1970) e da Harvey *et al.* (1998), può verificarsi una forte competizione spaziale tra i due. L'incremento dello spionide in questa fase dei lavori poteva essere legata alla sua velocità riproduttiva e alla sua capacità di colonizzare un habitat disturbato, ad esempio, da eventi di tipo "meccanico" quali quelli che si verificano per la movimentazione dei fondali (Knight *et al.*, 2005).

L'ultimo campionamento condotto durante i lavori di installazione (inverno 2010) è stato caratterizzato da una generale riduzione di tutti gli indici rispetto all'estate 2009, per lo più legata al periodo di campionamento e quindi, alle naturali dinamiche dei popolamenti bentonici. E' però da segnalare che i decrementi maggiori sono avvenuti in corrispondenza della stazione AM SE adiacente al jacket, stesso sito in cui sono state osservate alcune anomalie per quanto riguarda, ad esempio, i metalli pesanti o la materia organica nei sedimenti. Ciò suggerisce che in questa fase i lavori di posa in opera hanno determinato, solo nelle immediate vicinanze della struttura verso SE, un depauperamento del popolamento.

Per quanto concerne gli altri siti, nell'inverno 2010 è stata osservata una buona omogeneità nella struttura dei popolamenti posti attorno alla piattaforma e nei controlli, conseguente a una riduzione di importanza di *M. cirrifera* nelle immediate vicinanze del jacket e di altri taxa che, nel monitoraggio precedente, avevano un certo peso nell'area sino a 60 m di distanza dalla piattaforma (es.: Isopoda nd, *Amphiura chiajei*).

Nel primo campionamento condotto nella fase di produzione di Annamaria B (estate 2010) è stato confermato lo stato di stress nella stazione AM SE, ancora caratterizzata da un forte depauperamento sia in termini di densità che di Ricchezza specifica. Questo sito ha anche presentato il più basso valore di Diversità specifica a causa di una netta prevalenza del polichete *Capitella capitata*, comunemente considerato un indicatore di stress ambientale (Pearson e Rosenberg, 1978; Bustos-

Baez e Frid, 2003), abbondante anche nelle altre tre stazioni adiacenti alla piattaforma e in quella posta a 30 m a SE, dove però gli indici biotici hanno raggiunto valori paragonabili ai controlli. E' da rilevare che un'iniziale depauperamento dell'area immediatamente adiacente alle piattaforme subito dopo la loro installazione e la presenza di specie opportuniste è una situazione comunemente osservata presso impianti di estrazione situati a profondità elevate nel medio e alto Adriatico (Fabi *et al.*, 2002; 2004a; Manoukian *et al.*, 2010). In questo campionamento si è assistito a una cospicua presenza del polichete *Ditrupa arietina* lungo i transetti, risultato nettamente dominante soprattutto in direzione NE-SW (transetto B), rinvenuto per la prima volta in quantità decisamente esigue a partire dall'estate 2009. *D. arietina* è un serpuloideo rivenibile su vari tipi di fondali (da sabbiosi a fangosi a granulometria mista) e a profondità comprese tra 0 e 150 m (Gambi e Giangrande, 1985; Ten Hove e Smith, 1990). La popolazione di questa specie, che appartiene alla Biocenosi dei fondi mobili instabili (Pèrés e Picard, 1964), è molto abbondante durante lo sviluppo di comunità di transizione che avviene a seguito di cambiamenti ambientali.

Nell'inverno 2011 l'importanza di *D. arietina* è aumentata a NE e a NW della piattaforma, rendendo le comunità meno diversificate rispetto ai survey precedenti. Una variazione da sottolineare avvenuta nel II survey post lavori è consistita nella sostituzione di *C. capitata* nei siti posti entro 30 m da Annamaria B da parte di *M. cirrifera*, tornato a rappresentare la prima specie in ordine di importanza nelle immediate vicinanze della struttura. Anche in questo monitoraggio i più bassi valori di densità e Ricchezza specifica sono stati registrati in AM SE, dove sono stati rinvenuti alcuni scarti derivati dai lavori di messa in opera (pezzi di ferro; fig. 4.1). In generale, appare plausibile l'ipotesi secondo cui i popolamenti presenti lungo i transetti non abbiano ancora raggiunto una certa stabilità, avendo presentato variazioni non univoche di densità e Ricchezza specifica, quindi non esclusivamente legati alla stagionalità, e non avendo seguito i cambiamenti registrati presso i siti di controllo.

La valutazione dello stato ecologico dell'ambiente è stata effettuata integrando i dati derivati da tre differenti indici (indice W di Clarke, AMBI e BENTIX), procedura che si ritiene sia corretta poiché, come indicato da Teixeira *et al.* (2007), un indice può enfatizzare una caratteristica ecologica di una determinata specie che viene

invece sottovalutata da un altro. E' da tener presente che l'approccio adottato è del tutto sperimentale, essendo gli indici stati utilizzati prevalentemente in acque marino-costiere; pertanto i risultati che ne derivano non devono essere considerati assoluti, ma possono tuttavia fornire un'utile indicazione per i monitoraggi futuri. Inoltre, sia Borja (indice AMBI) sia Simboura (indice BENTIX) ritengono che i loro indici possano essere applicati anche ai dati di benthos provenienti dalle piattaforme estrattive offshore dell'Adriatico (comunicazioni personali degli Autori). Secondo la procedura adottata, era stato evidenziato, seppure con delle eccezioni, stato complessivamente buono sino al I survey effettuato durante i lavori di installazione, un peggioramento nel II survey DL e un ripristino delle condizioni iniziali nel III DL.



Fig. 4.1 – Inverno 2011. Campione di benthos prelevato dal sito AM SE. Le frecce indicano pezzi di ferro rinvenuti nel campione.

Dopo la conclusione dei lavori di installazione (estate 2010) è stato registrato un peggioramento più o meno consistente da 250 m verso NW sino a 30 m verso SE di Annmaria B, particolarmente evidente in AM SE passata da uno stato buono a uno stato povero, e lungo il transetto B da 60 a 250 m a SW. Tuttavia, la stessa variazione si era verificata anche in tre controlli su quattro e, pertanto, non era attribuibile

esclusivamente alla presenza di Annamaria B e ai lavori appena conclusi. Nell'ultimo monitoraggio si è verificato un miglioramento più o meno accentuato dello stato ecologico in alcuni siti del transetto A, in AM NW, AM SE e in un controllo (K2) e un peggioramento nel tratto NE del transetto B, determinato essenzialmente dalla dominanza di *D. arietina*, specie a strategia r considerata opportunista di I ordine dall'indice BENTIX.

Comunità ittica – Data la tempistica della fine dei lavori di installazione della piattaforma, terminati nel luglio 2010, al fine di avere una serie di dati ottimale dal punto di vista temporale si è ritenuto più opportuno iniziare questa tipologia di indagini a partire dal gennaio 2011. Tuttavia, per ottenere alcune informazioni sulla distribuzione della fauna ittica nell'area attorno ad Annamaria B nel periodo immediatamente successivo alla fine delle operazioni di perforazione e posa in opera nel quadrimestre settembre-dicembre 2010 erano stati condotti due survey con metodologia acustica mobile (Multibeam Echosounder; MBES), commentati in Fabi *et al.*, 2011.

Per quanto concerne invece il I semestre 2011, al fine di avere una visione più ampia della comunità ittica, come già detto a partire da gennaio sono stati condotti parallelamente campionamenti di pesca con rete tremaglio e survey con metodologia acustica tramite MBES.

In linea con monitoraggi pregressi effettuati in Adriatico settentrionale presso altre strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004a; 2004b; 2005b; 2006a) e con alcuni studi condotti in altre aree (Stanley e Wilson, 1990; 1997; Schroeder *et al.*, 1999; Love *et al.* 2005; Løkkerborg *et al.*, 2002), i campionamenti di pesca effettuati attorno ad Annamaria B hanno mostrato valori di Ricchezza specifica sempre superiori presso la piattaforma rispetto ai due siti di riferimento per l'intero periodo d'osservazione (gennaio - giugno 2011). Anche i rendimenti di pesca sono risultati maggiori presso il sito di estrazione rispetto a quelli di controllo, con valori di abbondanza decisamente superiori presso Annamaria B, benché oscillanti durante il periodo d'indagine e, in termini di biomassa, confrontabili ai valori ottenuti presso il Controllo 1 nei mesi di febbraio e marzo.

L'effetto attrattivo esercitato dalla piattaforma Annamaria B sulla fauna ittica, risultato evidente durante tutto il semestre, è imputabile a vari fattori, quali ad esempio la maggiore disponibilità di risorse alimentari, la riduzione del rischio di

predazione rispetto al mare aperto (Bohnsack et al., 1991) o il possibile effetto tigmotropico generato dai piloni sommersi della struttura estrattiva che possono determinare elevate concentrazioni di organismi.

Come già descritto in precedenza presso la piattaforma sono state catturate in maniera esclusiva numerose specie, appartenenti a tutti e tre i gruppi sistematici (pesci, crostacei e molluschi). In particolare, sono state catturate specie che presentano un'elevata affinità per i substrati duri quali il crostaceo *P. elephas* e i pesci bentonici *M. surmuletus*, *S. porcus*, i necto-bentonici *D. sargus sargus*, *D. vulgaris*, *S. aurata*, *S. cantharus* e il pelagico *S. sphyraena*. Da notare che le specie appartenenti al genere *Scorpaena* sono specie bentoniche caratteristiche dei fondali rocciosi che sfruttano la grande disponibilità di prede e rifugi presente nella porzione più profonda della piattaforma, come evidenziato analogamente presso le piattaforme Barbara NW, Calipso, Annalisa, Clara Est (Fabi et al., 2003; 2004a; 2006a; 2010b), ubicate più a Sud rispetto Annamaria B, a profondità comprese tra 40 m e 75 m. Una situazione simile è stata riscontrata anche presso alcune strutture offshore situate nel Golfo del Messico (Hastings et al., 1976; Sonnier et al., 1976) e nel Sud della California (Carlisle et al., 1964; Love e Westphal, 1990; Love et al., 1994; 2005), dove è stata accertata una notevole colonizzazione di esemplari adulti di scorpeniformi del genere *Sebastes*.

Presso la piattaforma sono state censite anche numerose specie ittiche parzialmente attratte dai substrati duri, di cui la maggior parte assenti ai controlli. Tra queste degna di nota è la cattura di *T. picturatus*, specie fino ad ora mai censita nello studio della comunità ittica associata a piattaforme dell'Adriatico centro-settentrionale.

Anche nei siti di riferimento sono state catturate specie attratte dai substrati duri, quali *H. gammarus* e *S. scrofa* al Controllo 1 e *O. vulgaris* e *S. notata* al Controllo 2. Tuttavia, le prime tre sono state osservate esclusivamente nelle catture di maggio e la quarta solo a gennaio e aprile, mentre in piattaforma le catture sono apparse più costanti.

Prendendo in considerazione l'indagine acustica condotta parallelamente alle pesche sperimentali, sebbene risulti difficile associare i dati di cattura raccolti nei pressi di Annamaria B con rete tremaglio con quelli registrati con il MBES, è plausibile supporre che vi sia una certa corrispondenza tra i dati raccolti tramite le due metodologie d'indagine. Sulla base dei dati raccolti e di alcune pubblicazioni

scientifiche riguardanti l'etologia delle specie ittiche è possibile affermare che i banchi individuati negli strati più superficiali della colonna d'acqua siano costituiti principalmente da specie pelagiche, mentre i banchi più vicini al fondo potrebbero essere rappresentati sia da specie necto-bentoniche che pelagiche (Cognetti *et al.*, 1998; Fabi *et al.*, 2004b). In particolare, piccole specie pelagiche quali *E. encrasicolus*, *S. pilchardus* e *S. aurita*, che, date le caratteristiche tecniche del tremaglio vengono catturate in maniera esigua, potrebbero invece risultare molto abbondanti se indagate con MBES. Nello specifico, nella composizione delle catture ottenute tramite rete sono inserite tutte queste specie appartenenti ai piccoli pelagici, sebbene rappresentate da pochi esemplari a causa della selettività dell'attrezzo. Considerando che tutti i survey acustici sono stati svolti all'incirca durante lo stesso arco temporale della giornata (dalle 12:00 alle 16:00 circa), è necessario tenere in considerazione le abitudini etologiche di queste specie fortemente gregarie che non hanno alcuna affinità nei confronti dei substrati duri naturali e/o artificiali e che solitamente formano densi banchi compiendo migrazioni verticali nell'arco della giornata (Azzali, 1980; Azzali *et al.*, 1983; Balteza, 1985; Tudela e Palomera, 1997; Plounevez e Champalbert, 1999; 2000). Di norma, durante le ore diurne tali specie si riuniscono in banchi che scendono verso gli strati d'acqua più profondi, sia per trovare nutrimento sia per sfuggire ai predatori (Pitcher, 1986), mentre durante le ore notturne, e soprattutto nella stagione riproduttiva, gli individui maturi salgono sopra il termoclino per rilasciare i gameti. Inoltre, esiste una stretta relazione fra 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 uniscono portandosi verso il fondo (Mužinić, 1964; Azzali *et al.*, 1985).

Sulla base di quanto appena riportato, i banchi rilevati a maggiori profondità e a una certa distanza dalla piattaforma (ad esempio il n. 1 e 62 nel campionamento di gennaio) potrebbero essere quindi composti anche da piccoli pelagici non attratti dalla struttura (*E. encrasicolus* e *S. aurita*).

Le aggregazioni evidenziate in acque superficiali (ad esempio la n. 5, 7, 14, 18, e 20 nel campionamento di maggio) potrebbero includere principalmente specie pelagiche attratte e parzialmente attratte come ad esempio *B. boops*, viste le consistenti catture ottenute parallelamente con le reti.

Negli strati d'acqua più vicini al fondo è possibile che siano state rilevate anche specie necto-bentoniche che possono formare banchi di varie dimensioni ed essere attratte o parzialmente attratte dalla struttura come *D. vulgaris*, *S. aurata*, *S. cantharus*, *T. minutus capelanus*, *P. bogaraveo*, e *P. erythrinus*, anch'esse presenti nelle catture con reti. Tali specie potrebbero essere state rilevate in profondità nei pressi della piattaforma, come ad esempio i banchi n. 38-48 a gennaio, n. 33-37 a febbraio, n. 29-34 ad aprile e n. 55-57 a giugno. Al contrario, come già osservato per i piccoli pelagici, una specie necto-bentonica gregaria non attratta come *Merlangius merlangus* (esclusiva delle catture di aprile e maggio) potrebbe essere stata rilevata in profondità, ma non necessariamente in prossimità della struttura (ad esempio i banchi n. 1-24, n. 38 e n. 40-43 nel campionamento di aprile).

Rilevamento di cetacei e tartarughe marine - Nel periodo di pre-survey e di installazione della piattaforma Annamaria B nell'area in esame non sono stati avvistati né cetacei né tartarughe marine. Nel periodo successivo alla posa della struttura (agosto 2010 - giugno 2011), invece, sono stati avvistati esemplari di *Tursiops truncatus* in quattro occasioni, in due delle quali (24/08, ore 16:30; 26/08, ore 08:30) i piccoli branchi, coposti da 5-7 esemplari, si trovavano in navigazione rispettivamente a 1,4 e a 10 km di distanza dalla piattaforma. Nel terzo avvistamento (24/08, ore 17:00), invece, sono stati osservati 7 esemplari di tursiopi nelle vicinanze di Annamaria B che, verosimilmente, si trovavano ad effettuare una battuta di caccia come suggerito dal loro nuoto circolare attorno alla struttura. Un ulteriore avvistamento è avvenuto nell'aprile 2011.

E' pertanto presumibile che la presenza della piattaforma non interferisca con le rotte di questi mammiferi marini e che anzi, grazie alla maggiore concentrazione di specie ittiche, possa rappresentare una fonte di cibo più facilmente disponibile rispetto ad aree di mare aperto.

5. BIBLIOGRAFIA

- Aebi H. 1974. Catalase. Pagg. 671-684, in: Bergmeyer H.U. (Ed.), *Methods on enzymatic analysis*. Academic Press, London.
- Amiard J.C., C. Amiard-Triquet, B. Berthet, Mètaer C. 1987. Comparative study of the patterns of bioaccumulation of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) trace metals in various estuarine and costal organisms. *J.Exp. Mar.Biol.Ecol.*, 106: 73-89.
- Amouroux J.M. 1974. Etude des peuplements infralittoraux de la côte du Roussillon. *Vie Milieu*, 24 (1) sèr. B: 209-222.
- APAT. 2003. *Metodi Analitici per le Acque*. Manuali e Linee Guida 29/2003. 3 Voll.
- Artegiani A. 1996. *Temperature and salinity measurements of seawaters, Handbook of method protocols*. MAST II Mediterranean Targeted Project. 34 pp.
- 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-o4-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.
- Banni M., Dondero F., Jebali, J., Guerbej H., Boussetta H. and Viarengo, A. 2007. Assessment of heavy metal contamination using real-time PCR analysis of mussel metallothionein mt10 and mt20 expression: a validation along the Tunisian coast. *Biomarkers*, 12 (4): 369 – 383.
- 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., Ferriera J.G., Franco A., Marques J.C., Melo J.J., Nobre A., Ramos L., Reis C.S., Salas F., Silva M.C., Simas T., Wolff W. 2004. *Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters*. Instituto da Agua.

Instituto do Mar, Lisbon.

- Bianchi C.N., Ceppodomo I., Galli C., Sgorbini S., Dell'Amico F., Morri C. 1993. Benthos dei mari toscani. I: Livorno – Isola d'Elba (Crociera ENEA 1985). *ENEA Arcipelago Toscano – Serie Studi Ambientali*: 263-291.
- Bocchetti R., Regoli F. 2006. Seasonal variability of oxidative biomarkers, lysosomal parameters, metallothioneins and peroxisomal enzymes in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* from Adriatic Sea. *Chemosphere*, 65 (6): 913-921.
- Bohnsack J.A., Jhonson D.L., Ambrose R.F. 1991. Ecology of artificial reef habitats and fishes. Pages 61-108, in Seaman W.J., Sprague L.M. (Eds.), *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press. San Diego, California.
- Bolognesi C., Fenzilli G., Lasagna C., Perrone E., Roggeri P., 2004. Genotoxicity biomarkers in *Mytilus galloprovincialis* wild versus caged mussels. *Mut. Res.*, 552, 153-162.
- Bolognesi C., Rabboni R., Roggeri P. 1996. Genotoxicity biomarkers in *M. galloprovincialis* as indicators of marine pollutants. *Comp. Biochem. Physiol.*, 113C (2): 319-323.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 55 (2-3): 559-580.
- Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1)*. AZTI-Tecnalia. 13 pp.
- Borja A., Franco J., Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment. *Mar. Poll. Bull.*, 40 (12): 1100-1114.
- Bourcier M., Nodot C., Jeudy De Grissac A., Tine J. 1979. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). *Tethys*, 9: 103-112.
- Bourg A.C.M. 1988. Metal in aquatic and terrestrial systems: Sorption, speciation, and mobilization. Pagg. 3-32, in: Salomons W., Forstner U. (Eds.), *Chemistry and biology of solid waste*. Berlin, Springer-Verlag.
- Bradford M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72 (1-2): 248-254.
- Brunetti R., Gabriele M., Valerio P., Fumagalli O. 1992. The micronucleus test: temporal pattern of base-line frequency in *Mytilus galloprovincialis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 83: 75-78.
- Brunk U., Terman A. 2004. Lipofuscin. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* Volume 36, Issue 8, Pages 1400–1404.
- Bryan G.W., Gibbs P.E. 1987. Polychaetes as indicators of heavymetal availability in marine deposits. Pagg 37-49, in: Capuzzo J.M. Kester D.R. (Eds.), *Oceanic Processes in Marine Pollution*, Krieger Publishing Company, Malabar, FL.
- Bryan G.W., Langston W.J. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special references to UK estuaries: a review. *Environ. Pollut.*, 76: 89-131.
- Buchner T., Oescheger D.A., Theede H. 1996. Aspects of antioxidant status in the polychaete *Arenicola marina*: tissue and sub cellular distribution and reaction to environmental hydrogen peroxide and elevated temperatures. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 143:

- 141-150.
- Bustos-Baez S., Frid C. 2003. Using indicator specie to assess the state of macrobenthic communities. *Hydrobiologia*, 496: 299-309.
- Carlisle J.G.Jr., Turner C.H., Ebert E.E. 1964. *Artificial habitat in the marine environment*. California Department of Fish and Game, Fish Bulletin, 124. 93 pp.
- Cerniglia C. E. 1992. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Biodegradation*, 3: 351-368.
- Carro N., Cobas J., Maneiro J. 2006. Distribution of aliphatic compounds in bivalve mollusks from Galicia after the Prestige oil spill: Spatial and temporal trends. *Environ. Res.*, 100 (3): 339-348.
- Chang B.V., Chang S.W., Yuan S.Y. 2003. Anaerobic degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in sludge. *Adv. Environ. Res.*, 7: 623-628.
- 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.
- Cognetti G., Sarà M., Magazzù G. 1998. *Biologia Marina*. Edizioni Calderini. 596 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.
- Dailianis S., Domouhtsidou G.P., Raftopoulou E., Kaloyianni M., Dimitriandis V.K. 2003. Evaluation of neutral red retention assay, micronucleus test, acetylcholinesterase activity and signal transduction molecule (cAMP) in tissues of *Mytilus galloprovincialis* (L.), in pollution monitoring. *Mar. Environ. Res.*, 56: 443-470.
- Degobbis D., Gilmartin M. 1990. Nitrogen, phosphorus, and biogenic silicon budgets for the northern Adriatic Sea. *Oceanol. Acta*, 13: 31-45.
- de Zwaan A., de Kock W.C. 1988. The development of a general biochemical stress index. *Mar. Environ. Res.*, 24: 254-255.
- de Zwaan A., Wijsman T.M.C. 1976. Anaerobic metabolism in bivalvia (Mollusca). Characteristics of anaerobic metabolism. *Comp. Biochem. Physiol.*, 54B: 313-323.
- Dondero F., Piacentini L., Banni M., Reselo M., Burlando B., Viarengo A. 2005. Quantitative PCR analysis of two molluscan metallothionein genes unveils differential expression and regulation. *Gene*, 345: 259-270.
- Donnini F., Dinelli E., Sangiorgi F., Fabbri E. 2007. A biological and geochemical integrated approach to assess the environmental quality of a coastal lagoon (Ravenna, Italy). *Env. Int.*, 33 (7): 919-928.
- Dunnnett C.W. 1955. Multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. *J. Amer. Statist. Assoc.*, 50: 1096-1121.
- EC. 2003. *Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the processes on the intercalibration exercise*. CIS Working Group 2.5 (Intercalibration), Common Implementation Strategy of the Water Framework Directive, European Commission. 54 pp.

- Eertman R.H.M., de Zwann A. 1994. Survival of the fittest: resistance of mussels to aerial exposure. Pagg. 269-284, in: Kramer (Ed.), *Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries*. CRC Press, Boca Raton.
- EPA. 1993. *Guidance manual, Bedded sediment Bioaccumulation Tests*. EPA/600/R-93/183. 246 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., Grati F., De Ranieri S., Nasci C., Punzo E., Spagnolo A. 2011. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma – indagine durante la fase di produzione (II semestre 2010)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 225+XLIII pp.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005b. *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., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Regina. III anno di indagine. Rapporto finale*. Rapporto Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228+XLIX pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. II survey durante le operazioni di installazione (settembre 2009). Indagini idrologiche, fisiche e chimiche dei sedimenti, ecotossicologia e indagini sulla comunità bentonica*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 117 + XX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000–2002)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228+XLIX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Panfili M. 2002. *Servizi di monitoraggio ambientale Calpurnia. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2000–2001)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 65+IX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di 3 anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 235 + XXXVII pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di 3 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., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006a. *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., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio*

- ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi "Porto Corsini Mare Sud I (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., Bolognini L., De Ranieri S., Marini M., Nasci C., Spagnolo A. 2009. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. III anno di monitoraggio dopo la posa in opera – Rapporto semestrale (Luglio - Dicembre 2007). Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XLVI pp.*
- Fabi G., De Ranieri S., Marini M., Spagnolo A. 2006b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea – Pre-survey (2006). Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 64 + XXIV 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., Grati F., Puletti M., Scarcella G. 2004b. Effects on fish comunità induced by the installation of two gas platforms (Adriatic sea). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 273: 187-197.
- Fattorini D., Notti A., Di Mento R., Cicero A.M., Gabellini M., Russo A., Regoli F. 2008. Seasonal, spatial and inter-annual variations of trace metals in mussels from the Adriatic sea: a regional gradient for arsenic and implications for monitoring the impact of off-shore activities, *Chemosphere* 72: 1524–1533.
- Fauchald K., Jumars P.A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-284.
- 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.*
- Gambi M.C., Giangrande A. 1985. Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Oebalia*, 11: 223-240.
- Gomiero A., Da Ros L., Meneghetti F., Nasci C., Spagnolo A., Fabi G. 2011. Integrated use of biomarkers un mussels *Mytilus galloprovincialis* for assessing off-shore gas platforms in the Adriatic Sea: results of a two-year biomonitoring program. *Mar. Poll. Bull.*, 62 (11): 2483-2495.
- Gorbi S., Lamberti C.V., Notti A., Benedetti M., Fattorini D., Moltedo G., Regoli F. 2008. An ecotoxicological protocol with caged mussels, *Mytilus galloprovincialis*, for monitoring the impact of an offshore platform in the Adriatic sea. *Mar. Environ. Res.*, 65 (1): 34-49.
- Harvey M., Gauthier D., Munro J. 1998. Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the Anse h Beaufils, Baie des Chaleurs, Eastern Canada. *Mar. Poll. Bull.*, 36 (1): 41-55.
- Hastings R.W., Ogren L.H., Mabry M.T. 1976. Observations on the fish fauna associated with offshore platforms in the north-eastern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 74 (2): 387-401.
- Heddle J.A., Cimino M.C., Hayashi M., Romagna F., Shelby M.D., Tucker J.D., Vanparrys Ph., McGregor J.T. 1991. Micronuclei as an index of cytogenetic damage: past, present and future. *Environ. Molec. Mutag.*, 18: 277-291.
- Higuchi R., Fockler C., Dollinger G., Watson R. 1993. Kinetic PCR analysis: real-time monitoring of DNA amplification reactions. *Biotechnology (NY)*, 11 (9): 1026-1030.

- ICRAM. 2001. *Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)*.
- ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.
- ISO. 2005. *Water quality - determination of acute toxicity of marine or estuarine sediment to amphipods*. ISO 16712:2005(E). 15 pp.
- Jenkins K.D., Howe S., Sanders B.M., Norwood C. 1989. Sediment deposition, biological accumulation and subcellular distribution of barium following drilling of an exploratory well. Pagg. 587-608, in: Engelhardt F.R., Ray J.P., Gillam A.H. (Eds.), *Drilling Wastes*. Elsevier Applied Sciences, London.
- Knight E., McLellan C., Singer L.T. 2005. *Assessment of benthic recovery in the Western Gulf of Maine Closed Area*. Final report for the National Marine Fisheries Service, Cooperative Research Partern Program. 35 pp.
- Kusk K.O., Wollenberger L. 1999. Fully defined saltwater medium for cultivation of and toxicity testing with the marine copepod *Acartia tonsa*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 18: 1564-1567.
- Kusk K.O., Wollenberger L. 2007. Towards an internationally harmonized test method for reproductive and developmental effects of endocrine disrupters in marine copepods. *Ecotoxicology*, 16: 183-195.
- Langston W.J. 1980. Arsenic in U.K. estuarine sediments and its availability to benthonic organisms. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 60: 869-881.
- Langston W.J. 1984. Availability of arsenic to estuarine and marine organisms: A field and laboratory evaluation. *Mar Biol.*, 80: 143-154.
- Lee H. 1998. *Methods for Assessing Sediment Bioaccumulation in Marine/Estuarine Benthic Organisms*. National Sediment Bioaccumulation Conference. U.S. EPA: 11-23.
- Lima I., Moreira S. M., Rendón-Von Osten J., Soares A.M.V.M., Guilhermino L. 2007. Biochemical responses of the marine mussel *Mytilus galloprovincialis* to petrochemical environmental contamination along the north-western coast of Portugal. *Chemosphere*, 66 (7): 1230-1242.
- Livakk.J., Schmittingen T.D. 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ CT. *Method. Methods*, 25: 402-408.
- Livingstone D.R. 1991. Organic xenobiotici metabolism in marine invertebrates. *Adv. Comp. Envir. Phys.*, 7: 45-185.
- 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 Journ. of Mar. Sci.*, 59: 294-299.
- Losso C., Picone M., Arizzi Novelli A., Delaney E., Ghetti P.F., Volpi Ghirardini A. 2007. Developing toxicity scores for embryotoxicity tests on elutriates with the sea urchin *Paracentrotus lividus*, the oyster *Crassostrea gigas* and the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 53: 220-226.
- Love, M. S., Caselle J., Snook L. 2000. Fish assemblages around seven oil platforms in the Santa Barbara Channel area. *Fish. Bull.*, 98: 96-117.
- Love M.S., Westphal W. 1990. Comparison of fishes taken by a sportfishing party vessel around oil platforms and adjacent natural reefs near Santa Barbara, California. *Fishery Bulletin*, U.S., 88: 599-605.
- Love M.S., Hyland J., Ebeling A., Herrlinger T., Brooks A., Imamura E. 1994. A pilot studyof the distribution and abundances of rock fishes in relation to natural

- environmental factors at an offshore oil and gas production platform off the coast of southern California. *Bull. Mar. Sci.*, 55 (2-3): 1062-1085.
- Love M.S., Schroeder M.D., Leanz W.H. 2005. Distribution of Boccaccio (*Sebastes paucispinis*) and Cowcod (*Sebastes levis*) around oil platforms and natural outcrops off California with implication for larval production. *Bull. Mar. Sci.*, 77 (3): 397-408.
- Lowe D.M., Fossato V.U., Depledge M.H. 1995. Contaminant-induced lysosomal membrane damage in blood cells of mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Venice Lagoon: an in vitro study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 129: 189-196.
- Lucas A., Beninger P.G. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44: 187-200.
- Luoma S.N., Bryan G.W. 1982. A statistical study of environmental factors controlling concentrations of heavy metals in the burrowing bivalve *Scrobicularia plana* and the polychaete *Nereis diversicolor*. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 15: 95-108.
- Manoukian S., Spagnolo A., Scarcella G., Punzo E., Angelini R., Fabi G. 2010. Effects of two offshore gas platforms on soft-bottom benthic communities (northwestern Adriatic Sea, Italy). *Mar. Env. Res.*, 70 (5): 402-410.
- 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.
- Mersch J., Beauvais M.N., Nagel P. 1996. Induction of micronuclei in haemocytes and gill cells of zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, exposed to clastogens. *Mut. Res.*, 371: 47-55.
- Michel X., Salaun J.P., Galgani F., Narbonne J.F. 1994. Benzo(a)pyrene Hydroxylase activity in the marine mussel *Mytilus galloprovincialis*: a potential marker of contamination by polycyclic aromatic hydrocarbon-type compounds. *Mar. Environ. Res.*, 38: 257-273.
- Moore M.N. 1990. Lysosomal cytochemistry in marine environmental monitoring. *Histochemistry*, 22: 187-191.
- Muxika I., Borja A., Bonne W. 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators*, 5: 19-31.
- Muxika I., Borja A., Bald J. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, 55: 13-29.
- Mužinić R. 1964. Neka opažanja o reagiranju srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) na svjetlo u eksperimentalnim uvjetima. *Acta Adriatica*, 11 (30):219-226.
- Neff J.M. 2002. *Bioaccumulation in marine organisms. Effect of Contaminants from Oil Well Produced Water*. Elsevier Ltd.Oxford UK. 468 pp.
- 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.
- Okumus, I., Stirling, H.P. 1998. Seasonal variations in the meat weight, Condition Index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture*, 159 (3-4): 249-261.
- Onorati F., 1999. Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox in fase solida. La normalizzazione pelitica. *Acqua&Aria*: 83-89.
- Onorati F, Bandini F., Brilli L., Bellaria V., Castiglioni S., Celetti A.M., Comin S., Di Gioia E., Fabbri S., Facchini L., Ferrara M., Guerra R., Leoni T., Lo Re R., Manzo S., Martini

- P., Mascilongo G., Meloni P., Meineri V., Milani S., Molina M., Rossi E., Ruggiero G., Sanguinetti M.S., Tamberlich F., Traldi D., Trichilo S. 2007. Interconfronto nazionale sul test di inibizione della bioluminescenza mediante *Vibrio fischeri*. *Biol. Mar. Medit.*, 14 (1): 87-91.
- Ottaviani E., Franceschini C. 1997. The invertebrate phagocytic immunocyte: clues to a common evolution of immune and neuroendocrine system. *Immunology Today*, 18: 169-174.
- Pampanin D.M., Camus L., Gomiero A., Marangon I., Volpato E., Nasci C. 2005. Susceptibility to oxidative stress of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) in the Venice Lagoon (Italy). *Mar. Poll. Bull.*, 50: 1548-1557.
- Pearce J.B. 1970. The effects of solid waste disposal on benthic communities in the New York Bight, *FAO Technical Conference on Marine Pollution and its effects on Living Resources and Fishing, Rome MP/70/E-99* (1970) (Mimeographed). 12.
- Pearson T.H., Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 16: 229-311.
- Pèrès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoume*, 31 (47). 137 pp.
- Petrovic S., Semencic L., Ozetic B., Orzetic M. 2004. Seasonal variations of physiological and cellular biomarkers and their use in the biomonitoring of north Adriatic coastal waters (Croatia). *Mar. Poll. Bull.*, 49 (9-10): 713-720.
- Pianka E.R. 1970. On r- and k-selection. *Amer. Nat.*, 104: 592-597.
- Picone M. 2006. *Using a set of bioassays for monitoring sediment quality in the Lagoon of Venice*. Ph.D. thesis, Ca' Foscari University of Venice. 197 pp.
- Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Pubbl., 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*. Pubbl. 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.
- Porte C., Solè M., Albaiges J., Livingstone D.R. 1991. Responses of mixed-function oxygenase and antioxidant enzymes system of *Mytilus* sp. to organic pollution. *Comp. Biochem. Physiol.*, 100: 138-186.
- Regoli F., Principato G.B., Bertoli E., Nigro M., Orlando E. 1997. Biochemical characterization of the antioxidant system in the scallop *Adamussium colbecki*, a sentinel organism for monitoring the Antarctic environment. *Polar Biol.*, 17: 251-258.
- Reimer K.J., Thompson J.A. 1988. Arsenic speciation in marine interstitial water. The occurrence of organoarsenicals. *Biochem.*, 6: 211-237.

- Richard F.C., Bourg A.C.M. 1991. Aqueous geochemistry of chromium: a review. *Wat. Res.*, 25: 807-816.
- Rinelli P., Spanò N. 1997. Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi di ambienti detritici insulari. *Biol. Mar. Medit.*, 4: 440-442.
- Salen-Picard C. 1985. Indicateurs biologiques et sedimentation en milieu circalitoral Mediterranéen. *Rapp. p. v. Réu. Comm. Int. pour l'Explor. Sci. Mer Médit.*, 29: 5.
- Schroeder D. M., Ammann J. A., Harding, L. A., MacDonald W., Golden. T. 1999. Relative habitat value of oil and gas production platforms and natural reefs to shallow water fish assemblages in the Santa Maria Basin and Santa Barbara Channel, California. *Proc. Fifth Calif. Islands Symp.*: 493-498.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Mediterr. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- Simboura N., Panayitodus P., Papathanassiou E. 2005. A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean Ecoregion: the case of Saronikos Gulf. *Ecol. Ind.*, 5: 253-266.
- Sjölin A.M., Livingstone D.R. 1997. Redox cycling of aromatic hydrocarbon quinones catalysed by digestive gland microsomes of the common mussel (*Mytilus edulis* L.). *Aquat. Toxic.*, 38: 83-99.
- Sonnier F., Teerling J., Dickson H. 1976. Observations on the Offshore Reef and Platform Fish Fauna of Louisiana. *Copeia*, 1976 (1): 105-111.
- 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 associated with a petroleum platform in the northern gulf of Mexico. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 1166-1176.
- Stopper H., Müller S.O. 1997. Micronuclei as biological endpoint for genotoxicity: a minireview. *Toxicology in vitro*, 11: 661-667.
- 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.
- Ten Hove H.A., Smith R.S. 1990. A redescription of *Ditrupa gracillina* Grube, 1878 (Polychaeta, Serpulidae) from Indo-Pacific, with a discussion of the genus. *Records of Australian Museum*, 42: 101-118.
- Tudela S., Palomera I. 1997. Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 160:121-134.
- UNI EN ISO. 2000. *Saggio di inibizione della crescita di alghe marine con Skeletonema costatum e Phaeodactylum tricorutum*. UNI EN ISO 10253:2000. 14 pp.
- UNESCO. 1983. *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*. Tech. Pap. Mar. Sci., 44. 53 pp.
- UNESCO. 1988. *The acquisition, calibration, and analysis of CTD data*. Tech. Pap. Mar. Sci., 54. 59 pp.

- USEPA. 1991. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms -Section 14- Green alga Selenastrum capricornutum growth test - Method 1003.0*. EPA/600/4-91/002. 334 pp.
- USEPA. 1995. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluent and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms*. EPA/600/R-95/136. 15 pp.
- Viarengo A., Canesi L., Pertica M., Marcinelli G., Accomando R., Smaal A.C., Orunesu M. 1995. Stress on stress response: a simple monitoring tool in the assessment of a general stress syndrome in mussels. *Mar. Environ. Res.*, 39: 245-248.
- Viarengo A., Lowe D., Bolognesi C., Fabbri E., Koehler A. 2007. The use of biomarkers in biomonitoring: a 2-tier approach assessing the level of pollutant-induced stress syndrome in sentinel organisms. *Comp. Biochem. Physiol.*, 146C: 281-300.
- Walne P.R. 1976. Experiments on the culture in the sea of the Butterfish *Venerupis decussata* L. *Aquaculture*, 8: 371-381.
- 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.
- Wright S.W., Jeffrey S.W., Mantoura R.F.C., Llewellyn C.A., Bjornland T., Repeta D., Welschmeyer N. 1991. Improved HPLC method for the analysis of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 77: 183-196.
- 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., Chadjianestis I., Lantzoumi M., Simboura M., Sklivagou E., Arvanitakis G. 2004a. The Eurobulker oil spill: mid-term changes of some ecosystem indicators. *Mar. Poll. Bull.*, 48: 12-131.
- Zenetos A., Bellou N., Abousamra F. 2004b. The use of BENTIX in Assessing Ecological Quality of coastal waters across the Mediterranean. *Proceedings of an international workshop on the promotion and use of benthic tools for assessing the health of coastal marine ecosystems*. Intergovernmental Oceanographic Commission. Workshop Report n. 195.: 19-22.

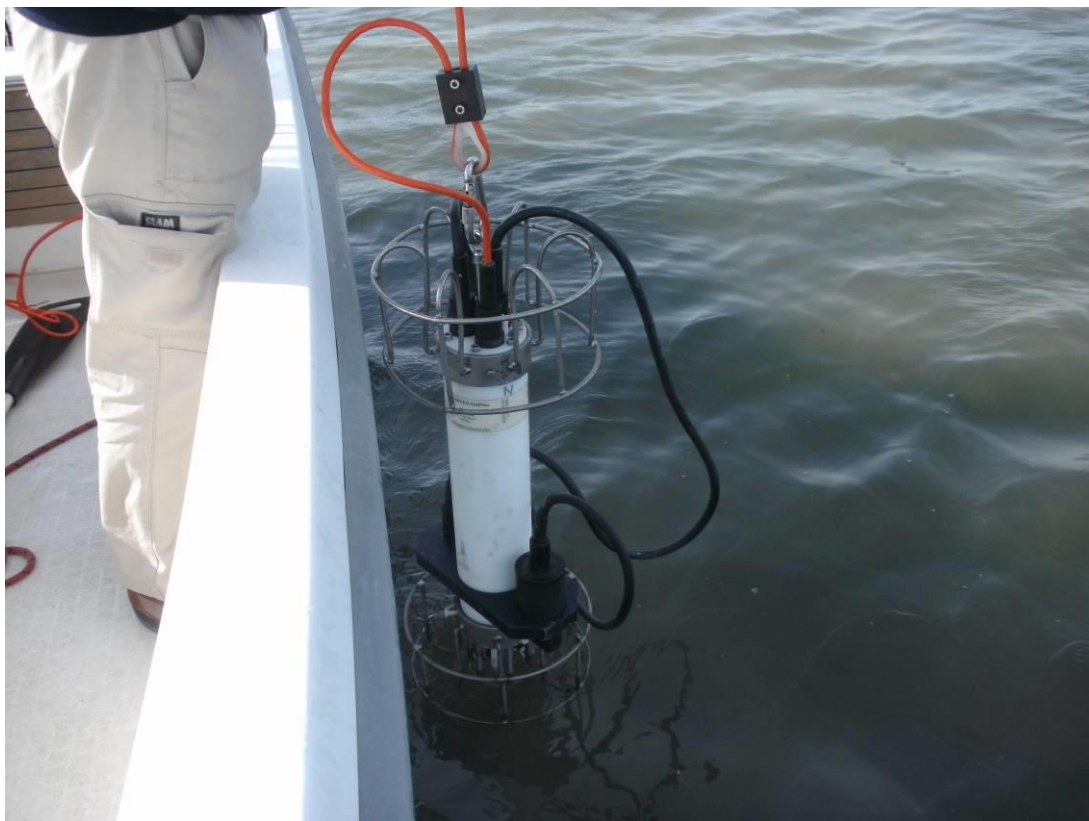
ALLEGATO A

SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

UTILIZZATA NELLE INDAGINI

INDAGINI IDROLOGICHE

A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD OS316plus



CTD: Idronaut *Ocean Seven 316plus* equipaggiata con i seguenti sensori:

Sensore	Costruttore	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione *
Temperatura	Idronaut	$\pm 0,003$ °C	-3 – +50°C	della casa
Conducibilità	Idronaut	$\pm 0,003$ mS cm ⁻¹	0 – 64 mS cm ⁻¹	della casa
Pressione	Idronaut	$\pm 0,1\%$ f.s.	0 – 200 dbar	in campo
Ossigeno	Idronaut	$\pm 0,1$ ppm $\pm 1\%$ sat	0 – 50 ppm 0 – 500 %sat	in campo
Fluorimetro	Seapoint	$\pm 0,01$ µg l ⁻¹	0,02 : 100 µg l ⁻¹	della casa
Torbidimetro	Seapoint	$\pm 0,01$ NTU	0,05 : 100 NTU	della casa

A1-II CORRENTOMETRO RCM7



Strumento	Costruttore	Modello	Sensore	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
Correntometro	Aanderaa	RCM 7	Velocità	$\pm 1 \text{ cm s}^{-1}$	2-295 cm s^{-1}	della casa
			Direzione	$\pm 5^\circ$	5-100 cm s^{-1}	della casa
			Pressione	$\pm 0,5\%$	0-3000 psi	della casa
			Conducibilità	$\pm 0,1 \text{ mmho cm}^{-1}$	0-74 mmho cm^{-1}	della casa
			Temperatura	$\pm 0,05^\circ\text{C}$	-0,34-32,17 $^\circ\text{C}$	della casa

A1-III CORRENTOMETRO Aquadopp



Correntometro Aquadopp (nell'immagine a destra montato sull'apposito supporto utilizzato per l'installazione sulla catena correntometrica).

Strumento	Costruttore	Modello	Sensore	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
Correntometro acustico	Nortek	Aquadopp	Velocità	1% del valore misurato $\pm 0,5 \text{ cm s}^{-1}$	0-500 cm s^{-1}	della casa
			Bussola	$\pm 2^\circ$	0-360 $^\circ$	in campo
			Pressione	$\pm 0,25\%$	0-200 m	in campo
			Temperatura	$\pm 0,1^\circ\text{C}$	-4 – 40 $^\circ\text{C}$	della casa

A1-IV Analisi Sali nutritivi - Micromac 1000



Strumento	Costruttore	Modello	Incertezza estesa (secondo Accredia)	Intervallo di misura	Calibrazione
Micromac 1000 – modulo NO3	Systea	1000	0.9 %	2 :200 µg/L come N- NO3	giornaliera
Micromac 1000 – modulo PO4	Systea	1000	2 %	5 :300 µg/L come P- PO4	giornaliera

A1- V Analisi Sali nutritivi - Spettrofotometro UV vis Shimadzu



Strumento	Costruttore	Modello	Incertezza estesa (secondo Accredia)	Intervallo di misura	Calibrazione
Spettrofotometro UV Vis – analisi NO2	Shimadzu	Pharma Spec 1700	2 %	0.2 :200 µg/L come N- NO2	giornaliera
Spettrofotometro UV Vis – analisi SiO2	Shimadzu	Pharma Spec 1700	3 %	10 :1000 µg/L come SiO2	giornaliera

A1- VI Analisi TSM (solidi sospesi totali) – Bilancia analitica Sartorius P210



Strumento	Costruttore	Modello	Sensibilità	Intervallo di misura
Bilancia analitica	Sartorius	P210	0.01 mg	0.01 :200 mg/L

A1- VII Analisi pigmenti clorofilliani- Spettrofotometro UV vis Shimadzu



Strumento	Costruttore	Modello	Incertezza estesa (secondo Accredia)	Intervallo di misura
Spettrofotometro UV Vis – analisi ChL a	Shimadzu	Pharma Spec 1700	2 %	0.1 :100 µg/L
Spettrofotometro UV Vis – analisi ChL b	Shimadzu	Pharma Spec 1700	2 %	0.05 :100 µg/L
Spettrofotometro UV Vis – analisi ChL c	Shimadzu	Pharma Spec 1700	2 %	0.1 :100 µg/L

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



Strumento	Costruttore	Modello	Sensibilità	Capacità
Bilancia elettronica	Gibertini Elettronica S.r.l.	EU 2000	±0,01 g	1000 g

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.

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. L'ultimo controllo ordinario da parte di un Tecnico Perkin Elmer è avvenuto nel giugno 2004.

QUANTIFICAZIONE DEI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI

Prima dell'analisi di ogni metallo viene eseguita una retta di calibrazione (ottenuta per diluizioni successive), idonea alle concentrazioni dei campioni da determinare, mediante l'impiego di soluzioni standard mono o multielemento a concentrazione nota.

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

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 fornetto 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, CROMO, NICHEL, RAME, 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 GAS CROMATOGRAFO GC-MS per la quantificazione delle SOSTANZE ORGANOSTANNICHE

Colonna capillare lunga 20 m e diametro interno di 0,18 mm, con una fase legata di spessore pari a 0,18 μm (DB-5MSUI).

Il rivelatore è uno spettrometro di massa, la rivelazione degli analiti viene effettuata mediante monitoraggio a singolo ione (SIM). L'analisi quantitativa viene eseguita con il metodo della curva di calibrazione nell'intervallo di linearità della risposta. Per ogni composto le curve di calibrazione sono costruite riportando sulle ascisse la concentrazione delle soluzioni standard, impiegate per costruire le stesse curve, e sulle ordinate l'area del picco cromatografico del composto.

1 – Me



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

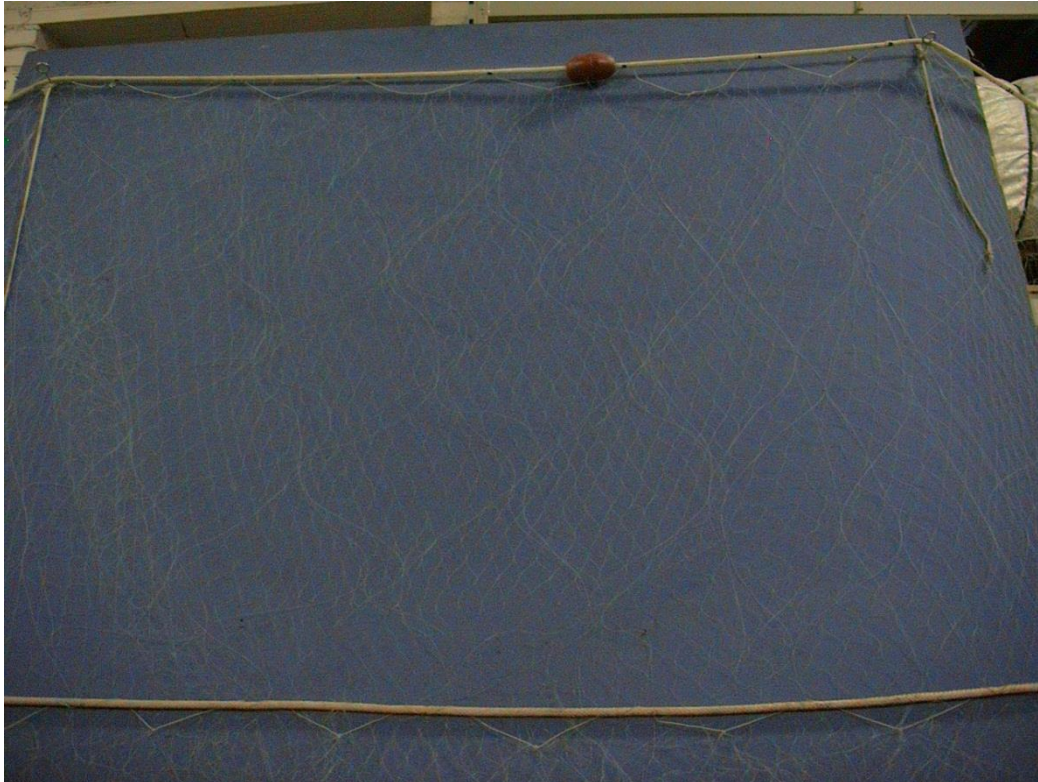


Strumento	Costruttore	Modello	Sensibilità	Capacità
Bilancia elettronica	Mettler	AE 100	$\pm 0,1$ mg	162 g

A4

INDAGINI SULLA COMUNITA' ITTICA

A4-I RETE TREMAGLIO



Lunghezza totale: 500 m

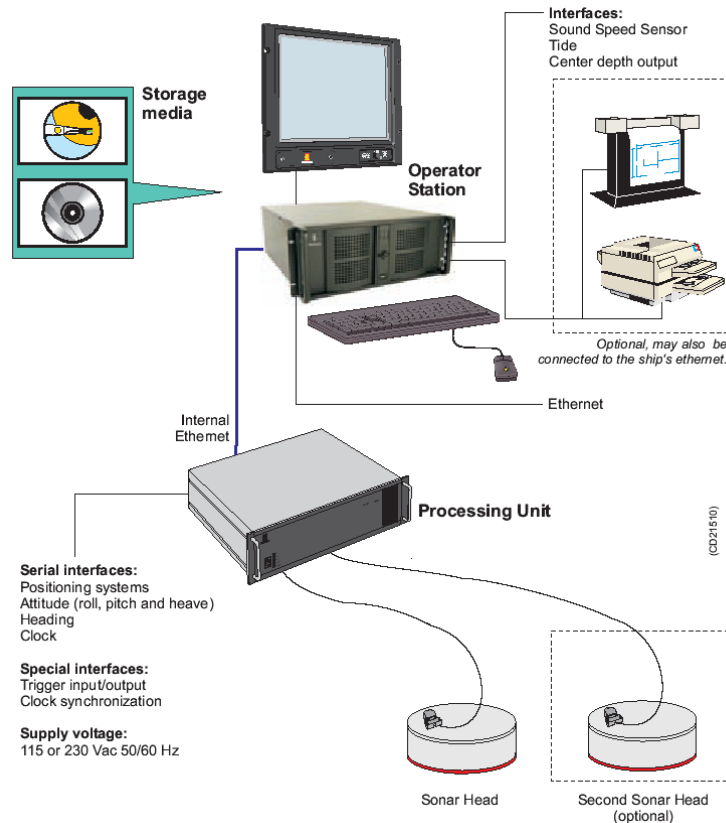
	Pannello interno	Pannello esterno
materiale	Monofilamento di poliammide	Monofilamento di poliammide
altezza (m)	6	3
apertura maglia stirata (mm)	72	400
diametro filo (mm)	0,18	0,30
rapporto di armamento	0,35	0,50

	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.

A5

ACCUMULO E DEGRADAZIONE DEGLI IPA NEI SEDIMENTI

A5-I HPLC

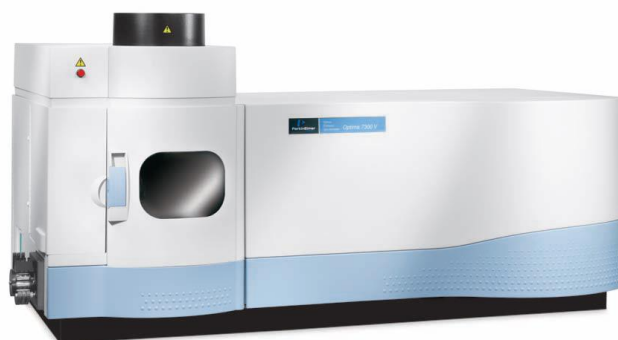


Strumento	Costruttore	Modello	Accuratezza Fluorimetro	Intervallo di misura	Calibrazione
HPLC ULTIMATE 30000	DIONEX	Pompa HPC Detector fluorimetro RF-2000 Colonna C ₁₆ (RF)	± 2,0 nm	200 - 650 nm	giornaliera

A6

RILASCIO E ADSORBIMENTO DI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI

A6-I OPTIMA 7300 V ICP-OES



Spettrofotometro ad emissione atomica al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP) e lettura sequenziale. Generatore multifrequenze nel range 750-1500 W Il sistema di raccolta della radiazione emessa dal plasma è di tipo assiale e radiale. Banda di analisi: 163-782 nm. Gas flusso principale e secondario: Argon gas ultrapuro (flusso 0-20 l/min). Gas stabilizzazione spettrofotometro: Azoto ultrapuro (flusso: 5 l/min).

A6-II AUTOCAMPIONATORE PERKIN ELMER S10



Autocampionatore servoassistito da 96 posizioni con sistema di lavaggio ago in continuo.

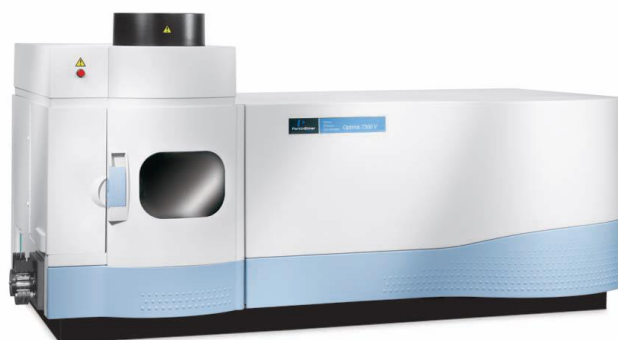
Kit generatore idruri

Camera in teflon per miscelazione campione+ carrier e soluzione NaBH_4 ; capillare di pre-miscelazione in PTFE da 500 μL .

A7

ACCUMULO E DEGRADAZIONE DI SOSTANZE ORGANOSTANNICHE NEI SEDIMENTI

A7-I OPTIMA 7300 V ICP-OES



Spettrofotometro ad emissione atomica al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP) e lettura sequenziale. Generatore multifrequenze nel range 750-1500 W Il sistema di raccolta della radiazione emessa dal plasma è di tipo assiale e radiale. Banda di analisi: 163-782 nm. Gas flusso principale e secondario: Argon gas ultrapuro (flusso 0-20 l/min). Gas stabilizzazione spettrofotometro: Azoto ultrapuro (flusso: 5 l/min).

A8

ANALISI IN *MYTILUS GALLORPVINCIALIS*

A8-I ESTRAZIONE LIQUIDO-SOLIDO A FLUSSO tipo Soxhlet



Materiale: Apparato elevatore, isomantello, pallone da 250 ml, un apparato di Soxhlet con refrigerante apposito, un ditale di carta, pinze e morsetti, due tubi di gomma, moderatore di ebollizione (sfere di pyrex), cilindro graduato da 250 ml, solvente organico d'estrazione, cilindretto graduato da 10 ml, pipette Pasteur, cristallizzatore, piastra riscaldante, ancorotta magnetica, imbuto, tettarelle, cotone, provetta o protettone da 250 ml.

A8-II CROMATOGRAFIA LIQUIDA Waters 996 PDA HPLC System (liquid chromatograph)



TIPO DI STRUMENTO: **Cromatografo per cromatografia liquida ad alte pressioni (HPLC).**

CONSTRUTTORE **Waters**

SERIE **996 PDA**

TIPO DI DETECTOR: **Fluorescenza (Waters® 474 Scanning Fluorescence Detector) e UV-Visibile (rivelatore a serie di fotodiodi Waters® PDA 996)**

VOLUME DI INIEZIONE: **5 µl**

CARRIER: **Acqua/Acetonitrile**

TIPO DI COLONNA: **Supelcosil LC-PAH**

LUNGHEZZA: **25 cm**

DIAMETRO: **4.5 mm**

FASE: **C-18**

PARTICLE SIZE: **5 µm**

INTEGRAZIONE ED ANALISI DEL DATO: **Waters Millennium software®**

A8-IIa SUPELCOSIL™ LC-PAH HPLC Column (colonna per cromatografia liquida ad alte prestazioni-HPLC)



CARATTERISTICHE FISICHE: **5 µm diametro granuli, lunghezza × I.D. 25 cm × 4.6 mm**

MATRICE (supporto): **gel di silice a forma sferica**

(Fase stazionaria): **octadecyl silice**

diametro granuli: **5 µm**

dimensione pori: **120 Å**

A8-III GAS – CROMATOGRAFIA FID (Flame Ionization Detector Perkin Elmer) per l'analisi degli Idrocarburi Alifatici



TIPO DI STRUMENTO: **gas cromatografo**
COSTRUTTORE **Perkin Elmer**
SERIE **GC FID Autosystem**
TIPO DI DETECTOR: **FID (Flame Ionized Detector)**
TECNICA DI INIEZIONE: **Splitless**
VOLUME DI INIEZIONE: **2 µl**
CARRIER: **Elio**
TIPO DI COLONNA: **Capillare**
LUNGHEZZA: **30 metri**
DIAMETRO: **0.2 mm**
FASE: **SOPB-5**
SPESSORE DEL FILM: **0.2 µm**
INTEGRAZIONE ED ANALISI DEL DATO: **Software TotalCrom Perkin Elmer**

A8-IIIa SUPELCO SPB-5

CARATTERISTICHE TECNICHE: **Lunghezza 30m, Ø 0.32mm**
MATRICE-Fase stazionaria **0.25mm, 95% difenil-, 5% dimetil-silicone)**



A8-IV MINERALIZZATORE Milestone Ethos 900



TIPO DI STRUMENTO: Forno **Mineralizzatore /estrattore**
COSTRUTTORE **Milestone**
SERIE: **900**
VOLUME DI INIEZIONE: **6 posizioni da 200 ml**
POTENZA SORGENTE: **fino a 1600w**
SOFTWARE DI CONTRIOLLO: **EasyControl software®**

A8-V SPETTROFOTOMETRIA DI ASSORBIMENTO ATOMICO Perkin-Elmer AAS 3030 in fiamma aria-acetilene



TIPO DI STRUMENTO: **Spettrofotometro ad assorbimento atomico a doppio raggio con correttore di fondo Zeeman 4100 Z.**
COSTRUTTORE: *Perkin-Elmer.*
SERIE: **AAS 3030**
LAMPADA: **a catodo cavo.**

ACCESSORI OPZIONALI:

A8-Va

Flow injection Mercury system FIMS 400, Perkin-Elmer per il dosaggio/analisi del Hg



A8-Vb

Flow Injection Analysis System (FIAS 400, Perkin Elmer) per il dosaggio/analisi dell'As



A8-VI STUFA termostata Binder ED53



Strumento	Costruttore	Modello	Capacità (litri)	Temperatura (°C)	Precisione (°C)
Stufa termostata	Binder	ED53	53	+5 ÷ +300	±2%

Termometro interno taratura bimestrale.

A8-VII SPETTROFOTOMETRIA Shimadzu UV-1700 Pharma



Strumento	Costruttore	Serie	Lampada	Range lunghezza d'onda	Accuratezza lung. d'onda	Range fotometrico	Accuratezza fotometrica
Spettrofotometro	Shimadzu	UV 1700 Pharma	UV-VIS	195-1100 nm)	±0,5 nm	Trasmittanza 0-100% T Assorbanza 0-4 A	±0,005 A

Taratura giornaliera ed esecuzione di curva standard di riferimento.

A8-VIII CRIOSTATO Leica CM1900



Strumento	Costruttore	Serie	Cabina	Refrigerante
Criostato	Leica	1900	Refrigerata fino a -50C°	Freon

A8-IX MICROSCOPIO invertito Carl Zeiss Axiocam 135 motorizzato con telecamera Carl Zeiss Axiovert HS



Main features	Highly stable pyramid shape and low center of gravity for vibration-free work, min. 6 adaptation options (12 drilled holes) e.g. for micromanipulators Optovar revolver 3x motorized 6x objective nosepiece for HD DIC, motorized
Optics	ICS optics for finest image quality: special application objectives with long working distance
Objectives	Reflected light: Epiplan, Epiplan-Neofluar, EC Epiplan-Neofluar Transmitted light: Achromplan, Plan-Neofluar Special: LD-Epiplan, LD-EC Epiplan-Neofluar (reflected light objective with long working distance)
Modules	Polarization optical shearing interferometer (TIC) to measure reflected light-phase objects(levels, differences in height), MHT 10, DeepView
Illumination Reflected light	12V, 100W halogen HBO 50W mercury vapor short arc lamp HBO 100W mercury vapor short arc lamp XBO 75W xenon lamp
Reflected light/filter slider	3 positions for filters with 25 mm diameter
Reflector turret	5 positions, manual or motorized, exchangeable
Light Trap	High contrast, minimized stray light
Transmitted light	6V, 30W 12V, 100W LCD-display, light manager

TelecameraAxiovert HS

Sensore	Sony ICX 414, progressives readout
Risoluzione	660(H) x 494 (V) = 330 K Pixels
Pixel Size	9.9 µm (H) x 9.9 µm (V)
Dimensione sensore	6,5 mm x 4,9 mm, equivalent to ½
Sensibilità spettrale	HSc appr. 400 bis 720 nm con BG 40 IR-blocking filter HSm appr. 350 bis 1000 nm con BK7 protective cover glass
Dynamic Range	Typical SNR 65 dB = 1 : 1800
Noise	1 17 e
Dark Current	0,7 LSB/s, equivalenti a to 5,4 e / Pixel/s
Fotogrammi / sec	Appr. 54 fotogrammi/s in risoluzione normale fino a . 140 fotogrammi/s a
Tempo di esposizione	da 0,25 ms fino a 60 s
Color optimisation	Available for color model, default white point 3200 k

A8-X CENTRIFUGA Beckman Allegra 25R



Strumento	Costruttore	Modello	Range velocità	Range temperatura (°C)	Precisione	Diametro rotore
Centrifuga	Beckman	Allegra 25R	100-25000 rpm	0 – 50 piena velocità -30-40 a veloc. ridotta	±1	215 mm

A8-XI MICROTOMO Leitz 1512



microtomo rotativo manuale dotato di lama regolabile e ruotabile che permette di ottenere sezioni di buona qualità fino a 4 µm di spessore.

A8-XII MICROSCOPIO PER SEZIONI



A8-XIII ULTRAMICROTOMO Leika ULTRACUT S



A8-XIV MICROSCOPIO A FORZA ATOMICA AFM



**A8-XV MICROSCOPIO SEM Stereoscan 260
della Cambridge Instruments**



A8-XVI SPETTROFOTOMETRO FTIR JASCO V-430



spettrofotometro infrarosso a doppio fascio con modalità di acquisizione FTIR (Fast Fourier Transform IR). Lo strumento permette di sondare il campione con luce di lunghezza d'onda compresa tra 1,25 e 20 μm ($500\text{-}8000\text{ cm}^{-1}$). La camera di misura è fornita di porta campioni modificati per l'alloggiamento di campioni di diverse dimensioni.

ALLEGATO B

SCHEDE GRANULOMETRICHE II SURVEY SUCCESSIVO AI LAVORI DI INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA ANNAMARIA B (INVERNO 2011)



Stazione A1

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	166,37
Peso umido (g)	Pu	216,04
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

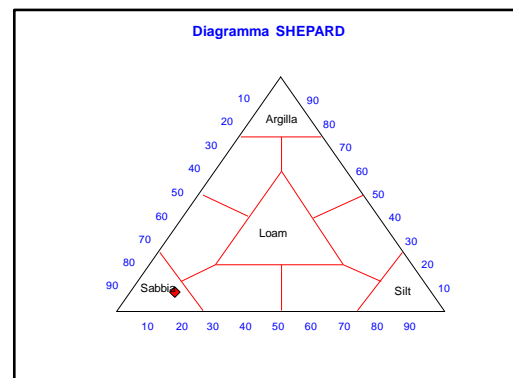
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,79
Classazione	σ_p	1,31
Asimmetria	S_{kp}	0,17
Appuntamento	K_G	3,22
Mediana	Md	3,50

Percentile	ϕ
5°	1,88
16°	2,62
25°	3,05
50°	3,50
75°	3,94
84°	5,24
95°	8,95

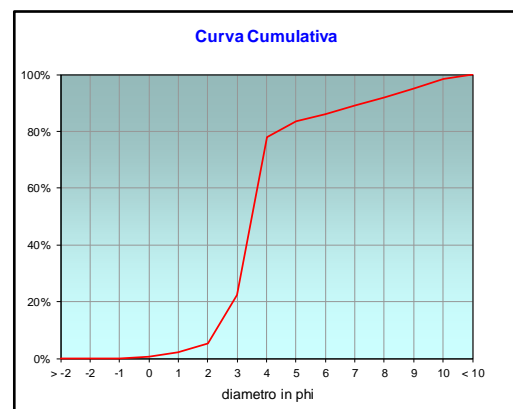
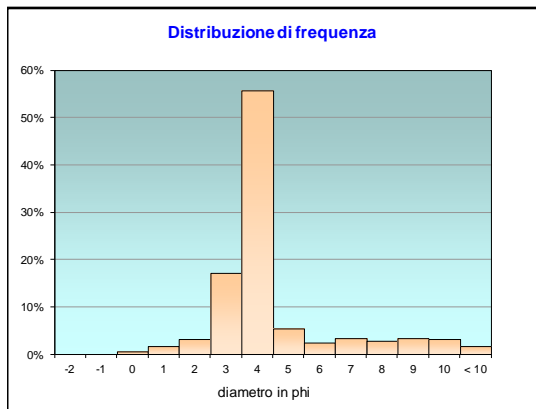
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,81	0	1000	0,49%	0,49%
	2,93	1	500	1,76%	2,25%
	5,19	2	250	3,12%	5,37%
	28,44	3	125	17,09%	22,46%
	92,55	4	62,5	55,63%	78,09%
Limo	8,85	5	31	5,32%	83,41%
	4,09	6	15,6	2,46%	85,87%
	5,46	7	7,8	3,28%	89,15%
	4,56	8	3,9	2,74%	91,89%
Argilla	5,43	9	2,0	3,26%	95,16%
	5,35	10	0,98	3,22%	98,37%
	2,71	< 10	< 0,98	1,63%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	78,09%	13,80%	8,11%

Note
8,18 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntamento	estremamente leptocurtica



Stazione A2

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	154,76
Peso umido (g)	Pu	212,42
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	3,74
Classazione	σ_{ϕ}	1,37
Asimmetria	$S_{K_{\phi}}$	0,15
Appuntimento	K_G	3,32
Mediana	Md	3,46

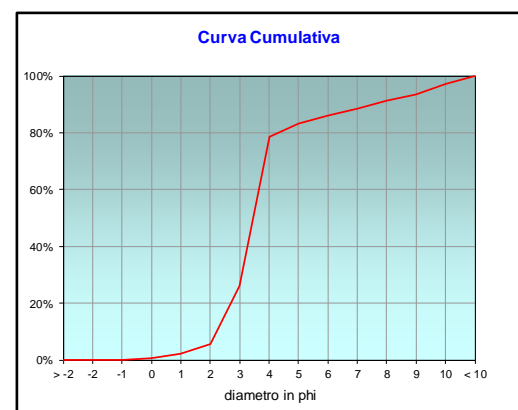
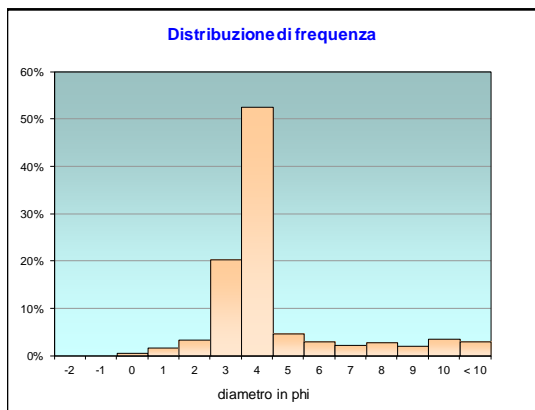
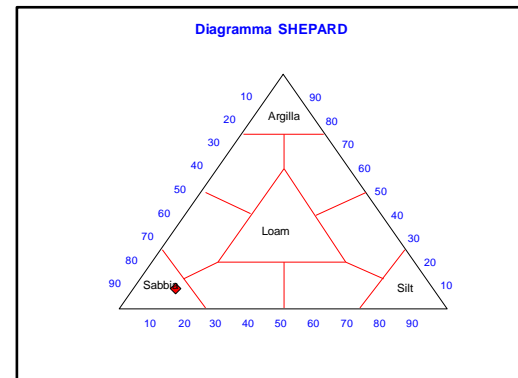
Percentile	ϕ
5°	1,80
16°	2,51
25°	2,95
50°	3,46
75°	3,93
84°	5,25
95°	9,77

	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,79	0	1000	0,51%	0,51%
	2,73	1	500	1,76%	2,27%
	5,29	2	250	3,42%	5,69%
	31,55	3	125	20,39%	26,08%
	81,20	4	62,5	52,47%	78,55%
Limo	7,32	5	31	4,73%	83,28%
	4,49	6	15,6	2,90%	86,18%
	3,60	7	7,8	2,33%	88,51%
	4,46	8	3,9	2,88%	91,39%
Argilla	3,16	9	2,0	2,04%	93,43%
	5,62	10	0,98	3,63%	97,06%
	4,55	< 10	< 0,98	2,94%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	78,55%	12,84%	8,61%

Note
7,69 g di materiale organogeno (conchiglie)

Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione A3

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	158,06
Peso umido (g)	Pu	217,63
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

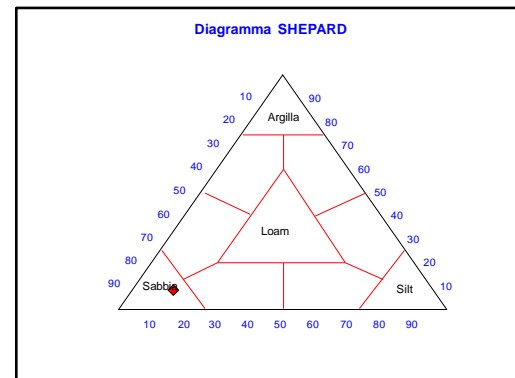
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,68
Classazione	σ_p	1,28
Asimmetria	S_{kp}	0,13
Appuntamento	K_G	3,68
Mediana	Md	3,45

Percentile	ϕ
5°	1,71
16°	2,51
25°	2,98
50°	3,45
75°	3,92
84°	5,08
95°	10,14

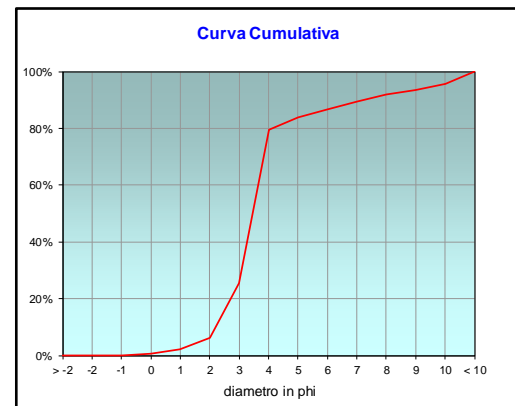
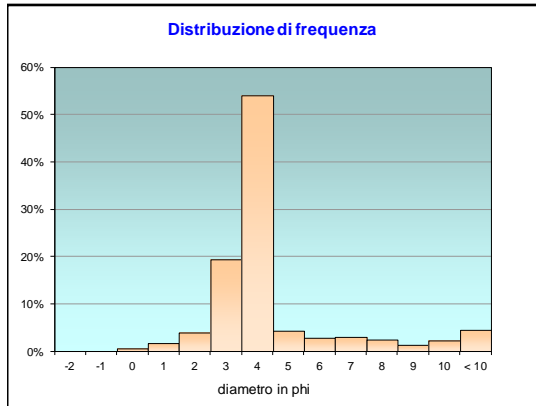
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,78	0	1000	0,49%	0,49%
	2,73	1	500	1,73%	2,22%
	6,17	2	250	3,90%	6,12%
	30,50	3	125	19,30%	25,41%
	85,44	4	62,5	54,06%	79,47%
Limo	6,83	5	31	4,32%	83,79%
	4,44	6	15,6	2,81%	86,60%
	4,68	7	7,8	2,96%	89,56%
	3,92	8	3,9	2,48%	92,04%
Argilla	2,18	9	2,0	1,38%	93,42%
	3,45	10	0,98	2,18%	95,60%
	6,95	< 10	< 0,98	4,40%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	79,47%	12,57%	7,96%

Note
7,49 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntamento	estremamente leptocurtica



Stazione A4

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	157,70
Peso umido (g)	Pu	207,38
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

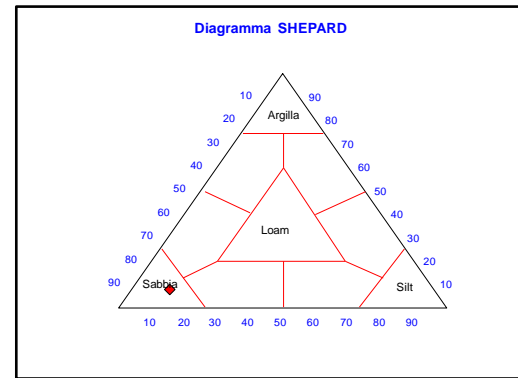
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,66
Classazione	σ_p	1,22
Asimmetria	S_{kp}	0,13
Appuntimento	K_G	3,27
Mediana	Md	3,45

Percentile	ϕ
5°	1,88
16°	2,54
25°	2,99
50°	3,45
75°	3,90
84°	4,98
95°	9,10

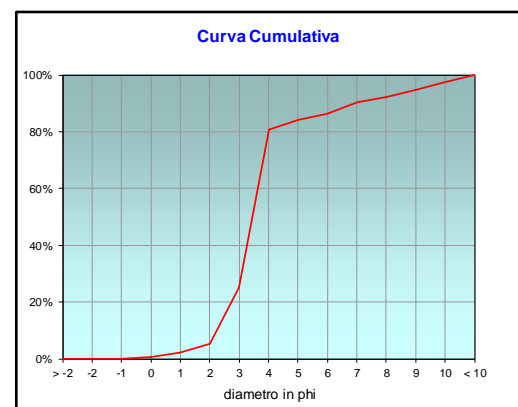
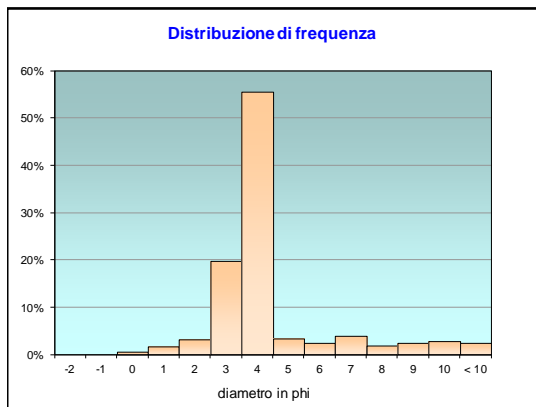
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,80	0	1000	0,51%	0,51%
	2,74	1	500	1,73%	2,24%
	4,91	2	250	3,12%	5,36%
	31,22	3	125	19,80%	25,16%
	87,55	4	62,5	55,52%	80,67%
Limo	5,34	5	31	3,39%	84,06%
	3,72	6	15,6	2,36%	86,42%
	6,19	7	7,8	3,93%	90,34%
	3,05	8	3,9	1,93%	92,28%
Argilla	3,89	9	2,0	2,47%	94,74%
	4,33	10	0,98	2,74%	97,49%
	3,96	< 10	< 0,98	2,51%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	80,67%	11,60%	7,72%

Note
7,95 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione AM NW

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	144,97
Peso umido (g)	Pu	193,56
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

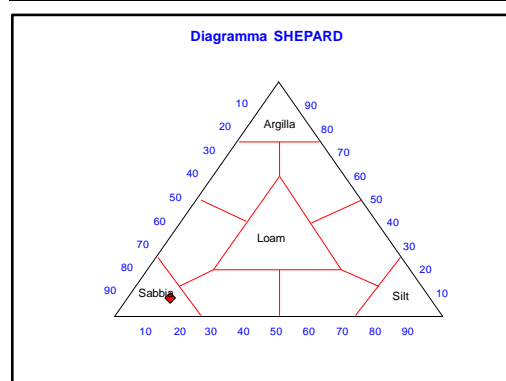
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,57
Classazione	σ_p	1,21
Asimmetria	S_{kp}	0,10
Appuntimento	K_G	2,77
Mediana	Md	3,41

Percentile	ϕ
5°	1,93
16°	2,45
25°	2,82
50°	3,41
75°	3,91
84°	4,86
95°	9,31

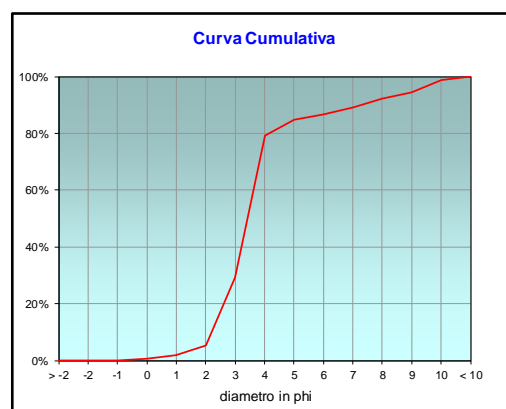
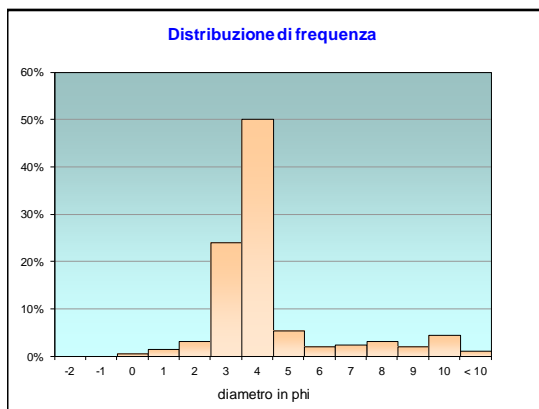
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,80	0	1000	0,55%	0,55%
	2,11	1	500	1,46%	2,01%
	4,67	2	250	3,22%	5,23%
	34,88	3	125	24,06%	29,29%
	72,55	4	62,5	50,04%	79,33%
Limo	7,86	5	31	5,42%	84,75%
	2,84	6	15,6	1,96%	86,71%
	3,45	7	7,8	2,38%	89,10%
	4,64	8	3,9	3,20%	92,30%
Argilla	3,00	9	2,0	2,07%	94,37%
	6,44	10	0,98	4,44%	98,81%
	1,73	< 10	< 0,98	1,19%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	79,33%	12,97%	7,70%

Note
9,5 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione AM SE

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	137,32
Peso umido (g)	Pu	187,99
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

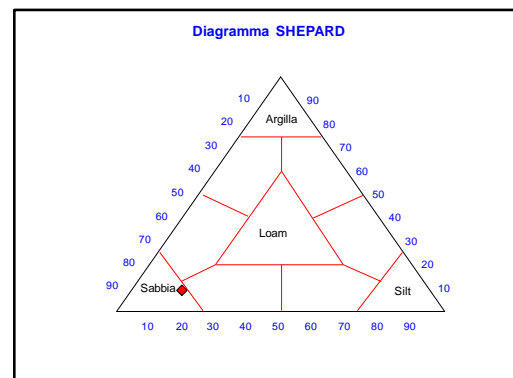
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,75
Classazione	σ_p	1,43
Asimmetria	S_{kp}	0,16
Appuntimento	K_G	2,43
Mediana	Md	3,44

Percentile	ϕ
5°	2,05
16°	2,48
25°	2,82
50°	3,44
75°	3,99
84°	5,34
95°	8,94

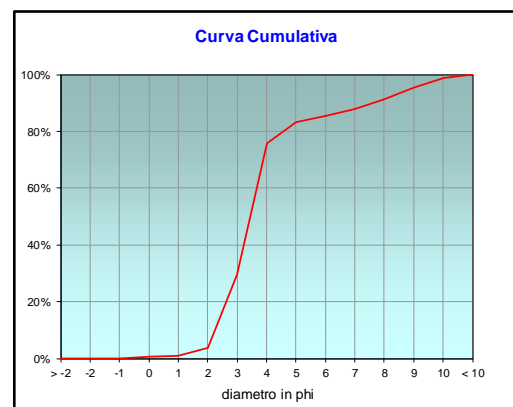
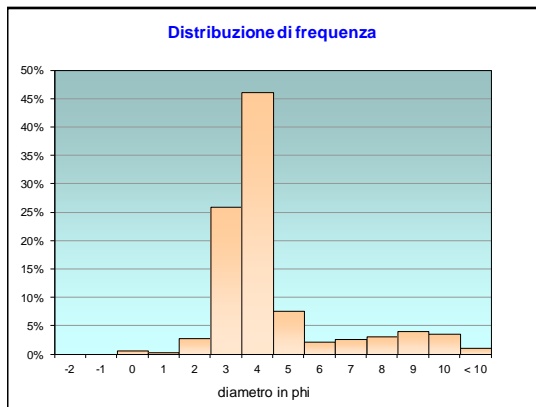
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,81	0	1000	0,59%	0,59%
	0,39	1	500	0,28%	0,87%
	3,87	2	250	2,82%	3,69%
	35,56	3	125	25,90%	29,59%
	63,26	4	62,5	46,07%	75,66%
Limo	10,47	5	31	7,62%	83,28%
	2,93	6	15,6	2,13%	85,41%
	3,55	7	7,8	2,58%	87,99%
	4,37	8	3,9	3,18%	91,17%
Argilla	5,60	9	2,0	4,08%	95,26%
	4,92	10	0,98	3,58%	98,84%
	1,60	< 10	< 0,98	1,16%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	75,66%	15,52%	8,83%

Note
23,4 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione A5

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		160,89
Peso umido (g)	Pu		214,22
Peso specifico	G		n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ		n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d		n.d.
Umidità (%)	W		n.d.

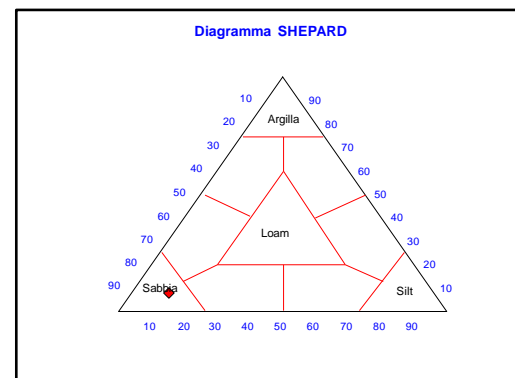
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,75
Classazione	σ_{ϕ}	1,40
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,17
Appuntimento	K_G	3,15
Mediana	Md	3,44

Percentile	ϕ
5°	1,68
16°	2,50
25°	2,96
50°	3,44
75°	3,89
84°	5,31
95°	8,88

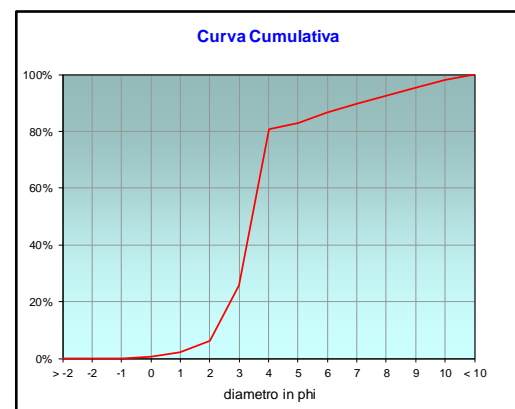
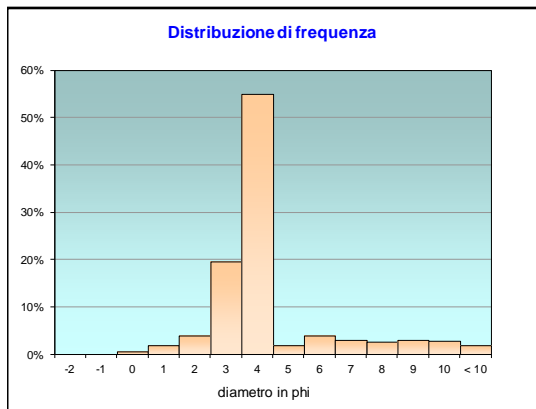
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,80	0	1000	0,50%	0,50%
	2,93	1	500	1,82%	2,32%
	6,30	2	250	3,92%	6,23%
	31,50	3	125	19,58%	25,81%
	88,55	4	62,5	55,04%	80,85%
Limo	3,08	5	31	1,92%	82,77%
	6,44	6	15,6	4,00%	86,77%
	4,81	7	7,8	2,99%	89,76%
	4,26	8	3,9	2,65%	92,41%
Argilla	4,72	9	2,0	2,94%	95,34%
	4,37	10	0,98	2,72%	98,06%
	3,12	< 10	< 0,98	1,94%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	80,85%	11,56%	7,59%

Note
9,11 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione A6

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		163,33
Peso umido (g)	Pu		200,71
Peso specifico	G		n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ		n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d		n.d.
Umidità (%)	W		n.d.

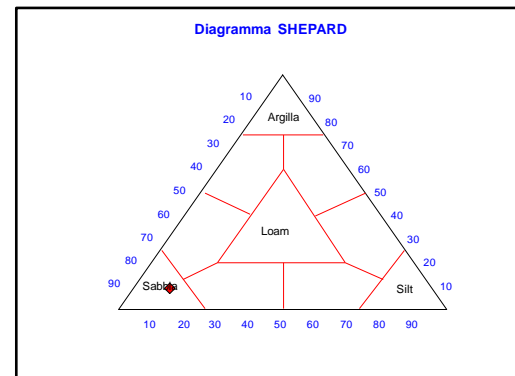
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,77
Classazione	σ_p	1,42
Asimmetria	S_{kp}	0,17
Appuntimento	K_G	3,44
Mediana	Md	3,46

Percentile	ϕ
5°	1,53
16°	2,51
25°	3,00
50°	3,46
75°	3,91
84°	5,36
95°	9,14

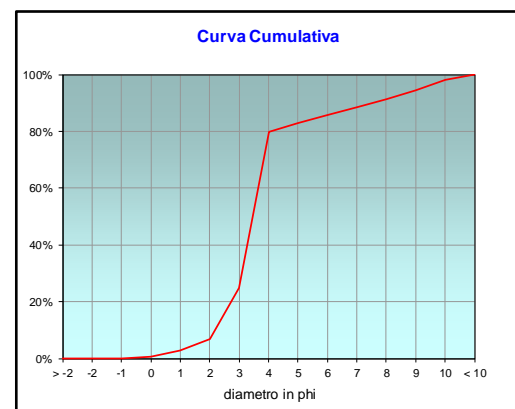
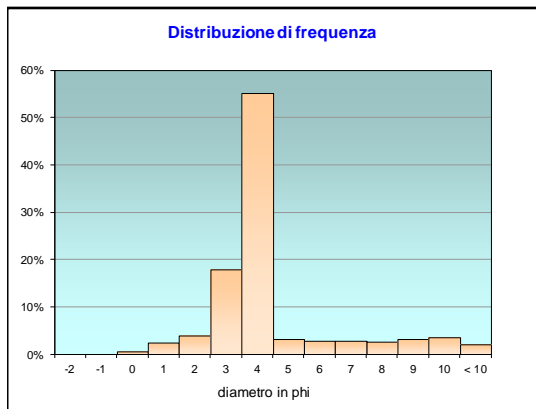
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,82	0	1000	0,50%	0,50%
	3,94	1	500	2,41%	2,91%
	6,41	2	250	3,92%	6,84%
	29,30	3	125	17,94%	24,78%
	90,10	4	62,5	55,17%	79,94%
Limo	5,03	5	31	3,08%	83,02%
	4,48	6	15,6	2,75%	85,77%
	4,64	7	7,8	2,84%	88,61%
	4,40	8	3,9	2,70%	91,31%
Argilla	5,28	9	2,0	3,23%	94,54%
	5,65	10	0,98	3,46%	98,00%
	3,27	< 10	< 0,98	2,00%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	79,94%	11,37%	8,69%

Note
9,65 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione A7

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	166,73
Peso umido (g)	Pu	215,30
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

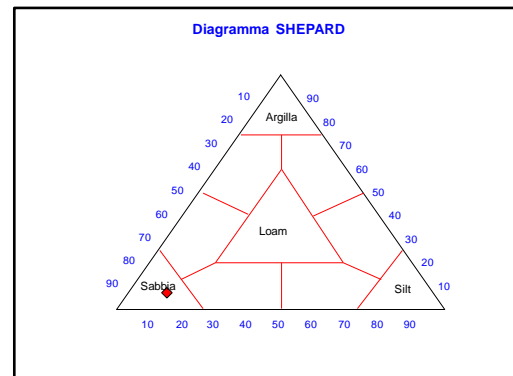
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,53
Classazione	σ_p	1,16
Asimmetria	S_{kp}	0,07
Appuntimento	K_G	3,11
Mediana	Md	3,43

Percentile	ϕ
5°	1,32
16°	2,42
25°	2,91
50°	3,43
75°	3,89
84°	4,75
95°	8,74

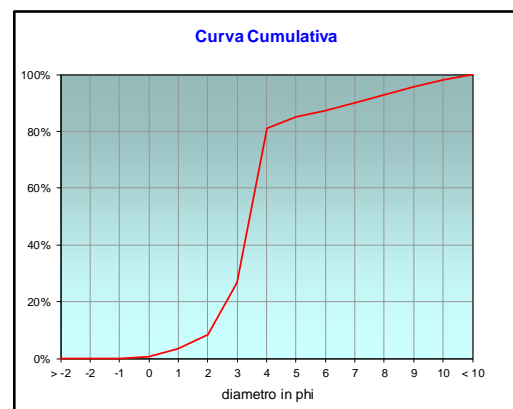
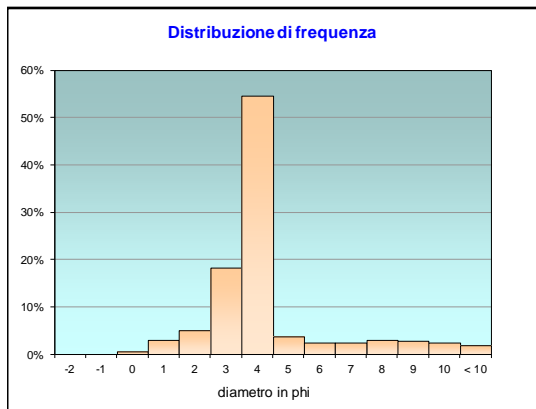
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,82	0	1000	0,49%	0,49%
	4,85	1	500	2,91%	3,41%
	8,30	2	250	4,98%	8,38%
	30,45	3	125	18,26%	26,65%
	90,88	4	62,5	54,51%	81,15%
Limo	6,36	5	31	3,81%	84,97%
	4,05	6	15,6	2,43%	87,40%
	4,19	7	7,8	2,52%	89,92%
	4,96	8	3,9	2,98%	92,89%
Argilla	4,76	9	2,0	2,85%	95,75%
	4,13	10	0,98	2,48%	98,23%
	2,96	< 10	< 0,98	1,77%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,15%	11,74%	7,11%

Note
9,9 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione A8

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	161,93
Peso umido (g)	Pu	205,50
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

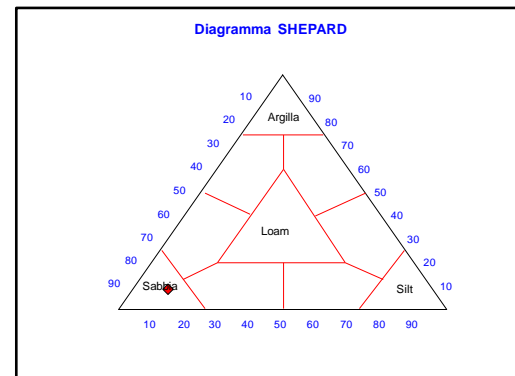
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,66
Classazione	σ_p	1,36
Asimmetria	S_{kp}	0,13
Appuntimento	K_G	3,02
Mediana	Md	3,42

Percentile	ϕ
5°	1,47
16°	2,42
25°	2,86
50°	3,42
75°	3,89
84°	5,14
95°	9,08

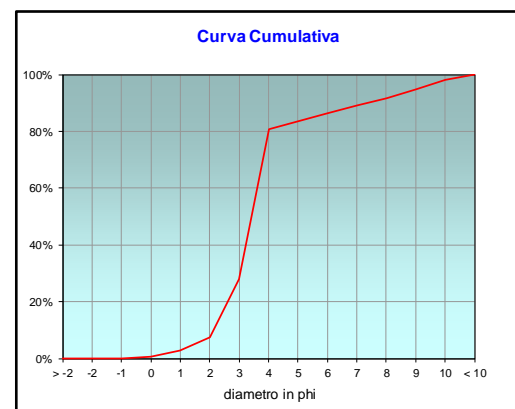
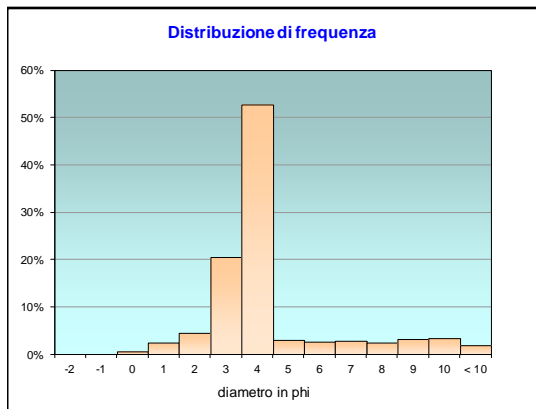
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,80	0	1000	0,49%	0,49%
	3,90	1	500	2,41%	2,90%
	7,29	2	250	4,50%	7,40%
	33,12	3	125	20,45%	27,86%
	85,45	4	62,5	52,77%	80,63%
Limo	4,87	5	31	3,01%	83,63%
	4,29	6	15,6	2,65%	86,28%
	4,44	7	7,8	2,74%	89,02%
	4,03	8	3,9	2,49%	91,51%
Argilla	5,22	9	2,0	3,23%	94,73%
	5,40	10	0,98	3,33%	98,07%
	3,13	< 10	< 0,98	1,93%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	80,63%	10,88%	8,49%

Note
9,7 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B1

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	161,56
Peso umido (g)	Pu	210,27
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

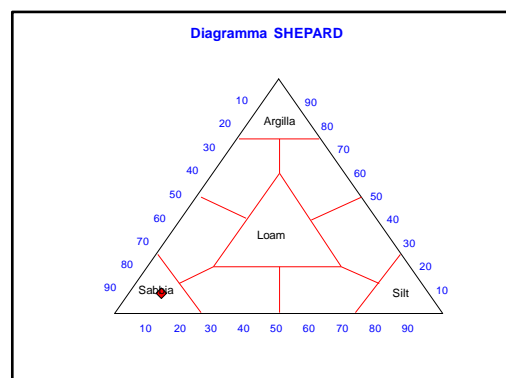
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,49
Classazione	σ_{sp}	1,17
Asimmetria	S_{kp}	0,05
Appuntimento	K_G	3,15
Mediana	Md	3,41

Percentile	ϕ
5°	1,32
16°	2,37
25°	2,83
50°	3,41
75°	3,88
84°	4,70
95°	9,41

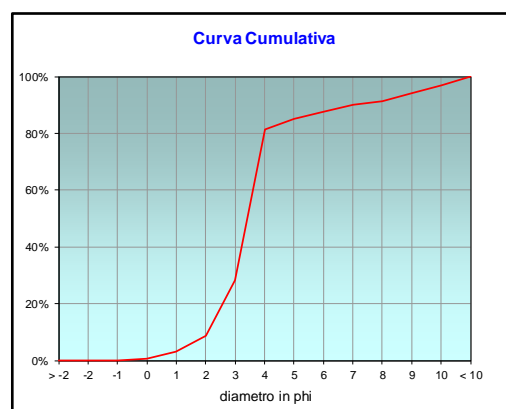
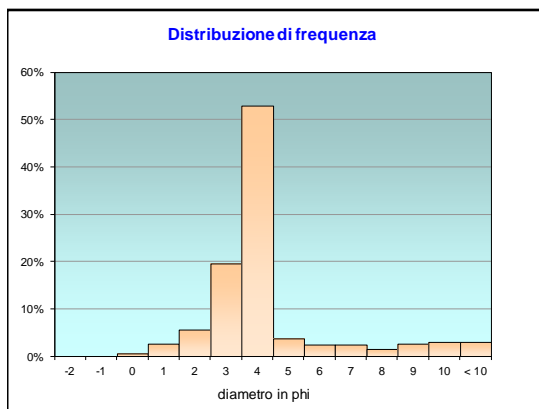
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,85	0	1000	0,53%	0,53%
	4,25	1	500	2,63%	3,16%
	9,18	2	250	5,68%	8,84%
	31,55	3	125	19,53%	28,37%
	85,60	4	62,5	52,98%	81,35%
Limo	6,11	5	31	3,78%	85,13%
	4,02	6	15,6	2,49%	87,62%
	3,82	7	7,8	2,36%	89,98%
	2,37	8	3,9	1,46%	91,45%
Argilla	4,08	9	2,0	2,53%	93,97%
	4,83	10	0,98	2,99%	96,96%
	4,91	< 10	< 0,98	3,04%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,35%	10,10%	8,55%

Note
9,14 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B2

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	163,53
Peso umido (g)	Pu	209,42
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

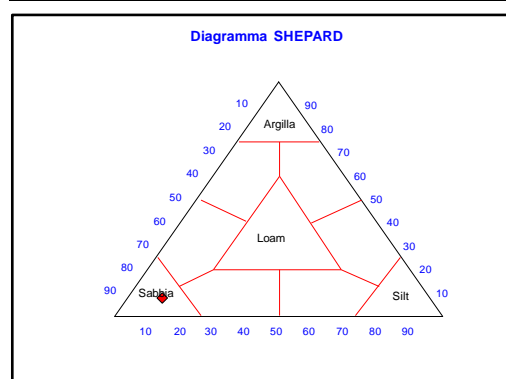
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,48
Classazione	σ_p	1,09
Asimmetria	S_{kp}	0,05
Appuntimento	K_G	3,24
Mediana	Md	3,41

Percentile	ϕ
5°	1,48
16°	2,42
25°	2,86
50°	3,41
75°	3,87
84°	4,61
95°	9,47

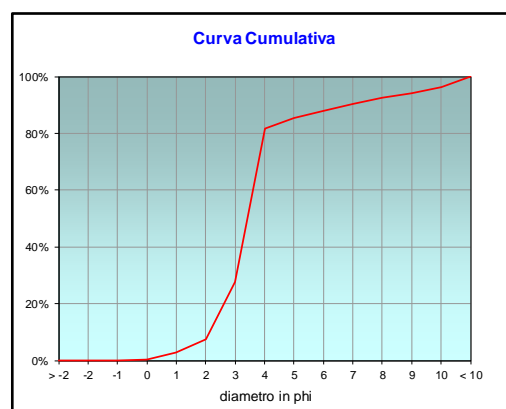
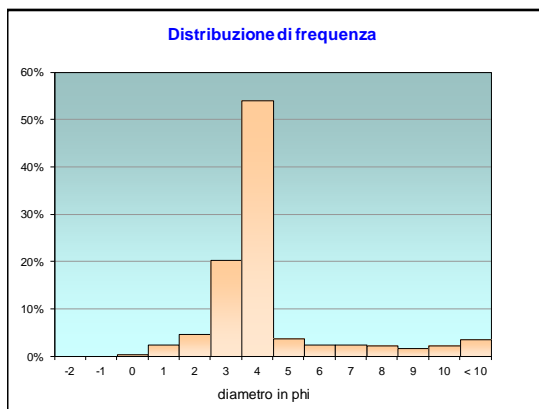
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,64	0	1000	0,39%	0,39%
	3,85	1	500	2,35%	2,74%
	7,70	2	250	4,71%	7,45%
	33,25	3	125	20,33%	27,78%
	88,25	4	62,5	53,97%	81,75%
Limo	6,04	5	31	3,70%	85,44%
	3,85	6	15,6	2,35%	87,80%
	3,98	7	7,8	2,44%	90,23%
	3,62	8	3,9	2,21%	92,45%
Argilla	2,84	9	2,0	1,74%	94,18%
	3,59	10	0,98	2,19%	96,38%
	5,93	< 10	< 0,98	3,62%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,75%	10,70%	7,55%

Note
8,53 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B3

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	174,11
Peso umido (g)	Pu	222,00
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

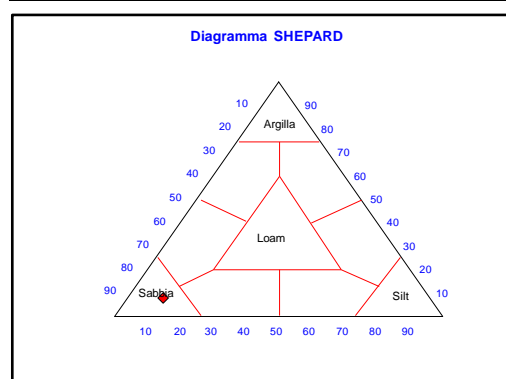
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,59
Classazione	σ_p	1,35
Asimmetria	S_{kp}	0,11
Appuntimento	K_G	2,80
Mediana	Md	3,39

Percentile	ϕ
5°	1,28
16°	2,34
25°	2,76
50°	3,39
75°	3,88
84°	5,04
95°	8,90

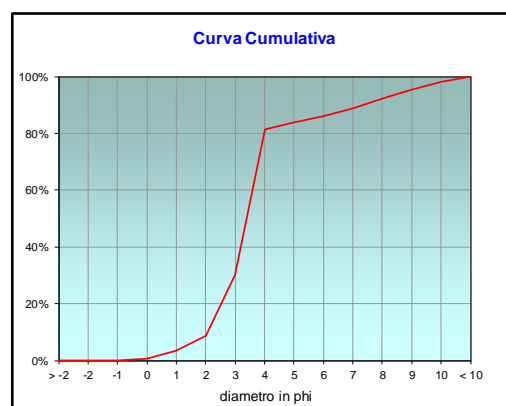
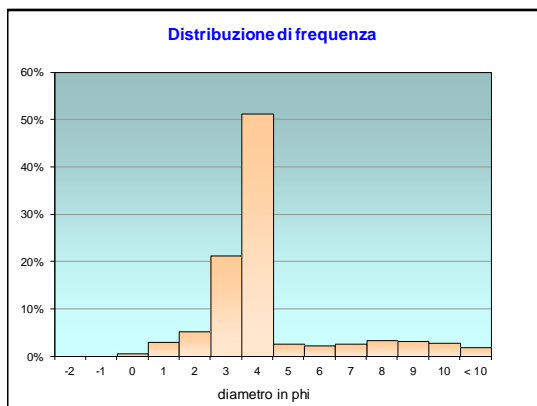
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,84	0	1000	0,48%	0,48%
	5,24	1	500	3,01%	3,50%
	9,21	2	250	5,29%	8,78%
	37,10	3	125	21,31%	30,09%
	89,22	4	62,5	51,24%	81,34%
Limo	4,49	5	31	2,58%	83,92%
	3,90	6	15,6	2,24%	86,16%
	4,69	7	7,8	2,69%	88,86%
	5,76	8	3,9	3,31%	92,16%
Argilla	5,50	9	2,0	3,16%	95,33%
	4,90	10	0,98	2,82%	98,14%
	3,24	< 10	< 0,98	1,86%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,34%	10,83%	7,84%

Note
9,45 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



StazioneB4

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	152,77
Peso umido (g)	Pu	210,44
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

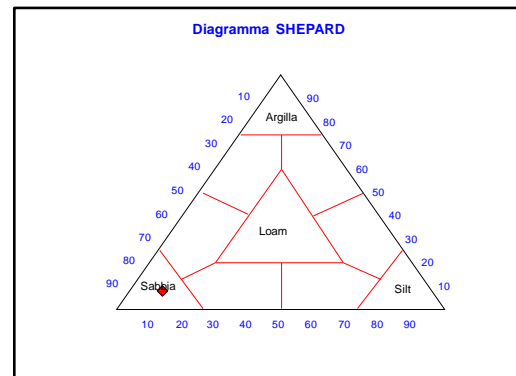
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,46
Classazione	σ_p	1,16
Asimmetria	S_{kp}	0,05
Appuntimento	K_G	2,99
Mediana	Md	3,39

Percentile	ϕ
5°	1,27
16°	2,34
25°	2,78
50°	3,39
75°	3,86
84°	4,66
95°	9,19

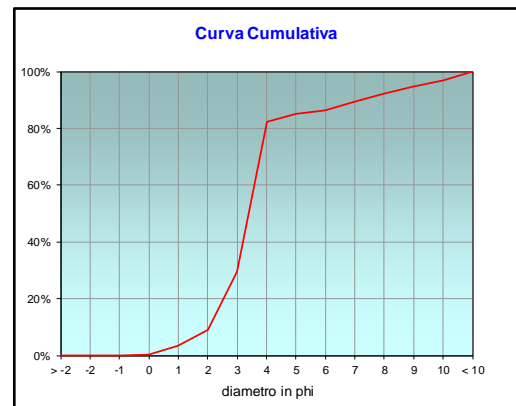
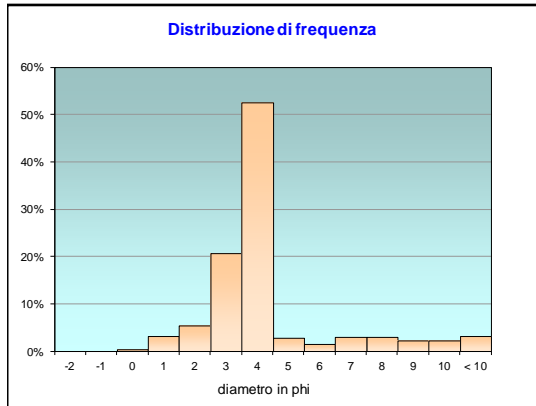
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,60	0	1000	0,40%	0,40%
	4,83	1	500	3,16%	3,56%
	8,21	2	250	5,37%	8,93%
	31,50	3	125	20,62%	29,55%
	80,40	4	62,5	52,63%	82,18%
Limo	4,23	5	31	2,77%	84,94%
	2,14	6	15,6	1,40%	86,34%
	4,51	7	7,8	2,95%	89,29%
	4,58	8	3,9	3,00%	92,29%
Argilla	3,48	9	2,0	2,28%	94,57%
	3,49	10	0,98	2,29%	96,86%
	4,80	< 10	< 0,98	3,14%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	82,18%	10,11%	7,71%

Note
9,68 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione AM NE

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	174,52
Peso umido (g)	Pu	221,31
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

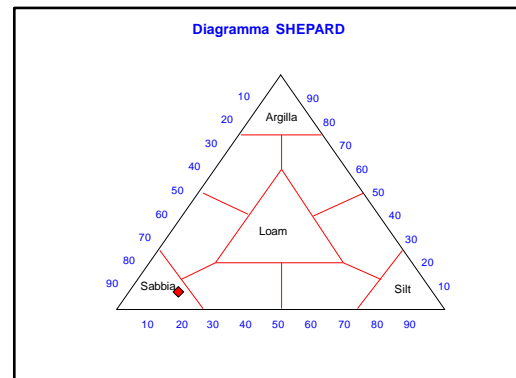
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,79
Classazione	σ_p	1,41
Asimmetria	S_{kp}	0,17
Appuntimento	K_G	2,82
Mediana	Md	3,47

Percentile	ϕ
5°	2,01
16°	2,54
25°	2,97
50°	3,47
75°	3,95
84°	5,35
95°	8,76

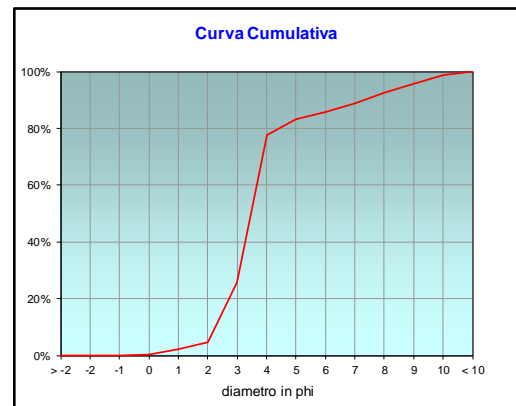
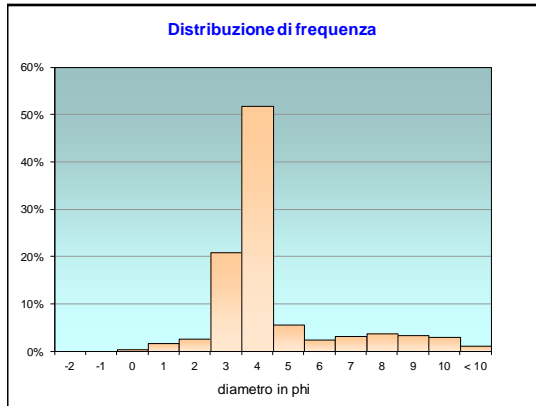
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,77	0	1000	0,44%	0,44%
	2,86	1	500	1,64%	2,08%
	4,69	2	250	2,69%	4,77%
	36,45	3	125	20,89%	25,65%
	90,52	4	62,5	51,87%	77,52%
Limo	9,77	5	31	5,60%	83,12%
	4,36	6	15,6	2,50%	85,62%
	5,47	7	7,8	3,14%	88,76%
	6,52	8	3,9	3,73%	92,49%
Argilla	5,75	9	2,0	3,30%	95,79%
	5,36	10	0,98	3,07%	98,86%
	1,99	< 10	< 0,98	1,14%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	77,52%	14,97%	7,51%

Note
9,17 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione AM SW

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	157,11
Peso umido (g)	Pu	202,77
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

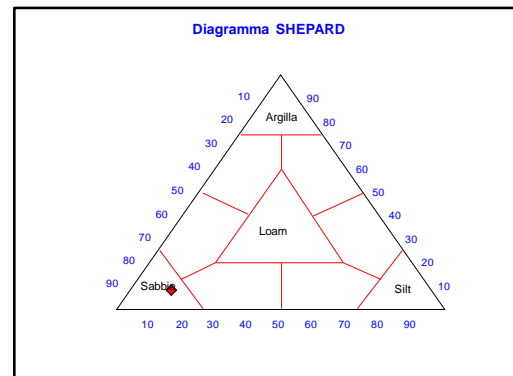
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,55
Classazione	σ_p	1,22
Asimmetria	S_{kp}	0,09
Appuntimento	K_G	2,45
Mediana	Md	3,39

Percentile	ϕ
5°	1,81
16°	2,40
25°	2,76
50°	3,39
75°	3,91
84°	4,84
95°	8,72

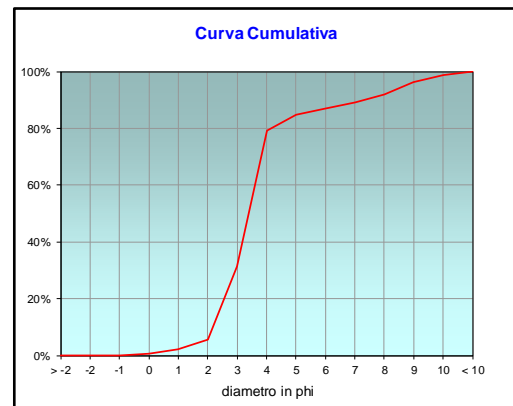
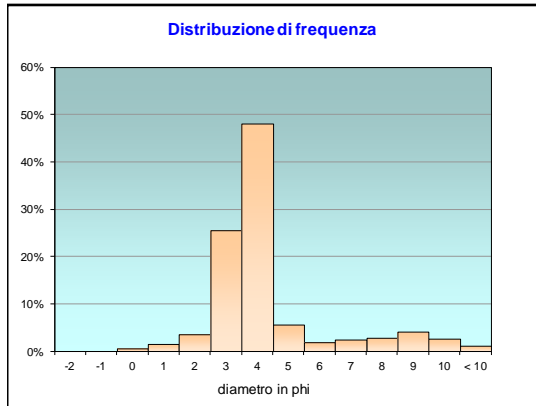
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,80	0	1000	0,51%	0,51%
	2,44	1	500	1,55%	2,06%
	5,70	2	250	3,63%	5,69%
	40,11	3	125	25,53%	31,22%
	75,44	4	62,5	48,02%	79,23%
Limo	8,92	5	31	5,68%	84,91%
	3,02	6	15,6	1,92%	86,83%
	3,66	7	7,8	2,33%	89,16%
Argilla	4,51	8	3,9	2,87%	92,03%
	6,52	9	2,0	4,15%	96,18%
	4,21	10	0,98	2,68%	98,86%
	1,79	< 10	< 0,98	1,14%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	79,23%	12,80%	7,97%

Note
11,07 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione B5

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	175,26
Peso umido (g)	Pu	227,46
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

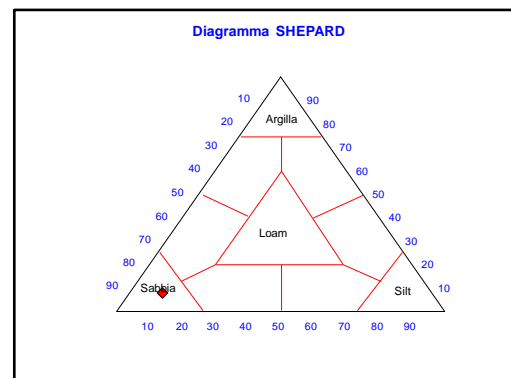
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,44
Classazione	σ_p	1,13
Asimmetria	S_{kp}	0,03
Appuntimento	K_G	2,99
Mediana	Md	3,39

Percentile	ϕ
5°	1,27
16°	2,34
25°	2,79
50°	3,39
75°	3,86
84°	4,59
95°	9,09

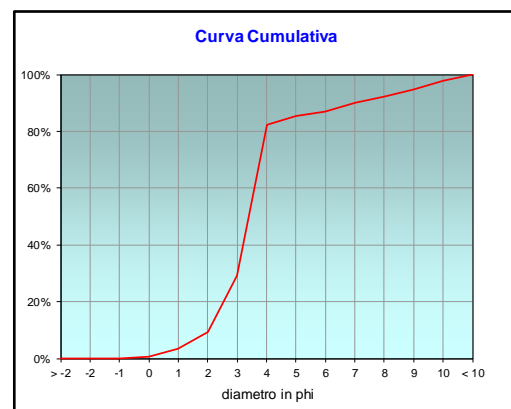
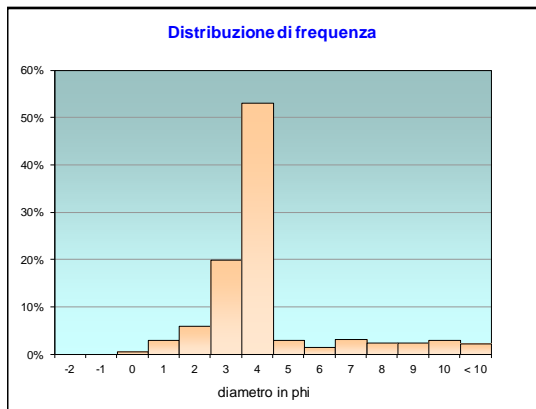
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,82	0	1000	0,47%	0,47%
	5,10	1	500	2,91%	3,38%
	10,35	2	250	5,91%	9,28%
	34,80	3	125	19,86%	29,14%
	93,00	4	62,5	53,06%	82,20%
Limo	5,34	5	31	3,05%	85,25%
	2,75	6	15,6	1,57%	86,82%
	5,46	7	7,8	3,12%	89,93%
	4,18	8	3,9	2,38%	92,32%
Argilla	4,30	9	2,0	2,45%	94,77%
	5,12	10	0,98	2,92%	97,69%
	4,05	< 10	< 0,98	2,31%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	82,20%	10,11%	7,68%

Note
10,74 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione B6

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	182,83
Peso umido (g)	Pu	231,88
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

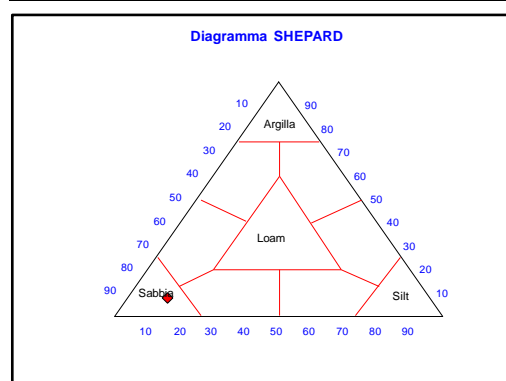
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,71
Classazione	σ_p	1,37
Asimmetria	S_{kp}	0,14
Appuntamento	K_G	3,06
Mediana	Md	3,44

Percentile	ϕ
5°	1,56
16°	2,47
25°	2,93
50°	3,44
75°	3,91
84°	5,21
95°	8,84

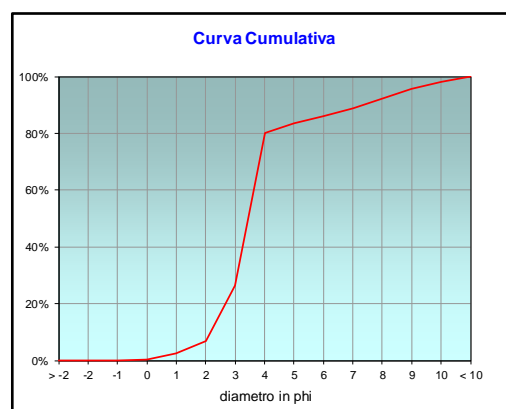
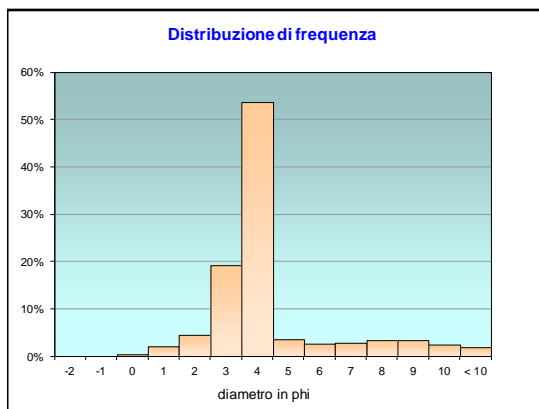
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,60	0	1000	0,33%	0,33%
	3,87	1	500	2,12%	2,44%
	8,31	2	250	4,54%	6,99%
	35,24	3	125	19,28%	26,26%
	98,20	4	62,5	53,71%	79,98%
Limo	6,32	5	31	3,46%	83,43%
	4,90	6	15,6	2,68%	86,11%
	5,07	7	7,8	2,77%	88,88%
	6,00	8	3,9	3,28%	92,17%
Argilla	6,18	9	2,0	3,38%	95,55%
	4,57	10	0,98	2,50%	98,04%
	3,57	< 10	< 0,98	1,96%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	79,98%	12,19%	7,83%

Note
8,68 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntamento	estremamente leptocurtica



Stazione B7

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	186,27
Peso umido (g)	Pu	232,17
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

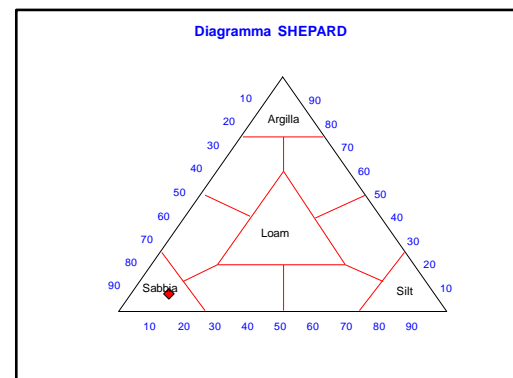
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,59
Classazione	σ_p	1,31
Asimmetria	S_{kp}	0,11
Appuntimento	K_G	2,83
Mediana	Md	3,40

Percentile	ϕ
5°	1,42
16°	2,37
25°	2,80
50°	3,40
75°	3,88
84°	5,00
95°	8,87

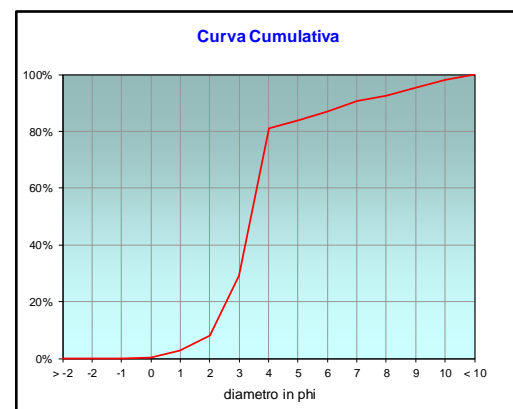
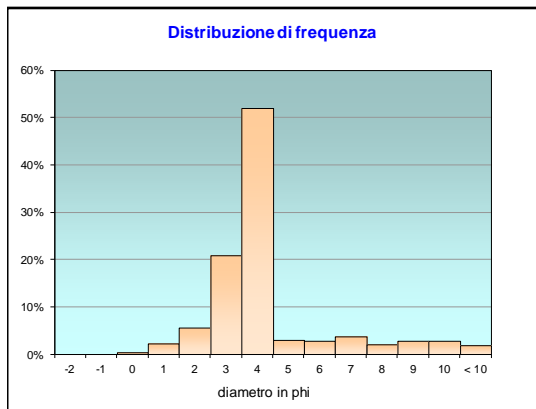
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,82	0	1000	0,44%	0,44%
	4,13	1	500	2,22%	2,66%
	10,31	2	250	5,53%	8,19%
	38,90	3	125	20,88%	29,08%
	96,80	4	62,5	51,97%	81,04%
Limo	5,49	5	31	2,95%	83,99%
	5,33	6	15,6	2,86%	86,85%
	6,94	7	7,8	3,72%	90,58%
	3,74	8	3,9	2,01%	92,59%
Argilla	5,14	9	2,0	2,76%	95,35%
	5,22	10	0,98	2,80%	98,15%
	3,45	< 10	< 0,98	1,85%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,04%	11,54%	7,41%

Note
9,33 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione B8

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	P _s	194,36
Peso umido (g)	P _u	230,16
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ _d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

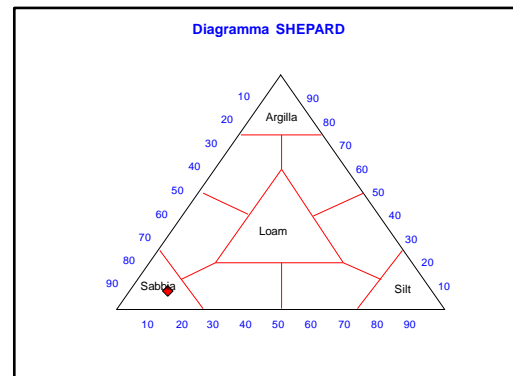
Parametri Statistici		
Media	M _p	3,65
Classazione	σ _p	1,38
Asimmetria	S _{Kp}	0,13
Appuntimento	K _G	2,86
Mediana	Md	3,42

Percentile	φ
5°	1,39
16°	2,39
25°	2,84
50°	3,42
75°	3,89
84°	5,15
95°	8,76

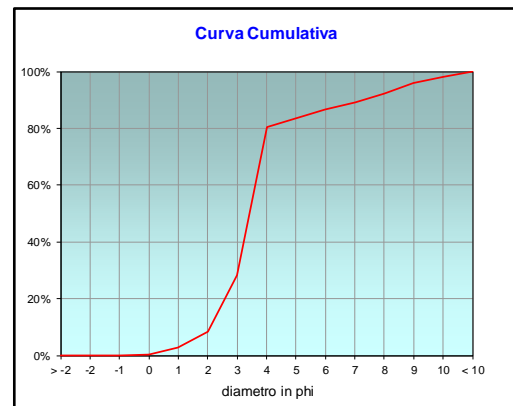
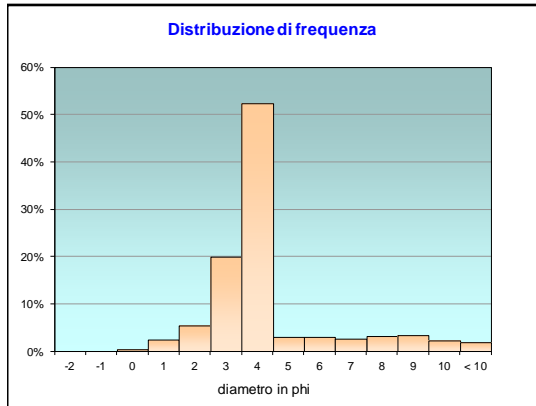
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,90	0	1000	0,46%	0,46%
	4,73	1	500	2,44%	2,90%
	10,40	2	250	5,35%	8,25%
	38,90	3	125	20,01%	28,26%
	101,60	4	62,5	52,27%	80,54%
Limo	5,88	5	31	3,03%	83,56%
	5,71	6	15,6	2,94%	86,50%
	5,24	7	7,8	2,70%	89,20%
	6,20	8	3,9	3,19%	92,39%
Argilla	6,69	9	2,0	3,44%	95,83%
	4,42	10	0,98	2,27%	98,10%
	3,69	< 10	< 0,98	1,90%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	80,54%	11,85%	7,61%

Note
11,04 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione K1

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	189,70
Peso umido (g)	Pu	235,43
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

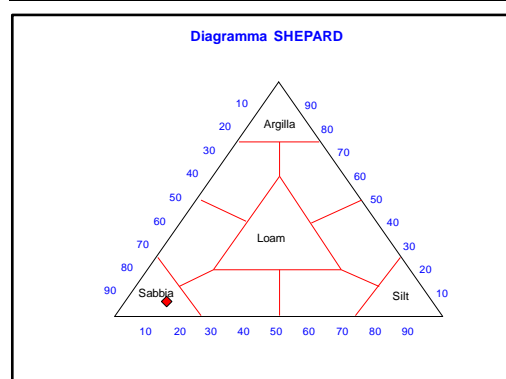
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,63
Classazione	σ_{ϕ}	1,25
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,11
Appuntimento	K_G	3,22
Mediana	Md	3,44

Percentile	ϕ
5°	1,43
16°	2,48
25°	2,99
50°	3,44
75°	3,89
84°	4,98
95°	8,54

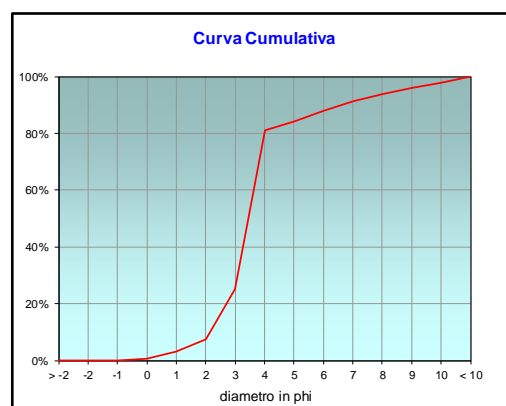
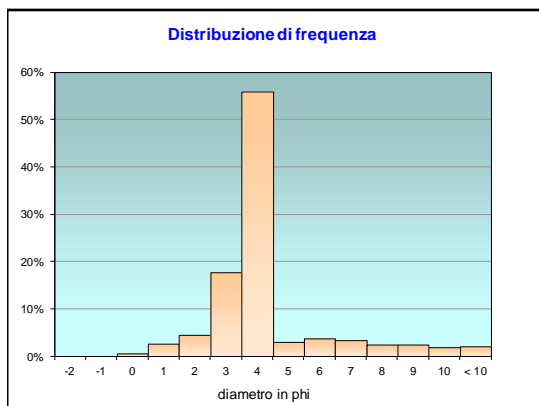
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,99	0	1000	0,52%	0,52%
	4,81	1	500	2,54%	3,06%
	8,60	2	250	4,53%	7,59%
	33,50	3	125	17,66%	25,25%
	105,90	4	62,5	55,82%	81,07%
Limo	5,69	5	31	3,00%	84,07%
	7,09	6	15,6	3,74%	87,81%
	6,47	7	7,8	3,41%	91,22%
	4,74	8	3,9	2,50%	93,71%
Argilla	4,54	9	2,0	2,39%	96,11%
	3,53	10	0,98	1,86%	97,97%
	3,85	< 10	< 0,98	2,03%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,07%	12,64%	6,29%

Note
10,55 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione K2

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	195,16
Peso umido (g)	Pu	241,44
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

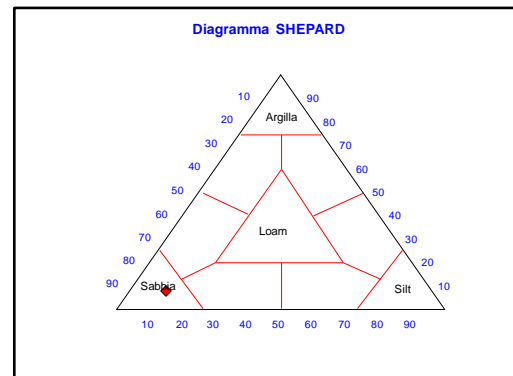
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,57
Classazione	σ_p	1,24
Asimmetria	S_{kp}	0,10
Appuntimento	K_G	2,86
Mediana	Md	3,41

Percentile	ϕ
5°	1,49
16°	2,41
25°	2,83
50°	3,41
75°	3,88
84°	4,89
95°	8,84

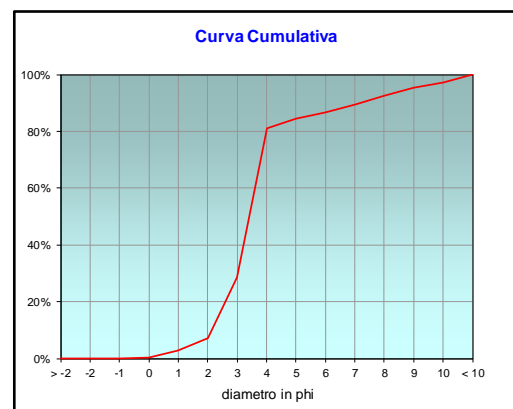
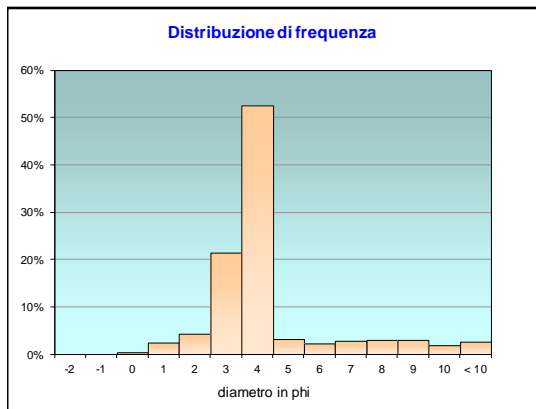
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,82	0	1000	0,42%	0,42%
	4,83	1	500	2,47%	2,90%
	8,46	2	250	4,33%	7,23%
	41,88	3	125	21,46%	28,69%
	102,40	4	62,5	52,47%	81,16%
Limo	6,24	5	31	3,20%	84,35%
	4,50	6	15,6	2,30%	86,66%
	5,39	7	7,8	2,76%	89,42%
	5,96	8	3,9	3,06%	92,48%
Argilla	5,89	9	2,0	3,02%	95,50%
	3,57	10	0,98	1,83%	97,33%
	5,22	< 10	< 0,98	2,67%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,16%	11,32%	7,52%

Note
11,44 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione K3

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	167,02
Peso umido (g)	Pu	236,02
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

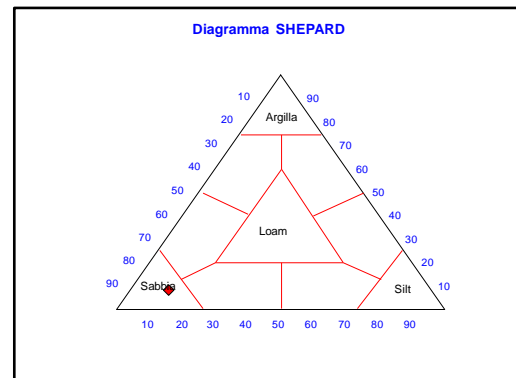
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,73
Classazione	σ_p	1,46
Asimmetria	S_{kp}	0,16
Appuntimento	K_G	3,12
Mediana	Md	3,42

Percentile	ϕ
5°	1,51
16°	2,43
25°	2,85
50°	3,42
75°	3,90
84°	5,35
95°	9,55

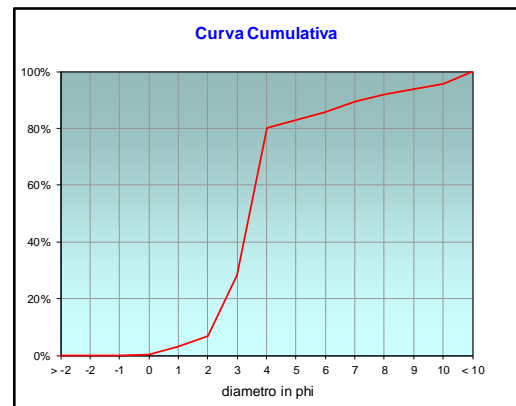
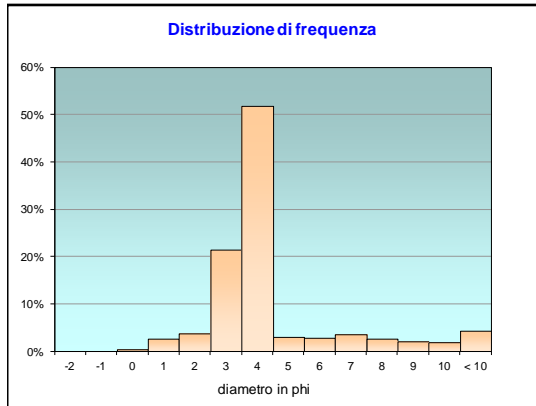
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,71	0	1000	0,43%	0,43%
	4,50	1	500	2,69%	3,12%
	6,19	2	250	3,71%	6,83%
	35,80	3	125	21,43%	28,26%
	86,50	4	62,5	51,79%	80,05%
Limo	5,01	5	31	3,00%	83,05%
	4,58	6	15,6	2,74%	85,79%
	5,87	7	7,8	3,52%	89,31%
	4,26	8	3,9	2,55%	91,86%
Argilla	3,39	9	2,0	2,03%	93,89%
	3,14	10	0,98	1,88%	95,77%
	7,07	< 10	< 0,98	4,23%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	80,05%	11,80%	8,14%

Note
8,98 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione K4

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		185,59
Peso umido (g)	Pu		248,69
Peso specifico	G		n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ		n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d		n.d.
Umidità (%)	W		n.d.

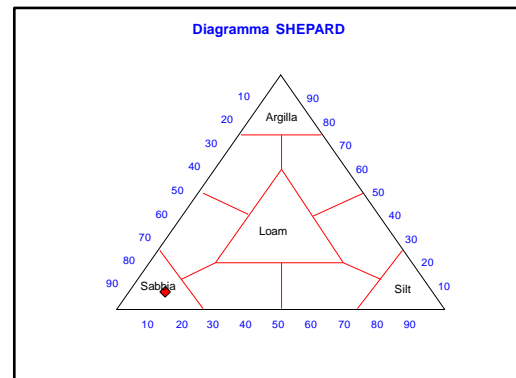
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,41
Classazione	σ_p	1,13
Asimmetria	S_{kp}	0,03
Appuntimento	K_G	2,77
Mediana	Md	3,37

Percentile	ϕ
5°	1,17
16°	2,30
25°	2,70
50°	3,37
75°	3,87
84°	4,55
95°	9,05

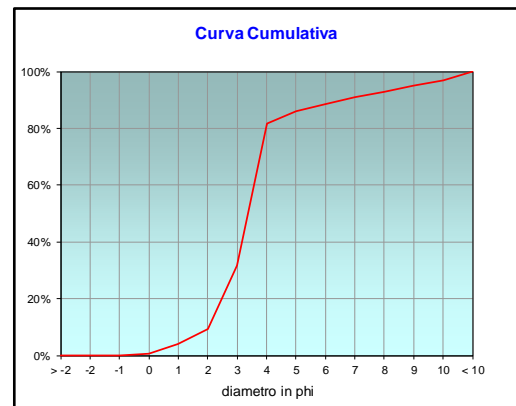
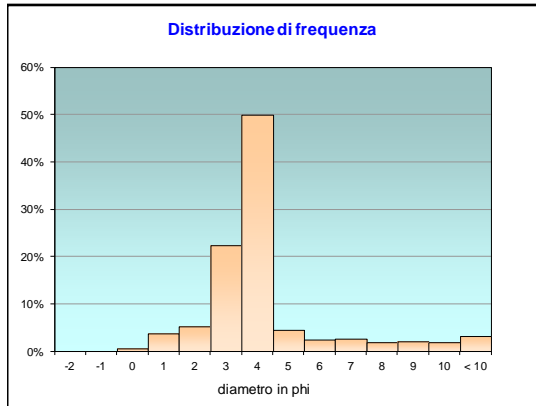
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,89	0	1000	0,48%	0,48%
	6,80	1	500	3,66%	4,14%
	9,55	2	250	5,15%	9,29%
	41,50	3	125	22,36%	31,65%
	92,60	4	62,5	49,90%	81,55%
Limo	8,25	5	31	4,44%	85,99%
	4,51	6	15,6	2,43%	88,42%
	4,75	7	7,8	2,56%	90,98%
	3,35	8	3,9	1,81%	92,78%
Argilla	3,92	9	2,0	2,11%	94,89%
	3,47	10	0,98	1,87%	96,76%
	6,01	< 10	< 0,98	3,24%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,55%	11,24%	7,22%

Note
6,91 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	mal classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	molto leptocurtica



ALLEGATO C

COMUNITA' BENTONICA

**LISTA E DENSITÀ (n. ind. 0,095 m⁻²) DELLE SPECIE
RINVENUTE NEI VARI PERIODI DI
CAMPIONAMENTO.
PER OGNI SITO È ANCHE RIPORTATO IL NUMERO
TOTALE DI TAXA OSSERVATI.**

LEGENDA BIOCECENOSI

AP = Biocenosi delle alghe fotofile

C = Bioc. del coralligeno;

DC = Bioc. del detritico costiero;

DE = Bioc. del detritico infangato;

DL = Bioc. del detritico del largo;

Glar = glareicolo;

Lim = limicolo;

Lre = larga ripartizione ecologica;

MI = Bioc. dei fondi mobili instabili;

Minut = minuticolo;

Mixt = misticolo;

MO = indicatori di materia organica;

Sab = sabulicolo;

Sd = substrato duro;

SFBC = Bioc. delle sabbie fini ben calibrate;

SGCF = Bioc. delle ghiaie fini sotto l'influsso delle correnti di fondo;

Sm = substrato molle;

VB = Bioc. dei fanghi batiali;

VTC = Bioc. dei fanghi terrigeni costieri

PRE-SURVEY (autunno 2008)

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli				
		AM1 60 m	AM NW 0 m	AM SE 0 m	AM3 60 m	AM2 60 m	AM NE 0 m	AM SW 0 m	AM4 60 m	K1 1000 m	K2 1000 m	K3 1000 m	K4 1000 m	
Cnidari														
Antozoi	<i>Alcyonium palmatum</i> <i>Epizoanthus</i> sp <i>Madreporaria</i> nd				0,67	1,01	1,01		1,33				2,02	
Crostacei			1,33			1,01	1,01	1,01	4,00	1,33				
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i> <i>Ampelisca intermedia</i> <i>Hippomedon massiliensis</i> Hyperiididae nd <i>Leucothoe</i> sp <i>Monoculodes carinatus</i> <i>Photis longicaudata</i>	DE SFBC Sab	2,02 5,01 2,02	2,02	2,02	1,33 2,67	1,01	1,01		1,33	2,67	1,33	1,01 2,02	
Copepodi	<i>Copepoda</i> nd	DE									1,33			
Cumacei	<i>Cumacea</i> nd		2,67	0,67	0,67									
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i> <i>Ebalia deshayesi</i> <i>Galathea</i> sp <i>Goneplax rhomboides</i> <i>Liocarcinus depurator</i> <i>Liocarcinus</i> sp Paguridae nd <i>Processa</i> sp <i>Solenocera membranacea</i>	VTC DC VTC VB	1,01 1,33	2,02	1,01	2,67 3,03	1,01		1,33 2,67		1,33	2,34		
Isopodi	<i>Isopoda</i> nd								2,67				1,33	
Misidacei	<i>Misidiacea</i> nd									2,67				
Ostracodi	<i>Ostracoda</i> nd			0,67	1,01								1,33	
Stomatopodi	<i>Squilla mantis</i>	Lim							1,33					
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillei</i>	Minut								1,33	5,33			
Echinodermi														
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i> <i>Ophiura albida</i>	VTC DC			1,01		1,01		1,33 2,67	1,33 1,33	1,33	1,33		
Oloturoidei	<i>Holothurioidea</i> nd <i>Labidoplax digitata</i> <i>Thyone fusus</i> <i>Trachythyone</i> juv	VTC DE					1,01						1,01	
Molluschi														
Bivalvi	<i>Abra alba</i> <i>Abra prismatica</i> <i>Anomia ephippium</i> <i>Cardiomya costellata</i> <i>Clausinella brognartii</i> <i>Corbula gibba</i> <i>Cuspidaria rostrata</i> <i>Hiatella arctica</i> <i>Lucinella divaricata</i> <i>Myrtea spinifera</i> <i>Mytilus galloprovincialis</i> <i>Nucula nitidosa</i> <i>Nuculana commutata</i> <i>Phaxas adriaticus</i> <i>Pitar rudis</i> <i>Plagiocardium papillosum</i> <i>Psammobia fervensis</i> <i>Tellina balaustina</i> <i>Thyasira flexuosa</i> <i>Timoclea ovata</i>	Lim DC Lre DL SGCF MI DL Sd SFBC MO Lre Lim Mixt Sab DC DC DC Mixt Lim Lre			1,01		1,01		1,01			1,33		
Caudofoveati	<i>Caudofoveata</i> nd		9,05	5,70	1,68	4,18	4,00	3,03	3,03	4,00	5,33	2,67	1,33	2,34
Gasteropodi	<i>Acteon tomatilis</i> <i>Cylichna cylindracea</i> <i>Mangalia coarctata</i>	SFBC SFBC -				2,85	2,02			1,33		2,67	1,33	
Scafopodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC		6,34	0,51									1,01
Nemertini														
Nemertea	nd						2,02		1,33	2,67			1,01	

PRE-SURVEY (continuo)

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli			
		AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma		60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Policheti													
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	6,71	6,34	5,01	7,03	4,36	9,09	2,02	4,00	8,00	10,67	2,67	6,71
<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	1,01	2,67					1,01					
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	10,10	10,67	5,35	8,24	9,70	3,03	9,09	5,33	2,67	13,33	1,33	6,38
<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO			1,01		1,33		1,01					
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		2,67		2,85	1,01	1,01	2,02			2,67		1,01
<i>Drilonereis filum</i>	Lim											1,01	1,01
<i>Eunice vittata</i>	Lre	2,34		1,33	1,01	2,02	1,01			1,33	2,67	1,33	
<i>Glycera rouxii</i>	MO	7,39	9,70	3,35	2,18	9,01	3,03	3,03	5,33	5,33	10,67	3,35	4,36
<i>Goniada maculata</i>	VTC	2,02	2,67	1,01	2,53	2,34	2,02	3,03		6,67	10,67	1,01	4,36
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	3,35	2,67	3,01	3,52	4,00	3,03	2,02	2,67	4,00	9,33	7,68	3,68
<i>Hydroides norvegica</i>	Sd				1,01								
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab		3,03	1,01	2,18	3,35	1,01			5,33	2,67		
<i>Magelona alleni</i>	VTC	1,01	4,69	2,34	2,53	1,01	1,01	1,01					
Maldanidae nd								2,02				1,33	
<i>Malmgreniella lunulata</i>	DE	1,33				1,33					1,33	1,01	
<i>Marphysa bellii</i>	Lim						1,01	1,01	1,33		1,33		
<i>Melinna palmata</i>	Miicut		1,01					1,01					
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	12,40	19,03	11,72	5,88	20,40	5,05	4,04	8,00	9,33	20,00	1,01	1,01
<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt	1,01		1,01					1,33	4,00			1,01
<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	1,01	1,33	3,70	0,51	1,01	2,02		2,67	4,00	4,00		1,01
Nereidae juv										1,33			
<i>Nothria conchilega</i>	Sab			0,67		5,01	2,02	2,02		1,33	2,67		
<i>Notomastus aberans</i>	MO		1,01	2,02	1,17		1,01		1,33				
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	5,70	8,00	3,68	4,20	6,67	2,02	6,06		4,00	8,00	3,68	3,03
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	1,01				1,33							
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,01	4,69	2,02	2,02		1,01	6,06	4,00	1,33	1,33	1,33	3,03
Paraonidae nd		11,11	16,73	4,34	7,05	15,39	10,10	7,07	1,33	18,67	18,67	5,33	2,02
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	1,01			0,67	1,33	1,01		2,67				1,33
<i>Phyllococe</i> sp					1,01								
Phyllococeidae nd						2,67	1,01					1,33	1,01
<i>Prionospio</i> sp		1,01									1,33	1,01	4,69
<i>Sabellaria spinulosa</i>	Sd			1,01									
Sabellidae nd		12,40	10,02	7,74	1,68	10,34	16,16	3,03	9,33	1,33	4,00	2,67	13,78
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	1,33	1,33	3,35	0,51	2,02	2,02	3,03	2,67		1,33	1,33	1,33
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt	1,01											
<i>Sthenelais boa</i>	Lim					2,67		1,01					1,33
<i>Syllis</i> sp		2,34	4,00	2,02	2,18	1,01	5,05	6,06	2,67	1,33		2,02	3,03
Terebellidae nd			2,02	1,33		1,01	3,03	1,01					
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	1,01	1,33		1,68		2,02						
Sipunculidi													
<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	3,35	11,68	11,07	5,35	1,33	5,05	8,08	5,33	4,00	1,33	2,02	5,05
Sipunculida nd		3,35	9,70	3,35	6,89	6,67	5,05	3,03	4,00	5,33	8,00	2,67	2,34
Densità totale		123,60	187,11	111,33	107,09	164,81	125,25	94,95	106,67	122,67	172,00	67,84	94,67
Numero totale di specie		35	39	38	41	45	41	30	33	33	33	33	36

**PRIMO SURVEY CONDOTTO DURANTE I LAVORI DI INSTALLAZIONE
DI ANNAMARIA B
(inverno 2009)**

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli				
		AM1 60 m	AM NW 0 m	AM SE 0 m	AM3 60 m	AM2 60 m	AM NE 0 m	AM SW 0 m	AM4 60 m	K1 1000 m	K2 1000 m	K3 1000 m	K4 1000 m	
Distanza dalla futura piattaforma														
Cnidari														
Antozoi	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE		0,83										0,67
	Anthozoa nd								0,67					
	<i>Epizoanthus</i> sp		0,51											
	Madreporaria nd				0,51							0,51		0,67
Crostacei														
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	4,87	1,33	2,53	3,01		1,84	4,18	2,02	5,37	2,67	2,02	2,00
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC				0,33								
	<i>Erichtonius</i> sp				0,51									
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC				0,33				1,17			0,51	
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab				0,33					0,51			
	Hyperiididae nd											0,67		0,67
	<i>Maera schmidtii</i>	VB		0,67									1,33	
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC												
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC									0,67			
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE							0,51		0,51			
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	1,84		0,51	1,33						0,67	0,51	
	<i>Phtisica marina</i>	Sm								1,17				
	<i>Stenothoe</i> sp										0,51			
Copepodi	Copepoda nd									0,51				0,67
Cumacei	Cumacea nd		0,67							1,68	0,67	2,00	1,01	0,67
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC								0,51				
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC	2,18			0,67		1,01		1,17				2,00
	<i>Galathea</i> sp		2,02								0,51	0,67		
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	1,52	0,67						0,51				
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC								0,51				
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB								0,51				0,67
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab		0,67				1,04		1,17				
	<i>Liocarcinus</i> sp		1,17			0,84						0,67		
	Paguridae nd		1,33	1,33	1,01						0,67	0,67	2,02	
	<i>Ponthophilus spinosus</i>	VB				0,33								
	<i>Processa</i> sp					0,33					0,51			
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB	0,51		0,51	0,51						0,67		
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp													
	<i>Gnathia</i> sp													
	Isopoda nd		4,18	3,83	5,20	0,67				0,51				
Misidacei	Misidiacea nd							5,86	0,67	10,22				
Ostracodi	Ostracoda nd										1,01			0,67
Tanaidacei	<i>Leptocheilia savignyi</i>	C									0,51	1,33	0,51	0,67
Echinodermi														
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC	0,51			0,84					1,01		1,52	0,67
	<i>Ophiura albida</i>	DC	0,51	0,67		0,84		0,67	0,51	0,51	0,51	0,67	2,02	1,33
Oloturoidei	Holothuriodea nd							0,67		0,51		0,51		
	<i>Thyone fusus</i>	DE				0,33							0,67	
	<i>Trachythone</i> juv		0,67										0,51	0,67
Molluschi														
Bivalvi	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt												0,51
	<i>Clausinella brognartii</i>	SGCF	0,51		0,51	0,51		1,71	0,67	1,01	0,51	0,67	0,51	2,00
	<i>Corbula gibba</i>	MI										0,67		
	<i>Cuspidaria rostrata</i>	DL								0,51				
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP				0,17								
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	6,20	0,83	2,85	4,68		0,51	0,51	4,87	8,38	6,51	6,57	9,33
	<i>Mysia undata</i>	Mixt											0,51	
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre				0,33				0,67				
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,51	0,67		0,67				0,51		2,67		0,67
	<i>Nuculana commutata</i>	Mixt											0,51	
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab		0,67										
	<i>Pitar rudis</i>	DC				0,33								
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC	0,67			0,67					0,51	0,67	1,01	1,33
	<i>Psammobia fervensis</i>	DC	0,67			0,33								0,67
	<i>Tellina distorta</i>	MI				0,51							0,51	
	<i>Tellina serrata</i>	DE												0,67
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	0,51	0,83					0,67	0,51	1,52			
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre								0,51	1,33	1,17	1,52	0,67
Caudofoveati	<i>Caudofoveata</i> nd		6,22	0,67	4,19	1,50		1,84	2,00	5,03	7,37	9,68	3,03	7,33

I SURVEY DURANTE LAVORI DI INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli			
		AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
		60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Distanza dalla futura piattaforma		60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Gasteropodi	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre							0,51				
	<i>Euspira nitida</i>	Sab								0,51			
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC					0,51						
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	1,50		0,67			1,04		0,51	0,67		
Scafopodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC	0,51		0,51		1,01			2,34		1,01	0,67
Nemertini	Nemertea nd		0,51						1,01	1,17	1,33	0,51	
Policheti	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	3,86		2,67				1,52	5,03	2,67	1,01	5,33
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim			0,33				3,01	1,52	1,33	2,53	0,67
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	4,55	5,17	5,05	2,67	16,06	4,34	6,71	3,52	2,51	2,02	8,67
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO					0,51			0,67		0,51	0,67
	<i>Arabella geniculata</i>	Glar										0,51	
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,51		0,67		0,67			2,02	1,17	0,51	0,67
	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C		0,67									
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim			0,17								
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	1,52		0,67				1,01	1,52		1,01	1,33
	Flabelligeridae nd									1,17	1,84	2,53	2,00
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	5,19	2,83	1,34	3,18	6,23	3,42	6,04	5,54	6,02	1,52	7,33
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	6,71		0,51	0,51		0,67	3,52	8,57	9,19	6,06	6,00
	<i>Harmothoe</i> sp						0,51				1,17	1,01	0,67
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	3,54	4,33	4,70	2,35	3,52	3,84	7,88	5,03	8,00	6,06	6,67
	<i>Hydroides niger</i>	Sd					0,51						
	<i>Labioleanira yhlani</i>	VTC					0,51						
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO		0,67			0,51						
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	2,02		0,51	0,84	0,51	1,17	1,01		2,00	1,01	4,67
	<i>Lumbrineris latreilli</i>	MO					1,71	1,04					0,67
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,51		0,17		0,51						
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	0,67		1,01	0,67	2,53			0,67	1,17	0,51	0,67
	Maldanidae nd				1,01					0,51	0,67	0,67	1,01
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim		0,67	0,83					0,67	1,01	0,67	
	<i>Melinna palmata</i>	Minut										0,51	0,67
	<i>Minuspia cirrifera</i>	MO	5,17		0,51	3,68				6,73	10,51	2,02	8,67
	<i>Nematoneis unicornis</i>	Mixt	0,51		0,33			1,67	3,86	1,17	1,01	1,01	
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC			0,51				1,17	1,68		1,01	
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	4,51		5,02			0,67	1,01	4,71	2,67	3,03	3,33
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,51	6,33	1,67	1,01	3,33	1,67	0,51	0,67	1,33	1,01	
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab									3,33	1,01	1,33
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	1,84	4,67	6,21	1,33	6,58	2,01	2,34	3,54	3,17	1,52	3,33
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab								1,52			
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	0,51						0,51	0,51	0,67	2,53	0,67
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,52		1,01	1,52	0,67	1,04	3,86	1,52	1,01	3,03	5,33
	Paraonidae nd		6,55	16,67	7,55	2,67	25,77	12,73	7,05	11,25	5,68	2,53	2,67
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab		0,67	0,51	0,84			1,01	1,01		0,51	
	<i>Phyllodoce lineata</i>	Sab	0,51	0,83	0,51				1,52	0,51	0,67	0,51	0,67
	<i>Pista cristata</i>	Lim								0,51	0,67		2,00
	<i>Prionospio</i> sp		2,53		1,34				2,02	7,39	1,33	0,51	1,33
	Sabellidae nd		4,36	0,67	1,01	2,17	0,51	1,84	8,40	7,90	9,17	3,54	14,67
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim								0,67	1,52		
	<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	1,17	0,83	0,51	0,33	3,35	1,17	2,53	1,68	3,52		1,33
	<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt								0,51			
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim			0,51	0,33	0,51		1,01	0,51			1,33
	Syllidae juv		0,67		0,33								0,67
	<i>Syllis</i> sp		2,53	0,83	1,34		0,51	0,67	1,52	2,18	2,51	1,52	3,33
	Terebellidae nd		0,51					1,67	1,01	4,20		0,51	0,67
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO	2,53		1,01	0,33			2,51	2,69	2,51	4,55	
	<i>Vermilopsis infundibulum</i>	DC								0,51			
Sipunculidi	<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	8,57	13,33	6,01	5,02	12,91	2,34	5,70	1,52	6,02	4,55	4,67
	Sipunculida nd		2,69	3,50	6,57	2,51	3,86	4,52	7,88	8,06	6,34	4,55	4,00
Densità totale		114,93	77,83	67,83	66,87		108,88	56,69	129,19	143,90	137,35	96,46	141,33
Numero totale di specie		66	39	45	68		42	36	72	78	67	73	67

SECONDO SURVEY CONDOTTO DURANTE I LAVORI DI INSTALLAZIONE DI ANNAMARIA B

(estate 2009)

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli				
		AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4	
		60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	
Briozoi	Briozoa nd	0,51												
Cnidari														
Antozoi	Actiniaria nd						26,00				0,51		0,67	
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE									0,51			
Idrozoi	Hydroidea nd								0,51					
Crostacei														
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	5,05	3,17	0,22	2,50	11,52	1,50	1,33	5,56	3,17	3,54	7,90	4,00
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC								1,01	0,51	1,52	1,01	
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC				0,83				0,51			1,01	0,67
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	0,51	1,50			0,67	0,67			2,67			
	Hyperidae nd									0,51				
	<i>Lepidepecreum longicorne</i>	SFBC	0,51											
	<i>Leucothoe</i> sp											0,51		
	<i>Maera schmidtii</i>	VB	2,02											
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC					0,51			1,52	0,67		0,51	
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC		0,83						1,52	1,68	1,01		0,67
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE			0,22		0,67					1,01	0,51	2,00
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC									1,33	1,01	0,51	
	<i>Phtisica marina</i>	Lre	1,52			0,83	0,67		0,67	2,02	1,33	0,51		0,67
	<i>Pseudolyrius kroyerii</i>	SFBC										0,51		
	<i>Stenothoe</i> sp								0,67					
	<i>Synchelidium</i> sp			0,67								1,01		
Cirripedi	<i>Balanus amphitrite</i>	Sd						18,33						
Copepodi	Copepoda nd		2,50	4,78						4,04	1,33	2,02		
Cumacei	Cumacea nd				0,83	0,67	0,83			7,07	4,00	2,53	1,52	2,67
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE							0,67			0,51		
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC										0,51	1,01	0,67
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim		0,83				0,83	0,67		0,67			
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC									0,51			
	<i>Galathea</i> sp				1,44		0,67							1,17
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC			0,22									
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB		1,33	0,22									
	<i>Liocarcinus</i> sp				0,22					0,51				1,84
	Paguridae nd		4,04	8,83	2,67	1,67	9,03	4,00	4,67	8,08	2,67	2,02	0,51	1,33
	<i>Pilumnus hirtellus</i>	AP			0,22								0,51	1,17
	<i>Processa</i> sp										1,17		0,51	1,17
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB											0,51	0,67
Isopodi	<i>Gnathia</i> sp			0,83	0,22									0,51
	Isopoda nd		7,07	50,33	10,67	4,17	34,91	20,83		18,18	0,67	1,01	0,51	1,33
Ostracodi	Ostracoda nd			0,83	0,83	0,67						2,53		1,84
Stomatopodi	<i>Squilla mantis</i>	Lim								0,51				
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillei</i>	Minut								0,51	1,84	5,05		
Echinodermi														
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	DC		0,83						0,51	0,51	1,01		0,67
Echinoidei	<i>Brissopsis lyrifera</i>	VB											0,51	
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC									0,51	1,01		0,51
	<i>Ophiura albida</i>	DC	8,08	50,33	3,11	22,50	3,33	16,67	40,67	50,00	7,17	5,56	3,03	8,18
Oloturoidei	Holothuroidea nd		0,51							1,01				
	<i>Thyone fusus</i>	DE											0,51	
	<i>Trachythyone</i> juv										1,33		0,51	
Molluschi														
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim	0,51	11,67		2,50				0,51		0,51		
	<i>Anadara demiri</i>	Mixt	0,51							0,51				
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre		1,33	0,67			2,83	4,00					
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL												0,67
	<i>Chlamys</i> sp							0,83						
	<i>Clausinella brognartii</i>	SGCF				1,67			2,00	0,51		0,51	1,01	
	<i>Corbula gibba</i>	MI	1,01			1,67	1,01		0,67	1,01	1,33		0,51	
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd		3,00	0,44		0,51	1,50	0,67					0,67
	<i>Laevicardium oblongum</i>	DC		0,67										
	<i>Lima hians</i>	DC												0,67
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP		1,67	0,67	1,67		0,83					0,51	
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	6,57		0,67	15,00	7,01						13,78	
	<i>Mysella bidentata</i>	VTC		4,83				0,67	3,33	0,51	16,20	11,11		16,02

II SURVEY DURANTE LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli				
		AM1 60 m	AM NW 0 m	AM SE 0 m	AM3 60 m	AM2 60 m	AM NE 0 m	AM SW 0 m	AM4 60 m	K1 1000 m	K2 1000 m	K3 1000 m	K4 1000 m	
Molluschi														
Bivalvi														
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre	1,01											
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	1,01		1,67				1,01	1,17	0,51		1,17	
	<i>Nuculana commutata</i>	Mixt	0,51								0,51			
	<i>Palliolium incomparabile</i>	Lre			0,22									
	<i>Paphia aurea</i>	SVMC					0,67							
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab	1,52	0,83	1,67	3,17		0,67	5,05			0,51	0,67	
	<i>Pitar rudis</i>	DC	0,51		3,33	1,33		0,67						
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC	2,53	1,50	3,33	2,67	0,67	0,67	11,11		1,01	2,69	1,33	
	<i>Psammobia fervensis</i>	DC	0,51											
	<i>Tellina distorta</i>	MI								0,67				
	<i>Tellina nitida</i>	SFBC									0,51			
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	0,51		0,67	1,67			1,33	2,53	1,17	1,01	2,69	
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre		7,17						2,02			2,00	
Caudofevati	<i>Caudofoveata nd</i>		4,04			10,83	1,68			5,05	5,52	12,12	8,40	
Gasteropodi	<i>Aperiovula adriatica</i>	Sm									0,51			
	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre	0,51	0,67			0,67				1,17			
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	1,01				1,33				0,67		0,67	
	<i>Euspira nitida</i>	Sab	0,51	1,50		0,83		0,67	1,01			0,51		
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm			0,67		1,17		1,01					
	<i>Nassarius incrassatus</i>	Lre												
Scafopodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC	0,51	0,83	0,22	0,83			0,51	4,85	1,52	1,52	1,33	
Nemertini														
	<i>Nemertea nd</i>		1,01		0,78	0,83		0,67		2,02	1,84	4,55	1,68	
Pantopodi														
Picnogonidi	<i>Pycnogonida nd</i>			0,67					0,51	0,67				
Policheti														
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	3,54	10,67	1,33	3,33	4,00	1,50	2,67	10,10	14,53	13,64	12,77	
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim								2,02				
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB							0,67					
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	4,04	8,17	2,89	14,17	6,02	5,17	4,67	10,61	6,51	11,11	13,78	
	<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	2,53							0,51				
	<i>Arabella geniculata</i>	Glac											0,51	
	<i>Capitella capitata</i>	MO		2,50										
	<i>Ceratonereis costae</i>	Sd			0,56									
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,51			2,50			0,67	1,52		1,52	1,01	
	<i>Cirratulidae nd</i>												0,51	
	<i>Ditrupea arietina</i>	MI	5,05	0,67	0,22	9,17	12,02	0,67	16,00	39,39	19,33	4,04	1,01	
	<i>Eteone picta</i>	Sab		1,33									0,67	
	<i>Euclymene sp</i>				0,22							0,51		
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	2,02			1,67	0,67		0,67	0,51		0,51		
	<i>Flabelligeridae nd</i>												0,51	
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	2,02	3,33	1,78	4,17	4,51	0,67	2,00	3,03	7,52	7,58	5,88	
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	7,07	2,67	1,78	7,50	4,00	0,83	1,33	9,60	8,34	11,11	3,19	
	<i>Harmothoe sp</i>				0,22							0,51	0,51	
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	5,05	2,33	1,44	9,17	3,33	2,33	1,33	4,04	7,17	4,04	0,51	
	<i>Hydroides elegans</i>	Sd						2,50					0,67	
	<i>Hydroides niger</i>	Sd						1,67						
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd		0,67	1,11	0,83		0,83	0,67				0,51	
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO		0,83	0,22		0,67		0,67	0,51		0,51		
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	4,55		4,89	10,83	2,00	1,50	1,33	5,05	10,51	3,54	3,70	
	<i>Lysidice ninetta</i>	AP								0,51		0,51		
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab										1,01	2,02	
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	0,51			1,67	0,67	0,83		2,02	1,17	2,53	0,51	
	<i>Maldanidae nd</i>			0,83									1,01	
	<i>Malmgreniella lunulata</i>	DE	0,51										1,01	
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim				0,83			0,67	0,51	0,51	1,01	2,67	
	<i>Minuspio irrifera</i>	MO	7,58	160,33	35,89	42,50	7,84	78,67	94,67	15,66	28,22	36,36	18,48	
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt		1,50									2,02	
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC				0,83		0,67	0,67	0,51		0,51	2,67	
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	1,52	0,67			1,33			2,02	4,00	1,01	1,01	
	<i>Nereidae juv</i>			0,67						0,51		0,51		
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab	0,51	4,50		10,83		0,67	2,67	2,53	3,84	4,04	6,06	
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,51			0,83	0,67					0,51	4,20	
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	1,01	4,83	0,89	3,33	2,51	2,67	1,33	8,08	16,36	25,76	9,07	
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab											0,51	
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	1,01	68,83	5,11	9,17	3,68	18,67	18,67	12,12	5,33	7,58	12,42	
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	2,02		0,56	0,83	0,67	0,83	0,67	0,51	3,84	4,55	1,52	
	<i>Paronidae nd</i>		8,59	8,83	3,89	17,50	6,18	6,00	7,33	19,70	23,52	18,69	14,79	
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab		8,00	2,00	0,83		1,33	2,00	1,01	0,67	2,53	3,17	
	<i>Phyllococe lineata</i>	Sab	0,51	2,00	0,67			0,67	1,33	3,03			0,67	
	<i>Phyllococidae nd</i>		0,51	2,50			1,33				0,67			
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC		2,33	2,78			5,33	3,33				0,67	
	<i>Polydora ciliata</i>	SFBC			0,22				0,67					
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd			3,00						0,67			
	<i>Prionospio sp</i>				0,67	0,83				3,54	8,67	5,05	4,36	
	<i>Sabellidae nd</i>		11,62	10,50	4,89	12,50	7,35	3,33	0,67	25,25	32,89	20,71	23,01	
	<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	1,52		0,67			2,67		2,02	2,67	4,55	3,19	
	<i>Serpula vermicularis</i>	AP						8,17		0,51				
	<i>Sphaerosyllis sp</i>						0,67						0,51	
	<i>Sternaspis scutata</i>	VTC											0,51	
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim		0,67		1,67			0,51			0,51	0,51	
	<i>Syllidae juv</i>					0,83			0,51	1,17	0,51		1,17	
	<i>Syllis sp</i>					4,17	0,67		2,53	1,01	1,01	3,19	6,34	
	<i>Terebellidae nd</i>		0,51								0,51	0,51		
	<i>Terebellidae stroemi</i>	MO	1,01						1,01	3,01	1,01	1,01	2,67	
Sipunculidi														
	<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	1,52	3,67	3,67	23,33	12,18	2,17	3,33	9,60	6,51	9,09	13,78	
	<i>Sipunculida nd</i>		6,06	3,50	1,33	16,67	8,02	2,17		12,12	16,04	11,11	14,95	
Densità totale			137,37	476,50	112,11	294,17	174,14	251,50	236,67	362,63	303,62	288,38	237,80	307,84
Numero totale di specie			56	53	48	50	43	44	46	71	57	69	63	65

**TERZO SURVEY CONDOTTO DURANTE I LAVORI DI
INSTALLAZIONE DI ANNAMARIA B
(inverno 2010)**

Stazione		Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli			
			AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma			60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Biozoi	Briozoa nd				0,51				0,51					
Cnidari	Actinaria nd					0,67								
Antozoi	<i>Epizoanthus</i> sp											1,84	0,67	
	Madreporaria nd					1,33	0,67							0,33
Idrozoi	Hydroidea nd			0,67					0,67					0,33
Crostacei														
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	1,84			1,33				0,67	2,18	0,67		0,33
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	0,67							0,67	1,52			1,01
	<i>Corophium</i> sp							0,51						
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC									1,33			
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab				0,67						0,67	0,67	
	Hyperidae nd													0,33
	<i>Leucothoe</i> sp									0,67				
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC												
	<i>Microtopotus maculatus</i>	SFBC							0,33		0,51			0,33
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE					0,83						0,33	
	<i>Phtisica marina</i>	Sm			0,67					1,33				
	<i>Synchelidium</i> sp									1,33				
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab												0,33
Copepodi	Copepoda nd		2,00			0,67	0,67							0,33
Cumacei	Cumacea nd		0,67							1,33	1,01	1,33	0,51	0,67
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE												
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC												0,33
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC								0,67	0,67	0,67		0,33
	<i>Galathea</i> sp				0,33			1,52						0,67
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab												0,33
	Paguridae nd		0,67	0,67	0,84	1,00	1,84	3,33	1,68	4,67				0,51
	<i>Ponthophilus spinosus</i>	VB		0,67										0,33
	<i>Processa</i> sp						0,67							
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB	0,67											
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp							6,50	1,34		0,51			
	<i>Gnathia</i> sp			0,67										0,84
	Isopoda nd		1,33			0,67	10,00	0,67	1,01	4,67				
Misidacei	Misidiacea nd				0,17		0,67					0,67		
Ostracodi	Ostracoda nd		0,67											0,33
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillii</i>	Minut					0,67				4,53		0,51	0,33
Echinodermi														
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	DC									1,33			
Echinoidei	<i>Brisopsis lyrifera</i>	VB									1,17			
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC			0,25	0,33								
	<i>Ophiura albida</i>	DC	4,02	0,67	0,67	6,67	0,67		0,67	2,67		0,67	0,33	1,52
Oloturoidei	<i>Holothuria forskali</i>	Lre					0,67							0,33
	Holothurioidea nd													
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC									0,67			
	<i>Thyone fusus</i>	DE									0,51	0,67		0,67
	<i>Trachythione tergestina</i>	VTC										0,67	1,17	
Molluschi														
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim								0,67				
	<i>Chlamys varia</i>	DC												
	<i>Clausinella brogniartii</i>	SGCF	0,67	0,51		0,67	1,33	1,67	1,01	1,84	0,67	0,67	1,00	0,67
	<i>Corbula gibba</i>	MI					0,67	1,33	0,67	0,67		0,67		
	<i>Gari fervensis</i>	DC	0,67							0,51				
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd								1,01				0,67
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP					0,51							
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	7,33	2,00	0,25	15,00	6,18	9,83		10,34	11,56	7,17	7,01	6,69
	<i>Mysella bidentata</i>	VTC		0,67										
	<i>Mysia undata</i>	Mixt		0,67					0,51					
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre		0,67	0,50					0,67				0,51
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,67		0,17	4,33	1,84	0,83	0,51	1,68	1,84	0,51	0,67	1,68
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab		0,51							0,51		0,33	
	<i>Pitar rudis</i>	DC					0,67							
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC				1,00	1,33	1,33				0,51		
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt												0,33
	<i>Tellina</i> juv			2,67										
	<i>Tellina nitida</i>	SFBC			0,17									0,33
	<i>Tellina serrata</i>	DE									0,67			0,33
	<i>Thracia papyracea</i>	SFBC								0,67				0,33
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim					0,51				0,51	0,67		
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	3,33		0,42	3,33	1,33	7,00	1,17	5,33	0,51	2,00	2,17	3,02
Caudofoveati	Caudofoveata nd		2,67	2,00		4,67	3,33			6,00	10,59	10,36	3,69	5,19

III SURVEY DURANTE LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli				
		AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4	
		60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	
Distanza dalla futura piattaforma														
Molluschi														
Gasteropodi	<i>Calyptraea chinensis</i>	Lre	0,67								2,34	0,67		
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC							0,67		0,51		1,00	
	<i>Euspira nitida</i>	Sab		3,01	0,42	0,67	0,67	1,67	1,33	0,67	0,51		0,33	
	<i>Gibbula</i> sp										0,51			
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm					2,00		0,33					
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,67											
Scafopodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC	0,67				1,17						0,33	
Nemertini														
	Nemertea nd			0,51				0,83			0,51		0,33	0,67
Pantopodi														
Picnogonidi	Pycnogonida nd											0,51	0,51	
Platelminti														
	Platelminta nd													0,51
Policheti														
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	2,00	0,67			3,17	1,67	0,67	4,67	6,38	10,00	4,01	7,06
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim									2,85			0,33
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	6,67	1,33		7,33	2,51	6,00	2,69	5,84	9,23	5,01	3,00	8,68
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67				0,51			0,67				
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	2,67			2,67		4,00		2,00	0,51	0,67	0,33	0,33
	Cirratulidae nd												0,33	0,51
	<i>Ditrupa arietina</i>	MI	8,67	2,00	0,33	0,67	4,67	19,00		2,00	4,02	7,35	1,00	2,18
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim	0,67					0,83				1,84	0,84	
	<i>Eteone picta</i>	Sab		0,67					2,69					
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	1,33	2,34		0,33		1,50	0,33	2,00	2,00		0,51	0,51
	Flabelligeridae nd						0,51			0,67	0,67	0,67		
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	3,33	2,51	0,67	1,67	2,00	2,17	0,84	3,33	5,37	6,36	2,34	1,84
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	6,00	3,17	0,25	3,33	5,17	5,00	5,36	8,51	5,70	10,02	6,04	3,51
	<i>Harmothoe</i> sp		0,67				0,67				1,17			0,67
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>		2,67	3,68	0,17	3,33	3,84	4,67	2,18	4,00	5,03	2,18	2,52	2,17
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd						1,67						
	<i>Hydroides</i> sp								0,51					
	<i>Labiolaria yhleni</i>	VTC									2,34			
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	2,00	0,67	0,17	2,33	0,67	2,50	0,51	3,17	3,54	2,02	1,17	2,52
	<i>Lumbrineris latreilli</i>	MO	0,67											
	<i>Lysidice ninetta</i>	AP								0,67				
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,67	1,33			0,67			1,01			0,67	0,33
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	0,67	2,67		2,00	1,33	1,67	0,33	0,67	1,68	1,84	0,33	1,00
	Maldanidae nd								1,52					0,33
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,67	0,67					0,51	0,51			0,33	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	5,33	6,00	1,52	12,00	5,17	17,33	5,03	4,67	8,22	7,70	2,67	5,87
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt						0,83			0,51		0,51	0,33
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC					2,51			0,67		0,67	0,51	0,33
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	2,00			2,00		0,67			3,52	3,33	1,17	0,33
	Nereididae juv		0,67											
	<i>Ninoe</i> sp						0,67					0,67		
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab	0,67			1,67	1,33	1,67	1,51	5,17	2,18	3,84	2,01	6,89
	<i>Notomastus aberans</i>	MO		0,67							0,67		0,67	0,33
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim					0,51				3,01	3,35	2,01	2,84
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	2,00	10,34	1,52	1,33	1,84		4,69	2,00	0,51	1,33	0,33	2,34
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,33	0,67			0,67		1,34	0,67	2,34	0,51	2,01	1,33
	Paraonidae nd		11,33	10,51		5,33	7,03	15,33	3,87	8,00	4,53	15,54	3,52	4,00
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab							0,33			0,67	0,33	0,67
	<i>Phyllodoce lineata</i>	Sm			0,25				0,51					
	<i>Phyllodoce</i> sp				0,17					0,67			0,67	0,33
	<i>Pista cristata</i>	Lim										0,51	0,33	
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC			0,17		0,67						1,01	
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd			1,18									
	<i>Prionospio</i> sp	Lre					0,67		0,33	0,67	1,52	1,33	1,34	0,33
	Sabellidae nd		2,67	7,33	0,67	4,00	6,51	7,50	1,34	6,67	5,88	12,55	5,02	11,42
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim												0,33
	<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt		1,33		0,33	2,34	3,33	0,84	0,67	1,52	0,67	0,33	1,68
	<i>Sphaerosyllis</i> sp												0,33	
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC			0,51				0,33					
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim	2,67	2,67		2,00	3,33	3,00	1,85	1,33		2,67		
	Syllidae juv											0,51		
	<i>Syllis</i> sp		1,33			1,67	3,68	4,17		2,67	4,20		0,84	1,84
	Terebellidae nd							0,67			2,69			
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO								1,33	0,51	0,51	1,84	
Sipunculidi														
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	8,00	0,67		2,67	7,17	19,50	0,33	13,33	1,17	2,67	3,18	5,51
	Sipuncula nd		6,67	4,67		5,67	3,01	9,83	2,18	8,00	7,19	8,02	5,69	8,71
Tunicati														
Asciadiacei	<i>Phallusia mammillata</i>	VTC				0,33								
Densità totale			106,67	89,60	12,59	102,00	114,16	171,67	59,38	142,73	149,23	147,70	80,63	117,84
Numero totale di specie			43	38	25	34	53	38	47	50	57	51	58	61

I SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Bioc.	Transetto A										Transetto B								Controlli						
		A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla futura piattaforma		250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	
<i>Amphicleis gunneri</i>	Lim																									
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,83												0,51			0,51					2,00		0,51		
<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	18,33	15,19	15,20	3,03	5,01		0,59	9,36	6,00	18,12	15,83	3,62	3,03	3,54	2,67	2,18	4,18	5,68	8,73	4,33	7,54	11,68	0,51	4,17	4,57
<i>Aphelocheata marioni</i>	MO																									
<i>Aphrodita aculeata</i>	VTC														0,33											
Aphroditidae nd																	0,51									
<i>Aponuphis brementi</i>	MO	17,50	3,17	8,85	4,36	1,67		1,25	3,52	4,50	5,52	6,67	4,12	2,53	4,04	2,33	3,52	3,01	3,17	5,21	7,33	7,70	2,85	4,17	4,44	
<i>Capitella capitata</i>	MO				51,86	61,94	43,88	1,59	1,26					2,02	2,53	3,03	57,00	58,13	4,70	1,17	0,33	0,67	1,01	0,57		
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,83	1,33		0,67	0,33				0,67		0,83	1,01	1,52		0,67	0,33		1,17	2,02	0,33	1,01	0,51	0,29		
Cirratulidae nd																										
<i>Ditrupa arietina</i>	MI	21,67	29,21	330,63	18,44	0,33	0,25	0,67	1,59	19,83	4,87	44,17	1,34	36,36	252,02	6,33	2,17	32,13	138,89	91,90	184,33	14,40	82,95	13,87	0,86	
<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C					0,33																				
<i>Drilonereis filum</i>	Lim									1,50	1,84				0,33		0,33					1,01	0,51	0,33	0,86	
<i>Eunice vittata</i>	Lre			1,33	1,17			0,17	0,33	0,67					2,53	1,33	2,18	1,69	0,67	0,51		2,18	0,51	0,33	0,29	
<i>Filograna</i> sp																133,67	13,84	0,67					0,67	0,33		
Flabelligeridae nd						10,55																				
<i>Glycera rouxii</i>	MO	4,17	2,00	1,17	0,51	1,67		0,17	1,85	1,67	3,52	6,67	2,61	1,52	2,53	0,67	0,67	2,85	0,67	3,03	5,33	3,84	4,00	1,67	4,73	
<i>Glycera</i> sp																										
<i>Goniada maculata</i>	VTC	13,33	5,68	1,68	3,03			0,33		1,34	2,83	7,05	5,83	4,12	4,55	2,53	1,33	0,67	1,84	1,33	1,68	5,00	7,21	8,20	3,34	2,43
<i>Harmothoe</i> sp																										
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC				3,35	1,84	0,33	0,17	2,01					1,52	3,03	3,00	1,34		0,67		1,00					
<i>Hydroides elegans</i>	Sd														0,51											
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd			1,01		2,67	1,55	0,59							0,51		2,33	2,86	1,68	1,01		0,51	0,51		0,29	
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	6,67	3,33	2,34	1,01	0,33	0,33		1,09	0,83	6,20	14,17	1,42	3,03	2,02	0,33		1,00	2,53	2,33	4,85	4,18			1,72	
<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab														0,33		0,33				1,00			0,67		
<i>Magelona allenii</i>	VTC	2,50	5,68	4,69	3,35	0,67		0,25	2,77	2,83	3,35	5,83	0,25	2,02	4,04	0,33	1,17	5,35	0,67	2,18	0,67	1,17	5,01	0,33	1,86	
Maldanidae nd		1,67	0,67		0,84			0,33	1,92	0,83	1,52	0,83	0,76	0,51					0,67	0,51	1,33	2,34	1,33		1,86	
<i>Marphysa bellii</i>	Lim			1,17	0,67					0,67	0,51	1,67	1,01	0,51											0,57	
<i>Melinna palmata</i>	Minut																0,67					0,67		0,33		
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	10,00	18,53	15,88	17,09	6,68	5,59	0,42	2,43	2,17	7,05	23,33	2,35	5,56	8,08	6,00	7,22	9,90	3,84	6,06	4,33	1,33	7,01	1,17	3,30	
<i>Nematonereis unicoloris</i>	Mixt								0,67											1,01	0,33	0,67	0,67	0,67	0,57	
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC																									
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	2,50	1,84		1,33	0,33				0,33	1,67	2,53	3,33	0,76	1,01	0,67		0,51	0,51	1,68	1,00	2,51	4,02	1,84	1,00	
Nereididae juv			0,51	0,51		0,67	0,51	0,17							0,83	0,33					1,67	0,67	0,51	0,57		
<i>Nothria conchilega</i>	Sab										2,02										1,67	2,85	3,01	3,17	1,14	
<i>Notomastus aberans</i>	MO							0,25							0,83	0,25					0,67	0,67	0,67	1,00		
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	4,17	13,01					0,25		0,83	0,51	9,17	1,68	1,52			0,51	1,33	1,01	3,00	1,68	1,01	2,17	2,16		
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab																							0,33		
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	11,67	19,52	26,97	29,17	35,74		0,67	7,13	8,17	3,54	10,00	2,69	4,55	17,17	11,67	9,89	11,47	11,03	2,53	5,33	4,85	9,03	2,33	3,58	
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,83	0,67	0,67					0,51	2,34	4,17	1,01			0,51						1,00	1,33	1,01	0,33	1,44	
Paraonidae nd		34,17	28,20	22,11	10,59	5,54	2,13	1,26	4,52	11,00	4,87	6,67	7,22	8,08	10,10	3,67	3,69	7,05	4,00	7,39	4,00	16,38	6,18	2,67	6,15	
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab																								0,29	
<i>Pelogenia arenosa</i>	Glar																								0,57	
<i>Phylodoce lineata</i>	Sm																								0,43	
<i>Phylodoce</i> sp		0,83	2,67	1,67	0,67							3,33	0,51	0,51	0,51								2,00		0,43	
Phylodocidae nd					0,51																	0,51				
<i>Phylo foetida</i>	SVMC																									
Pilargidae nd			0,67							0,83																
<i>Pista brevibranchia</i>	Lim																									
<i>Pista cristata</i>	Lim																									
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC				0,51						0,51			0,51			0,33	1,17	0,67	0,33	0,67	1,33		0,57		
<i>Pomatoceros triquetter</i>	Sd				0,51	1,00	0,84	0,33			0,51					3,67	1,01		1,01							
<i>Prionospio</i> sp		5,00	0,67	4,70	2,00	3,19	0,67		7,28	0,67		6,67		1,01	2,02	0,33	3,86	5,04	3,17	0,67	2,00	3,17		1,87		
Sabellariidae nd																										
Sabellidae nd		21,67	21,72	11,22	4,69	4,34	0,33	0,42	7,63	5,83	9,90	22,50	3,03	8,59	4,55	5,33	3,34	10,37	4,34	4,55	4,67	6,69	6,69	3,17	10,91	
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim																									
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	0,83	3,01		1,33					0,67	0,67	2,50	0,33	1,01	0,51	0,67	0,33				0,67	4,18	4,02	1,33	2,16	
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt					0,33									1,01	0,67	0,67				0,51				0,57	
Sphaerodondae nd																										
<i>Sphaerosyllis claparedii</i>	Sm								0,25																	

I SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Bioc.	Transetto A										Transetto B										Controlli			
		A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma		250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
<i>Spiochaetopterus costarum</i>	MO										0,51														
<i>Sthenelais boa</i>	Lim	2,50	0,67	0,51	0,67							0,83	1,01			0,33			1,01		1,00		1,33	0,33	1,43
Syllidae juv		0,83	0,67								0,51	0,83	0,51										1,33		
<i>Syllis</i> sp		7,50	4,67	6,87	1,01				0,33	7,83	3,35	6,67	1,52	4,55	3,03	0,67	2,53	1,85	1,17	5,56	2,67	2,51	2,67	2,85	2,88
Terebellidae nd									0,25			3,33					0,84					1,52	0,67	0,67	0,87
<i>Terebellides stroemi</i>	MO																								
<i>Vermiliopsis infundibulum</i>	DC																								1,30
Sipunculidi																									0,43
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	46,67	42,22	26,62	4,04	1,33		2,60	9,86	25,00	9,39	37,50	7,90	18,69	16,16	0,67	1,01	3,85	12,71	10,10	10,33	6,69	6,69	5,03	3,01
Sipuncula nd		10,83	11,68	15,69	7,56	0,33		0,25	3,28	11,33	18,26	19,17	2,43	5,56	12,12	0,33	1,00	4,34	4,67	7,23	8,67	21,78	16,71	5,69	8,44
Tunicati																									
Ascidiacei	Lre					0,51																0,51			
<i>Ascidia virginea</i>																									
Ascidiacea nd																									
Densità totale		342,50	299,19	552,21	211,90	168,21	62,34	18,58	91,61	173,83	161,90	385,83	81,66	161,11	393,43	271,00	152,78	129,38	226,30	188,61	298,33	192,61	274,53	100,07	124,99
Numero totale di specie		55	54	50	53	53	21	37	42	45	51	64	57	53	56	54	56	47	35	39	62	62	62	58	78

II SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Bioc.	Transetto A										Transetto B								Controlli						
		A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla futura piattaforma		250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	
Molluschi																										
Bivalvi																										
	<i>Abra prismatica</i>								0,67				0,83								0,51			0,33		
	<i>Anomia ephippium</i>						1,33																			
	<i>Cardiomya costellata</i>	1,67																								
	<i>Clausinella brogniartii</i>	0,67						0,83				0,51		0,67								0,83	0,51	0,25	1,00	
	<i>Corbula gibba</i>																									
	<i>Cuspidaria rostrata</i>												0,33													
	<i>Gari fervensis</i>	0,67		2,00	0,67					0,83				0,67				2,00	1,67	0,84	1,17		0,83			
	<i>Hiatella arctica</i>																								0,59	
	<i>Hiatella rugosa</i>																0,83		0,83					0,17		
	<i>Lucinella divanicata</i>											0,67					0,67	1,01				0,17			0,33	
	<i>Modiolarca subpicta</i>																									
	<i>Modiolula phaseolina</i>		0,83																						0,25	
	<i>Myrtea spinifera</i>	9,33	10,00	11,33	11,33			12,54		7,50	5,67	6,34	10,83	7,00		0,67		1,85	1,33	27,71	12,87	15,68	4,71	6,05	3,02	2,09
	<i>Mysella bidentata</i>				0,67												0,67									
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>																									
	<i>Neopycnodonte cochlear</i>																									
	<i>Nucula nitidosa</i>	1,50	0,83		0,67						0,33			2,17					1,50	1,68			0,33			
	<i>Phaxas adriaticus</i>	0,67	2,83									0,51													0,33	
	<i>Pitar rudis</i>																0,83								0,25	
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,67																								
	<i>Scapharca demiri</i>															0,83										
	<i>Tellina distorta</i>			0,67	1,33	0,25	0,83	0,83	0,67									2,00	0,51	2,33						
	<i>Tellina serrata</i>				0,67																					
	<i>Thyasira flexuosa</i>									0,83	0,33															
	<i>Timoclea ovata</i>			0,67						1,67	0,33															
Caudofoveati	<i>Caudofoveata nd</i>	7,50	11,33	2,00	0,67					2,50	11,67	3,17	7,67	4,17	0,67											
Gasteropodi	<i>Acteon tomatis</i>																									
	<i>Bittium sp</i>																	0,67								
	<i>Calyptrea chinensis</i>	1,67																							0,42	
	<i>Cylichna cylindracea</i>	2,17	1,67								2,00											1,33	0,51	0,67	0,33	
	<i>Hadriana oretea</i>		0,33																						0,17	
	<i>Hyalia vitrea</i>													0,67												
	<i>Mangelia coarctata</i>		5,00		0,67			1,01			0,33	1,33	0,67	1,33			0,67								0,25	
	<i>Melanella polita</i>	0,83										0,51														
	<i>Polinices nitida</i>	0,83	0,83	2,00	2,00	0,51		0,51	1,33				2,17		2,00	0,83	1,01				0,51	0,17		0,17	0,25	
	<i>Turbonilla rufa</i>			0,67																						
	<i>Turritella communis</i>	0,67	2,00		2,00	0,67		0,51		2,00	0,67		3,50	0,67			0,67		0,67	0,67	2,78	0,83	0,84	1,09		
Scafopodi	<i>Anthalis inaequicostata</i>	0,83	0,67	0,67				0,51	0,67		0,33	0,67		0,67	0,67		0,67		1,67		0,25	0,33			0,92	
Nemertini																										
	<i>Nemertea nd</i>		0,83	0,67	2,67	0,25	0,83	0,67		0,83	1,33	1,33		0,83	1,33		2,00		0,83	0,33	1,84	0,25			1,17	
Pantopodi																										
	<i>Pycnogonida nd</i>		0,83			0,51					0,33							0,67		0,51	0,67				0,33	
Platelminti																										
	<i>Platelminta nd</i>	0,67					0,83																			
Policheti																										
	<i>Ampharete acutifrons</i>	3,17	0,33	0,67	0,67					0,83	1,00	9,39	0,67									3,67	7,86	10,00	4,63	
	<i>Ampharetidae nd</i>	2,17	5,00								3,33	2,00		0,83								0,67	1,84	2,67	2,19	
	<i>Amphicteis gunneri</i>		0,33								1,67											0,67	1,33	0,51	0,17	
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	4,00	7,00	2,67	2,67	1,77		5,52		2,50	4,67	3,52	9,33	5,33	2,67	4,98	2,01	4,53	13,18	9,53	9,33	1,26	6,03	3,61	2,34	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>			0,67							1,67	1,68	1,33			1,33	0,33	0,67	4,19	0,84	3,33	0,76	1,34	1,85	0,33	
	<i>Aphroditidae nd</i>																									
	<i>Aponuphis brementi</i>																									
	<i>Arabella geniculata</i>																									
	<i>Capitella capitata</i>																									
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	14,00	8,50	7,33	4,67	3,86		1,34	5,33	7,50	3,00	1,68	6,50	4,17	4,00	2,31	2,34	5,01	5,50	9,68	3,68	3,53	9,24	2,35	4,17	
	<i>Cirratulidae nd</i>	3,00		1,33		1,17				1,67	0,67	1,01	1,50					0,67	0,51	0,67					1,25	

II SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Specie	Bioc.	Transetto B																		Controlli						
		250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	K1	K2	K3	K4	
Policheti																										
<i>Ditropa arietina</i>	MI	48,33	79,67	324,67	32,00	1,52		2,17	1,50	0,83	5,00	48,95	305,67	609,67	158,67	6,96	4,87	20,57	200,05	60,10	51,68	8,74	33,73	6,21	3,67	
<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C					0,67																				
<i>Drilonereis filum</i>	Lim	1,67										0,51								0,33		0,25			0,33	
<i>Eunice vittata</i>	Lre			1,33	0,67	0,51									0,67	0,67	0,51		1,67	1,33		0,51		0,59		
<i>Flabelligeridae</i> nd		0,67	1,67	2,00											0,67	0,67			0,33	1,33		0,51	0,51	0,33		
<i>Glycera rouxii</i>	MO	5,83	6,33	10,00	7,33	3,26	4,00	2,00	3,00	5,00	3,00	5,01	4,17	5,33	6,67	4,83	7,02	5,01	12,69	14,54	10,18	5,55	7,71	1,51	3,34	
<i>Goniada maculata</i>	VTC	11,00	11,17	10,00	6,00	0,76	2,50	6,69	7,83	5,00	3,33	4,34	10,17	13,33	7,33	1,65	0,84	10,02	10,01	15,71	10,00	3,03	4,17	2,85	1,42	
<i>Harmothoe</i> sp			3,33	0,67				1,01			0,33	1,33			0,67				0,51	1,17		0,25				
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	2,00	3,67	4,67	2,67			1,67	6,67	0,83	1,67	2,00	1,50	1,67	0,67			5,68	5,02	0,51	3,01	2,53	6,84	1,51	2,94	
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd		0,83					1,52									5,00		0,83			0,51				
<i>Labioleaneira yhleni</i>	VTC	1,33	3,33							0,83	0,33	1,17		0,67	0,67					0,67					0,59	
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	4,67		2,67	1,33			0,83	0,83	0,83	4,33	2,85	1,50	2,67	0,67			0,51	1,34	4,52	3,33	2,77	10,20	3,36	4,35	
<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,67	0,83	0,67		1,01		2,17								0,67		0,51		3,51	0,67	0,51		0,17	1,42	
<i>Magelona alleni</i>	VTC	2,17		4,00	1,33	1,26		7,34		2,50	1,33	3,68	1,50	0,67	0,67	1,33	1,17	3,17	13,17	2,52	4,34	2,86	2,01	0,33	0,59	
Maldanidae nd			1,67	0,67				0,83		0,83						0,67		0,67	1,34	1,68	0,67	0,33	2,17	0,67	0,67	
<i>Malmgreniella lunulata</i>	DE		0,83															0,67	0,67	0,67		0,51	1,01			
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,67		0,67	0,67			0,51		0,83		0,67						0,67	0,67	0,67		0,33			0,25	
<i>Melinna palmata</i>	Minut					0,51																0,67	0,25		0,25	
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	1,50	9,17	15,33	8,67	15,62	10,67	7,68	1,50	17,50	6,33	5,35	7,33	4,00	6,67	34,79	29,01	20,75	62,25	60,69	31,03	6,56	4,04	2,43	1,33	
<i>Nematonereis unicomis</i>	Mixt														0,67		0,83				0,67	0,25				
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC																			0,67	1,52		2,18	0,17		
<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	2,83	1,67								1,33	5,68	4,00	4,17	1,33			1,68	6,84	0,67	4,00	1,43	1,65	0,67	1,09	
<i>Nereididae</i> juv			0,83		0,67	0,83								0,67	1,33		2,67		0,51			0,25			0,33	
<i>Ninoe</i> sp			0,83								0,33	0,67														
<i>Nothria conchilega</i>	Sab	0,83	1,67	0,67	1,33	0,25			0,67		0,33	0,67	0,67	1,33	0,67		0,51		0,83		2,51	1,26	0,83	1,42		
<i>Notomastus aberans</i>	MO		0,83																	0,51	0,25	1,01	0,33		0,67	
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	0,67	0,83	0,67		1,17	0,51			0,83	0,33	0,51	0,67						1,68	2,00	2,53	2,16			2,01	
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	0,83	9,17	4,67	10,67	18,79	2,33	5,52	0,67	8,33	0,33	2,67	9,50	7,00	11,33	10,65	14,25	14,20	25,04	10,84	16,34	1,77	1,85	1,85	0,67	
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,33		2,67		1,50				0,67	1,33							0,67		1,33	5,84	0,84	3,67	1,09	0,84	
<i>Paraonidae</i> nd		9,67	20,67	12,00	13,33	5,56	3,17	3,67	1,33	7,50	5,33	10,71	9,33	21,67	6,00	9,96	8,04	15,72	33,52	30,10	24,87	7,98	17,78	4,12	5,27	
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab		0,83																		2,00				0,67	
<i>Phylodoce lineata</i>	Sm		0,83																							
<i>Phylodoce</i> sp		1,67	2,50	0,67	1,33	0,76	0,83		1,50						0,67	0,67		2,33	0,67	2,68		1,17	0,25	0,33	0,33	
<i>Phyllodoceidae</i> nd			0,83	0,67					0,67		0,33	0,67			1,33	0,98	0,51			0,51	0,67	0,84	0,25		0,25	
<i>Pista cristata</i>	Lim	0,67																							0,33	
<i>Pista</i> sp		0,67																							0,25	
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC					0,25																			0,76	
<i>Pomatoceros triquetter</i>	Sd						2,50	1,84															0,33	0,17	0,76	
<i>Prionospio</i> sp		3,67	2,33	4,00		0,51		0,51		1,67	0,33	3,19	1,67	0,67	0,67		3,54			1,67	2,00	2,02	1,68	1,59	1,42	
<i>Sabellidae</i> nd		6,00	15,00	6,67	2,67	2,18		3,03	0,67	5,00	3,00	8,89	7,00	3,33	4,00	10,42	11,04	10,71	19,20	12,88	14,85	5,29	7,73	3,70	3,77	
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim									0,83										0,51					0,76	
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	1,50	4,50			0,83	0,51			0,83	2,00	0,51	1,67		0,67				1,50	7,02	7,33	1,93	0,84	0,84	1,76	
<i>Serpula vermicularis</i>	AP	0,67	0,83							0,83		0,51							3,84	10,10		0,25	2,02	0,17		
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt																	0,67			0,17					
<i>Splaphanes bombyx</i>	SFBC		0,83	0,67	1,33	1,93		0,51							1,33	0,67		0,67			0,25					
<i>Stemaspis scutata</i>	VTC																					0,25				
<i>Sthenelais boa</i>	Lim	1,50	5,50	1,33						2,50		3,84	2,17	2,67				0,51	10,84	0,84	0,67	0,25	2,51	0,42	0,67	
<i>Syllidae</i> juv							0,51			2,00		2,00			1,33		0,33			2,51	0,25	0,33	0,25	0,33		
<i>Syllis</i> sp		3,83	5,83	2,67			3,51		5,00	2,00	2,69	3,83	1,50	0,67	0,98	0,33		7,83	6,69	5,17	1,01	3,31	2,60	0,76		
<i>Terebellidae</i> nd			5,00				0,51		0,83	0,33	0,67			0,67	0,67					1,34	1,33	0,25	0,25			
<i>Terebellides stroemi</i>	MO																			0,33	0,67	0,92	0,59	0,33		
Sipunculidi																										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	17,67	32,33	26,00	10,00	2,02		28,60	5,50	4,17	9,00	18,22	27,50	19,33	11,33	3,50	4,84	13,19	64,28	63,25	41,58	3,36	17,27	7,95	4,94	
<i>Sipuncula</i> nd		14,67	16,33	4,00	0,67			0,83	0,33	11,33	9,21	14,50	12,33	4,67	1,33	1,01		2,00	20,35	16,22	25,05	14,37	20,72	6,37	6,27	
Tunicati																										
<i>Ascidacei</i> Ascidacea nd																					0,67		0,33	0,17		
Densità totale		224,00	361,17	486,67	149,33	73,46	39,00	108,38	45,33	112,50	109,00	194,79	470,50	754,67	264,67	124,61	121,53	169,31	622,89	423,18	391,70	121,74	230,31	88,49	92,89	
Numero totale di specie		63	71	46	44	35	18	36	22	39	51	56	39	39	39	41	40	46	60	72	70	69	65	61	72	

ALLEGATO D

COMUNITA' BENTONICA

**LISTA E BIOMASSA (gr 0,095 m⁻²) DELLE SPECIE
RINVENUTE NEI VARI PERIODI DI
CAMPIONAMENTO.
PER OGNI SITO È ANCHE RIPORTATO IL NUMERO
TOTALE DI TAXA OSSERVATI.**

* = <0,001 gr

PRE-SURVEY (autunno 2008)

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Cnidari												
Antozoi												
<i>Alcyonium palmatum</i>					14,548			45,234				
<i>Epizoanthus</i> sp				0,094		0,006						0,015
Madreporaria nd		0,185			0,627		0,570	3,378	0,738			
Crostacei												
Anfipodi												
<i>Ampelisca diadema</i>	0,001	0,008	0,001	0,006	*	*	0,004		0,003	0,004	*	*
<i>Ampelisca intermedia</i>		0,013			0,007							0,011
<i>Hippomedon massiliensis</i>				0,005								
<i>Leucothoe</i> sp		0,000								*		
<i>Monoculodes carinatus</i>												
<i>Photis longicaudata</i>				*								
Copepodi				*								
Copepoda nd				*								
Cumacei		0,013	0,001	*								
Decapodi										0,204		
<i>Alpheus glaber</i>												
<i>Ebalia deshayesi</i>	0,006	0,008	0,018	0,015	0,001			0,002			0,072	
<i>Galathea</i> sp		*			0,013	0,006		0,020				
<i>Goneplax rhomboides</i>												1,683
<i>Liocarcinus depurator</i>	10,866											
<i>Liocarcinus</i> sp					0,003				0,008			
Paguridae nd				0,002	0,003						0,027	0,004
<i>Processa</i> sp	0,047			0,005						0,044		
<i>Solenocera membranacea</i>	0,860											
Isopodi									0,003			0,001
Isopoda nd												
Misidacei									0,007			
Misidiacea nd												
Ostracodi			0,001	0,001								0,003
Ostracoda nd												
Stomatopodi									0,137			
<i>Squilla mantis</i>												
Tanaidacei									0,004	0,002		
<i>Apseudes latreillei</i>												
Echinodermi												
Ofiuroidei				*		0,006		0,110	0,069	0,018		
<i>Amphiura chiajei</i>								0,026	0,002	*	*	
<i>Ophiura albida</i>		*	0,002		0,001							
Oloturoidei												0,015
Holothuriodea nd												
<i>Labidoplax digitata</i>						0,036						
<i>Thyone fusus</i>				0,055								
<i>Trachythone</i> juv		0,005						0,005				
Molluschi												
Bivalvi												
<i>Abra alba</i>						0,006						
<i>Abra prismatica</i>			0,003		0,018							
<i>Anomia ephippium</i>	0,048											
<i>Cardiomya costellata</i>					0,005							
<i>Clausinella brognartii</i>	0,590	0,220	0,011		2,075	1,416				0,038		
<i>Corbula gibba</i>			0,027			0,252		0,008				
<i>Cuspidaria rostrata</i>		0,027										
<i>Hiatella arctica</i>					0,058							
<i>Lucinella divaricata</i>							0,003	0,010				
<i>Myrtea spinifera</i>			0,008					0,002				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,048	0,209	0,376	0,264	0,291	0,175	0,172	0,198	0,112	0,088	0,105	0,029
<i>Nucula nitidosa</i>						*	0,001					
<i>Nuculana commutata</i>		0,079	0,029		0,006	0,033			0,045		0,007	0,008
<i>Phaxas adriaticus</i>						0,058					0,066	
<i>Pitar rudis</i>				0,009								
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,003	0,032	0,002							0,007	*	
<i>Psammobia fervensis</i>			0,052									
<i>Tellina balaustina</i>											1,398	
<i>Thyasira flexuosa</i>					0,008		0,015				0,001	
<i>Timoclea ovata</i>					0,033				0,006			0,027
Caudofoveati	0,010	0,008	0,002	0,003	0,007	0,002	0,007	0,004	0,011	0,001	0,002	0,002
Caudofoveata nd												
Gasteropodi									0,005			
<i>Acteon tornatilis</i>									0,013			
<i>Cylichna cylindracea</i>										0,016	0,015	
<i>Mangelia coarctata</i>				0,015	0,007			0,007				
Scafopodi		0,073		0,056								0,057
<i>Anthalis inaequicostata</i>												
Nemertini												
Nemertea nd						0,033		0,032	0,047			0,003

PRE-SURVEY (continuo)

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Policheti												
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,008	0,017	0,006	0,004	0,002	0,035	0,002	0,001	0,018	0,018	0,008	0,012
<i>Amphicteis gunneri</i>	0,001	0,007					0,001					
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,011	0,002	0,004	0,003	0,001	0,006	0,001	0,004
<i>Aphelochaeta marioni</i>			*		*		*					
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,002		0,018	*	0,004	0,006			0,018		0,005
<i>Dilonereis filum</i>											0,035	0,004
<i>Eunice vittata</i>	0,010		0,001	0,020	0,005	0,007			0,005	0,010	0,001	
<i>Glycera rouxii</i>	0,544	0,128	0,014	0,053	0,107	0,002	0,007	0,032	0,086	0,040	0,342	0,342
<i>Goniada maculata</i>	0,001	0,007	0,007	0,004	0,017	0,008	0,007		0,010	0,033	0,001	0,023
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,014	0,005	0,008	0,018	0,023	0,007	0,006	0,023	0,014	0,061	0,043	0,011
<i>Hydroides norvegica</i>				0,001								
<i>Lumbrineris gracilis</i>		0,002	*	0,006	0,006	*			0,001	0,004		
<i>Magelona alleni</i>	*	*	*	*	*	*	0,000					
Maldanidae nd						0,051					0,010	
<i>Malmgreniella lunulata</i>	0,004				0,005					0,007	0,007	
<i>Marphysa bellii</i>						0,001	0,005	0,003		*		
<i>Melinna palmata</i>		0,003					0,004					
<i>Minuspio cirrifera</i>	0,003	0,005	0,004	*	0,001	0,001	*	0,002	0,003	0,001	*	*
<i>Nematonereis unicornis</i>	0,008		0,004					0,004	0,012			*
<i>Nephtys hystricis</i>	*	*	0,057	0,001	*	0,253		0,357	0,015	0,016		0,005
Nereidae juv									*	*		
<i>Nothria conchilega</i>			*		0,001	0,003	0,004		*	*		
<i>Notomastus aberans</i>		0,002	0,024	0,092		0,009		0,009				
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,003	0,001	0,002	0,001	0,002	*	0,003		0,002	0,003	0,001	0,001
<i>Owenia fusiformis</i>	*				*							
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,009	0,002	0,003		0,001	0,007	0,004	0,001	*	0,003	0,004
Paraonidae nd	0,001	0,006	0,000	0,004	0,005	0,001	0,001	*	0,002	0,001	0,001	*
<i>Pectinaria koreni</i>	0,010			0,004	0,012	0,026		0,013				0,014
<i>Phyllodoce</i> sp				*								
Phyllodoceidae nd					0,001	*					*	0,003
<i>Prionospio</i> sp	0,003									0,004	0,004	0,006
<i>Sabellaria spinulosa</i>			0,002									
Sabellidae nd	0,029	0,029	0,060	*	0,005	0,032	0,001	0,013	*	0,012	0,001	0,075
<i>Scoletoma impatiens</i>	0,000	*	0,005	*	*	0,028	0,015	0,080		0,026	0,101	0,012
<i>Sigambra tentaculata</i>	*											
<i>Sthenelais boa</i>					*		0,003					0,002
<i>Syllis</i> sp	0,008	0,009	0,006	*	*	0,012	0,006	0,003	*		0,002	0,007
Terebellidae nd		0,007	0,002		*	0,002	0,002					
<i>Terebellides stroemi</i>	0,019	*		0,009		0,015						
Sipunculidi												
<i>Aspidosiphon mulleri</i>	0,212	0,369	0,095	0,024	0,008	0,142	0,255	0,228	0,010	0,003	0,109	0,317
Sipunculida nd	0,003	0,004	0,001	0,003	0,002	0,002	0,001	0,002	0,010	0,002	0,001	
Densità totale	13,363	1,496	0,833	0,794	17,925	2,672	1,110	49,952	1,260	0,688	2,364	2,707
Numero totale di specie	35	39	38	41	45	41	30	33	33	33	32	36

**PRIMO SURVEY CONDOTTO DURANTE I LAVORI DI INSTALLAZIONE
DI ANNAMARIA B
(inverno 2009)**

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Cnidari												
Antozoi		0,354										1,497
<i>Alcyonium palmatum</i>												
Anthozoa nd								0,004				
<i>Epizoanthus</i> sp	0,002											
Madreporaria nd				0,007							0,034	0,337
Crostacei												
Anfipodi												
<i>Ampelisca diadema</i>	0,004	0,002	0,003	0,003		0,002	0,004	0,005	0,010	0,005	0,012	0,002
<i>Ampelisca intermedia</i>				0,000								
<i>Erichthonius</i> sp			*									
<i>Eusirus longipes</i>				0,004				0,011			0,009	
<i>Hippomedon massiliensis</i>				0,007					0,001			
<i>Maera schmidtii</i>										*		
<i>Metaphoxus simplex</i>									0,001			
<i>Microprotopus maculatus</i>				*				*	*			
<i>Monoculodes carinatus</i>		0,001										
<i>Photis longicaudata</i>	*		*	*						*	*	
<i>Phtisica marina</i>								0,001				
<i>Stenothoe</i> sp									*			
Copepodi									*			*
Copepoda nd												
Cumacei	*							0,001	*	*	0,001	0,001
Decapodi								0,026				
<i>Alpheus glaber</i>								0,017				
<i>Ebalia deshayesi</i>	0,017			0,006		0,039		0,017				0,013
<i>Galathea</i> sp	0,020								0,001	0,022		
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,019	0,003						0,010				
<i>Jaxea nocturna</i>								0,029				
<i>Liocarcinus depurator</i>								0,012				5,372
<i>Liocarcinus maculatus</i>		0,012				0,017		0,047				
<i>Liocarcinus</i> sp	0,021			0,057						0,004		
Paguridae nd	0,003	0,001	0,010						0,005	0,015	0,008	
<i>Ponthophilus spinosus</i>				0,095								
<i>Processa</i> sp				0,002					0,021			
<i>Solenocera membranacea</i>	0,189		0,016							0,029		
Isopodi												
<i>Cirolana</i> sp			0,011									
<i>Gnathia</i> sp								0,001				
Isopoda nd	0,022	0,012	0,016	0,002		0,035	0,002	0,051				
Misidacei									*			
Misidiacea nd									*			
Ostracodi											*	*
Ostracoda nd												
Tanaidacei									*	*		
<i>Leptochelia savignyi</i>												
Echinodermi												
Ofiuroidei												
<i>Amphiura chiajei</i>	0,001			0,037					0,001		0,090	0,002
<i>Ophiura albida</i>	0,008	0,016		0,060		0,001	0,001	0,005	*	*	0,021	*
Oloturoidei												
Holothuriodea nd						0,064		0,002		0,002		
<i>Thyone fusus</i>				0,024						0,003		
<i>Trachythyone</i> juv	0,012										0,048	0,209
Molluschi												
Bivalvi												
<i>Azorinus chamasolen</i>											0,007	
<i>Clausinella brognartii</i>	0,003		0,007	0,266		1,548	0,569	0,049	0,538	0,313	0,232	0,438
<i>Corbula gibba</i>										0,012		
<i>Cuspidaria rostrata</i>								0,034				
<i>Gari fervensis</i>	0,060			0,001								0,071
<i>Modiolarca subpicta</i>				*								
<i>Myrtea spinifera</i>	0,111	0,001	0,110	0,071		0,062	0,082	0,194	0,207	0,128	0,060	0,196
<i>Mysia undata</i>											0,398	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				0,030				0,005				
<i>Nucula nitidosa</i>	0,018	0,016		0,047				0,004		0,093		0,028
<i>Phaxas adriaticus</i>		0,031										
<i>Pitar rudis</i>				0,290								
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,009			0,066					0,003	0,003	0,009	0,004
<i>Psammobia fervensis</i>											0,013	
<i>Tellina distorta</i>				0,027							0,001	
<i>Tellina serrata</i>												0,341
<i>Thyasira flexuosa</i>	*	*					*	0,001	0,002			
<i>Timoclea ovata</i>								0,008	0,273	0,295	0,137	0,048
Caudoveati	0,010	*	0,002	0,001		0,004	0,001	0,008	0,009	0,016	0,003	0,011
<i>Caudoveata</i> nd												

I SURVEY DURANTE LAVORI DI INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli				
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	
Gasteropodi <i>Calyptrea chinensis</i>					non campionata			0,004					
<i>Hyala vitrea</i>							0,000						
<i>Mangelia coarctata</i>		0,003		0,004				0,002		0,002	0,001		
<i>Polinices nitida</i>										0,002			
Scafopodi <i>Anthalis inaequicostata</i>	0,013		0,012	0,100			0,417		0,447			0,150	0,033
Nemertini Nemertea nd	0,004								0,014	0,006	0,012	0,001	
Policheti <i>Ampharete acutifrons</i>	0,010			0,003					0,004	0,008	0,004	0,002	0,007
<i>Amphicteis gunneri</i>				0,001					0,005	0,002	0,001	0,007	0,002
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,004	0,001	0,002	0,002			0,004	0,001	0,002	0,003	0,002	0,003	0,008
<i>Aphelochaeta marioni</i>							0,001			0,001		0,001	*
<i>Arabella geniculata</i>												0,018	
<i>Chaetozone caputesocis</i>	*			0,004			0,001			0,012	0,006	*	0,002
<i>Dorvillea rubrovittata</i>		*											
<i>Dilonereis filum</i>				0,007									
<i>Eunice vittata</i>	0,008			0,003					0,003	0,010		0,002	0,004
Flabelligeridae nd										0,004	0,002	0,009	0,008
<i>Glycera rouxii</i>	0,040	0,038	0,006	0,087			0,073	0,039	0,075	0,038	0,227	0,013	0,318
<i>Goniada maculata</i>	0,017		*	0,001				*	0,017	0,029	0,032	0,020	0,020
<i>Harmothoe</i> sp							0,002				0,008	0,001	0,001
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,012	0,021	0,037	0,011			0,020	0,020	0,030	0,029	0,055	0,041	0,052
<i>Hydroides niger</i>							0,003						
<i>Labioleanira yhleni</i>							*						
<i>Levinsenia oculata</i>		0,001					*						
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,003		*	0,002			*	*	0,004		0,004	0,007	0,012
<i>Lumbrineris latreilli</i>							0,018	0,004					0,052
<i>Macroclymene santanderensis</i>	0,006			0,024			0,006						
<i>Magelona alleni</i>	*		*	*			*		*		*	*	*
Maldanidae nd			0,010						0,002	0,001	0,005	0,004	
<i>Marphysa bellii</i>		0,001	*						0,001	0,001	0,011		
<i>Melinna palmata</i>												0,007	0,011
<i>Minuspio cirrifera</i>	*		*	0,001				*	*	0,001	0,001	0,002	*
<i>Nematonereis unicomis</i>	0,004			0,001						0,008		0,003	
<i>Nephtys hombergi</i>			0,122						0,222	0,033		0,017	
<i>Nephtys hystricis</i>	0,032			0,693				0,002	0,051	0,023	0,006	0,229	0,018
<i>Notomastus aberans</i>											0,007	0,001	0,004
<i>Nothria conchilega</i>	0,001	0,002	0,001	0,011			0,003	0,001	0,001	0,041	0,001	0,106	
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	*	0,001	*			0,001	0,001	0,001	0,003	0,005	0,001	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>										0,003			
<i>Owenia fusiformis</i>	0,002								0,001	*	*	0,002	*
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,003		0,002	0,002			0,001	0,001	0,005	0,002	0,002	0,007	0,007
Paraonidae nd	0,002	0,001	0,002	0,001			0,005	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	*
<i>Pectinaria koreni</i>		0,005	0,001	0,004					0,009	0,018		0,006	
<i>Phyllodoce lineata</i>	*	0,021	0,003						*	0,001	*	0,011	*
<i>Pista cristata</i>										0,001	0,010		0,002
<i>Prionospio</i> sp	0,004			0,004				0,009	0,014	0,005	0,001	0,002	
Sabellidae nd	0,002	*	*	0,006		*	*	0,012	0,018	0,014	0,011	0,028	
<i>Scalibregma inflatum</i>										0,002	*		
<i>Scoletoma impatiens</i>	*	*	0,002	0,001		0,024	0,009	0,008	0,004	0,015		*	
<i>Sigambra tentaculata</i>									0,001				
<i>Sthenelais boa</i>			0,001	*		0,001		0,009	0,001			0,003	
Syllidae juv	*			*								*	
<i>Syllis</i> sp	0,007	*		0,003		0,001	*	0,010	0,003	0,007	0,004	0,006	
Terebellidae nd	0,004						0,001	0,001	0,514		0,002	0,002	
<i>Terebellides stroemi</i>	0,023		0,031	0,027				0,008	0,029	0,025	0,039		
<i>Vermiliopsis infundibulum</i>									0,004				
Sipunculidi <i>Aspidosiphon mulleri</i>	0,214	0,059	0,011	0,150		0,022	0,001	0,144	0,034	0,111	0,121	0,087	
Sipunculida nd	0,001	0,002	0,003	0,001		0,002	0,002	0,003	0,006	0,004	0,003	0,002	
Densità totale	0,947	0,604	0,420	2,258		2,376	0,744	1,629	1,980	1,528	1,937	9,261	
Numero totale di specie	51	30	33	56		34	26	58	59	52	73	53	

SECONDO SURVEY CONDOTTO DURANTE I LAVORI DI INSTALLAZIONE DI ANNAMARIA B

(estate 2009)

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Briozoi												
Briozoa nd	0,160											
Cnidari												
Antozoi												
Actinaria nd						0,061				*		0,107
<i>Alcyonium palmatum</i>										14,015		
Idrozoi												
Hydroidea nd								0,001				
Crostacei												
Anfipodi												
<i>Ampelisca diadema</i>	0,007	0,002	*	0,011	0,020	0,003	*	0,004	0,002	0,005	0,013	0,004
<i>Ampelisca intermedia</i>								0,001	0,003	*	0,004	
<i>Eusirus longipes</i>				*				0,004			0,007	0,006
<i>Hippomedon massiliensis</i>	*	0,006			*	*			0,007			
<i>Lepidepecreum longicome</i>	0,004											
<i>Leucothoe</i> sp										0,001		
<i>Metaphoxus simplex</i>					*			*	*		*	
<i>Microprotopus maculatus</i>		*						*	*	0,001		*
<i>Monoculodes carinatus</i>			*		*					*	*	*
<i>Maera schmidtii</i>	0,001											
<i>Photis longicaudata</i>									*	0,001	*	
<i>Phtisica marina</i>	*			*	*		*	*	*	*	*	*
<i>Pseudolyrius kroyerii</i>										*		
<i>Stenothoe</i> sp							*					
<i>Synchelidium</i> sp		*								*		
Cirripedi												
<i>Balanus amphitrite</i>						0,774						
Copepodi		*	*					*	*	*		
Copepoda nd												
Cumacei				*	*	*		0,001	0,001	*	*	*
Cumacea nd												
<i>Iphinoe serrata</i>							0,003			*		
Decapodi												
<i>Alpheus glaber</i>										0,042	0,127	0,046
<i>Callinassa subterranea</i>		0,001					*	0,001	*			
<i>Ebalia deshayesi</i>									*			
<i>Galathea</i> sp			0,011			*						0,004
<i>Goneplax rhomboides</i>			0,013									
<i>Liocarcinus depurator</i>		0,186	2,730									
<i>Liocarcinus</i> sp			0,001					0,051				0,061
Paguridae nd	0,050	0,034	0,022	0,007	0,037	0,024	0,015	0,013	0,011	0,005	0,002	0,005
<i>Pilumnus hirtellus</i>			0,133									
<i>Processa</i> sp									0,017		0,002	0,045
<i>Solenocera membranacea</i>												0,665
Isopodi		*	*								*	
<i>Gnathia</i> sp												
Isopoda nd	0,012	0,059	0,028	0,003	0,076	0,045		0,031	*	0,001	0,001	0,002
Ostracodi		*		0,001	*					0,002		0,001
Ostracoda nd												
Stomatopodi								0,009				
<i>Squilla mantis</i>								*				
Tanaidacei									0,002	0,018		
<i>Apseudes latreillei</i>												
Echinodermi												
Asteroidei												
<i>Astropecten irregularis</i>		0,001						0,056	0,003	0,201		0,001
Echinoidei											7,083	
<i>Brissopsis lyrifera</i>												
Ofiuroidei									0,001	0,028		0,009
<i>Amphiura chiajei</i>									0,001	0,001	0,005	0,004
Ophiuroidei												
<i>Ophiura albida</i>	0,006	0,017	0,001	0,019	0,004	0,005	0,010	0,387	0,001	0,001	0,005	0,004
Oloturoidei												
Holothuriodea nd	0,006							0,035				
<i>Thyone fusus</i>											0,022	
<i>Trachythone</i> juv									0,002		0,007	
Molluschi												
Bivalvi												
<i>Abra alba</i>	*	0,012		*				0,001		0,001		
<i>Anomia ephippium</i>		0,003	0,010			0,054	0,158					
<i>Cardiomya costellata</i>												0,004
<i>Chlamys</i> sp						1,138						
<i>Clausinella brognartii</i>				0,111			1,075	0,354		0,249	0,212	
<i>Corbula gibba</i>	0,004			0,032	0,024		*	0,001	0,009		0,045	
<i>Gari fervensis</i>	0,029											
<i>Hiatella arctica</i>		0,004	0,001		0,015	0,004	0,001					0,001
<i>Laevicardium oblongum</i>		17,198										
<i>Limaria hians</i>												0,010
<i>Modiolarca subpicta</i>		0,002	0,002	0,019		*					*	
<i>Myrtea spinifera</i>	0,142		0,009	0,571	0,203			0,154	0,463	0,241	0,155	0,159
<i>Mysella bidentata</i>		0,005				*	0,004	*				

II SURVEY DURANTE LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Molluschi												
Bivalvi												
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,001											
<i>Nucula nitidosa</i>	0,106			0,094				0,025	0,010	0,022		0,025
<i>Pallium incomparabile</i>			0,002									
<i>Paphia aurea</i>						0,070						
<i>Phaxas adriaticus</i>	0,005	0,001		0,001	0,020		0,001	0,005			0,003	0,013
<i>Pitar rudis</i>	0,013			0,002	0,261		*					
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,037	0,007		0,102	0,017	0,211	0,004	0,174		*	0,055	0,018
<i>Saccella commutata</i>	0,019									0,039		
<i>Scapharca demiri</i>	0,003							0,000				
<i>Tellina distorta</i>									0,003			
<i>Tellina nitida</i>										*		
<i>Thyasira flexuosa</i>	0,001		0,001	*			0,013	0,001	0,002	0,004	0,022	0,002
<i>Timoclea ovata</i>		0,010						0,001				
Caudofevati								0,002	0,005	0,009	0,009	0,016
<i>Caudofoveata nd</i>	0,005			0,009	0,002					0,172		
Gasteropodi												
<i>Aperiovula adriatica</i>												
<i>Calyptraea chinensis</i>	0,020	0,005			0,001				0,040			
<i>Cylichna cylindracea</i>	0,003				0,001				*		0,005	*
<i>Mangelia coarctata</i>			*		0,036							
<i>Nassarius incrassatus</i>								0,070				
<i>Polinices nitida</i>	0,020	0,004		*				0,002	0,027			
Scafopodi									0,044	0,032	0,056	0,418
<i>Anthalis inaequicostata</i>	0,156	0,330	0,081	0,066								0,364
Nemertini												
Nemertea nd	0,050		0,004	*		0,022		0,012	0,003	0,051	0,007	
Pantopodi												
Picnogonidi												
<i>Pycnogonida nd</i>		*							*	*		
Policheti												
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,004	0,001	*	0,003	0,007	0,001	0,001	0,006	0,023	0,011	0,014	0,012
<i>Amphicteis gunneri</i>								0,001				
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>							*					
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,004	0,002	0,004	0,007	0,001	0,001	0,004	0,005	0,006	0,008	0,006
<i>Aphelocheta marioni</i>	0,004							*				
<i>Arabella geniculata</i>												0,005
<i>Capitella capitata</i>		*										
<i>Ceratonereis costae</i>			0,001				0,001					
<i>Chaetozone caputesocis</i>	*			0,001			*	0,001		0,004	*	0,004
Cirratulidae nd											0,005	*
<i>Ditrupa arietina</i>	0,075	0,019	0,001	0,145	0,197	0,013	0,417	0,583	0,134	0,016	0,003	0,001
<i>Eteone picta</i>		0,001										
<i>Euclymene sp</i>			0,001							0,001		
<i>Eunice vittata</i>	0,006			0,001	0,004		0,006	0,002		0,001		0,011
Flabelligeridae nd											0,015	
<i>Glycera rouxii</i>	0,103	0,044	0,050	0,027	0,050	0,053	0,022	0,113	0,023	0,095	0,287	0,008
<i>Goniada maculata</i>	0,018	0,026	0,026	0,029	0,004	0,034	0,052	0,019	0,044	0,021	0,002	0,008
<i>Harmothoe sp</i>			*							0,002	0,002	
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,041	0,008	0,015	0,129	0,029	0,034	0,010	0,036	0,031	0,015	0,001	0,049
<i>Hydroides elegans</i>						0,001						0,002
<i>Hydroides niger</i>						*						
<i>Hydroides norvegica</i>		*	0,003	0,003		0,001	0,002	*		*		*
<i>Levinsenia oculata</i>		*	0,000		*		*	*		*		
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,013		0,009	0,027	0,001	0,004	0,001	0,001	0,007	*	*	0,002
<i>Lysidice ninetta</i>								0,001			*	
<i>Macroclymene santanderensis</i>										0,008	0,035	
<i>Magelona alleni</i>	*			*	*	0,002		*	*	*	*	0,001
Maldanidae nd		0,003									0,032	0,022
<i>Malmgreniella lunulata</i>	0,004											
<i>Marphysa bellii</i>				0,004			*	*	0,001	0,001	0,003	0,002
<i>Minuspio irrifera</i>	0,001	0,034	0,002	0,004	0,001	0,013	0,015	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002
<i>Nematoneis unicomis</i>		0,005										
<i>Nephtys hombergi</i>				0,028		*	0,009	0,220		0,008	0,260	0,108
<i>Nephtys hystrix</i>	0,004	*			0,007			0,004	0,044	0,015	0,002	
Nereidae juv		0,001						*		0,001		
<i>Nothia conchilega</i>	*	0,002		0,016		*	0,006	0,003	0,002	0,002	0,009	0,004
<i>Notomastus aberans</i>	0,005			0,000	0,007				0,004	0,004	0,037	0,074
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002
<i>Ophiodromus flexuosus</i>											*	
<i>Owenia fusiformis</i>	*	0,025	0,003	0,012	0,007	0,003	0,003	0,009	0,007	0,039	0,015	0,015
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001		*	0,001	0,001	*	0,001	*	0,002	0,006	0,001	0,006
Paraonidae nd	0,002	0,001	*	0,001	0,001	*	*	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
<i>Pectinaria koreni</i>		0,006	0,001	*		0,003	0,001	*	0,001	0,018		0,003
<i>Phyllococe lineata</i>	0,001	0,001	0,004			*	0,001	0,008				*
Phyllodoceidae nd	*				0,001				*			
<i>Poecilochetus serpens</i>		0,003	0,002			0,005	0,002					*
<i>Polydora ciliata</i>			0,000				0,005					
<i>Pomatoceros triqueter</i>			0,007						*			
<i>Prionospio sp</i>			0,001	0,001				*	0,015	0,014	0,008	0,012
Sabellidae nd	0,009	0,004	0,001	0,005	0,008	0,002	*	0,014	0,044	0,012	0,020	0,013
<i>Scoletoma impatiens</i>	0,003		*			0,012	0,004	0,008	0,007	0,059	0,010	0,010
<i>Serpula vermicularis</i>								0,000				
<i>Sphaerosyllis sp</i>					*							
<i>Sternaspis scutata</i>											0,003	
<i>Sthenelais boa</i>		0,007		0,025				0,002	*	*	0,001	0,003
Syllidae juv				*				0,002	*	*	*	*
<i>Syllis sp</i>				0,002	*			0,003	*	0,003	0,004	0,009
Terebellidae nd	0,004									0,004	0,009	
<i>Terebellides stroemi</i>	0,003							0,003	0,013	0,005	0,019	0,007
Sipunculidi												
<i>Aspidosiphon mulleri</i>	0,009	0,115	0,118	0,684	0,160	0,164	0,117	0,213	0,029	0,071	0,244	0,316
Sipunculida nd	0,003	0,001	0,001	0,007	0,007	0,004		0,009	0,008	0,005	0,007	0,009
Densità totale	1,173	18,196	3,296	2,206	1,214	2,763	2,027	2,672	1,066	15,617	9,262	2,297
Numero totale di specie	56	53	48	50	43	44	46	70	57	69	63	65

**TERZO SURVEY CONDOTTO DURANTE I LAVORI DI
INSTALLAZIONE DI ANNAMARIA B**

(inverno 2010)

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Biozoi												
Briozoa nd			0,007				0,562					
Cnidari												
Actinaria nd					0,087							
Epizoanthus sp										0,025	0,003	
Madreporaria nd					0,420	0,017						0,020
Idrozoi												0,010
Hydroidea nd			0,006					0,041				
Crostacei												
Amfipodi												
Ampelisca diadema		0,005			0,001			0,001	0,006	0,001		0,001
Ampelisca intermedia	*							0,002	0,001			0,004
Corophium sp							*					
Harpinia dellavallei									0,001			
Hippomedon massiliensis					0,002					*		
Leucothoe sp								0,001				
Metaphoxus simplex							0,001					
Microtopotus maculatus									*			*
Monoculodes carinatus						*					*	
Phtisica marina				*				0,001				
Synchelidium sp								*				
Westwoodilla rectirostris												*
Copepodi												*
Copepoda nd		0,002			*	*						*
Cumacei									*			*
Cumacea nd	*											
Iphinoe serrata										*		
Decapodi												
Alpheus glaber												0,007
Ebalia deshayesi									0,009	0,015	0,007	0,010
Galathea sp				0,001			0,008					
Liocarcinus maculatus												0,008
Paguridae nd	0,006	0,010	0,002	0,015	0,008	0,022	0,043	0,055			0,003	0,008
Ponthophilus spinosus		0,431										
Processa sp					0,002							
Solenocera membranacea	0,946											
Isopodi												
Cirolana sp		*				0,017	0,005		0,001			*
Gnathia sp												
Isopoda nd	0,007			0,003	0,036	0,003	0,005	0,012				
Misidacei									*			
Misidiacea nd			0,001		0,002							
Ostracodi	*										*	
Ostracoda nd												*
Tanaidacei					*				0,008		0,001	*
Apseudes latreillii												
Echinodermi												
Asteroidei										0,046		
Astropecten irregularis										1,533		
Echinoidei												
Brissopsis lyrifera												
Ofiuroidei												
Amphiura chiajei			0,129	0,015								
Ophiura albida		0,013	*	0,027	*		0,075	0,005		*	0,041	0,061
Oloturoidei												
Holothuria forskali					24,971							*
Holothuriodea nd							0,001					
Labidoplax digitata									0,026			
Thyone fusus									0,020	0,085		0,208
Trachythyone tergestina										0,155	0,011	
Molluschi												
Bivalvi												
Abra alba								0,025				
Chlamys varia							0,145					
Clausinella brogniartii	0,957	0,457		0,222	2,058	1,226	0,878	0,942	0,554	1,352	0,571	0,235
Corbula gibba					0,005	0,001	0,006	0,059		0,003		
Gari fervensis	0,048						0,003					
Hiatella arctica							0,043					0,002
Modiolarca subpicta					0,001							
Myrtea spinifera	0,259	0,200	0,009	0,360	0,080	0,209		0,275	0,198	0,172	0,068	0,087
Mysella bidentata		0,001						0,001				
Mysia undata		0,001										
Mytilus galloprovincialis		*	0,001				*					*
Nucula nitidosa	0,034		0,003	0,033	0,279	0,037	0,176	0,107	0,072	0,002	0,022	0,036
Phaxas adriaticus		0,003							0,006		0,006	
Pitar rudis					0,255							
Plagiocardium papillosum				0,037	0,060	0,017				0,001		
Saccella commutata												0,005
Tellina juv		0,002										
Tellina nitida			*								0,334	
Tellina serrata									0,435		0,066	
Thracia papyracea								0,010				0,003
Thyasira flexuosa					*				*	*		
Timoclea ovata	0,548		0,003	0,150	0,172	0,342	0,194	0,295	0,007	0,022	0,032	0,060
Caudofoveati												
Caudofoveata nd	0,006	0,002		0,004	0,003			0,007	0,016	0,013	0,002	0,004

III SURVEY DURANTE LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	AM1	AM NW	AM SE	AM3	AM2	AM NE	AM SW	AM4	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60 m	0 m	0 m	60 m	60 m	0 m	0 m	60 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Molluschi												
Gasteropodi	0,006							0,025	0,098	0,012		
<i>Calyptrea chinensis</i>												
<i>Cylichna cylindracea</i>									0,006		0,006	
<i>Gibbula</i> sp									0,005			
<i>Mangelia coarctata</i>					0,016		0,004					
<i>Polinices nitida</i>		0,117	0,018	0,036	0,002	0,037	0,053	0,015	0,001		0,010	
<i>Turritella communis</i>	0,143											
Scafopodi	0,039				0,286						0,020	
<i>Anthalis inaequicostata</i>												
Nemertini												
Nemertea nd		0,000				0,012			0,012		*	0,007
Pantopodi												
Picnogonidi										*	*	
<i>Pycnogonida</i> nd												
Platelminti												
Platelminta nd												0,003
Policheti												
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,006	0,001			0,005	0,002	*	0,003	0,011	0,015	0,005	0,005
<i>Amphiteis gunneri</i>									0,011		*	
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,004	0,001		0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,001	0,004
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0,001				*			*				
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,002			0,002		0,004		0,003	0,007	0,006	*	*
Cirratulidae nd												0,001
<i>Dirupa arietina</i>	0,002	0,002	0,003	0,002	0,074	0,035		0,022	0,021	0,017	0,008	0,012
<i>Dilonereis filum</i>	0,012					0,012				0,018	0,028	
<i>Eteone picta</i>		0,001					0,007	*				
<i>Eunice vittata</i>	0,234	0,003		0,001		0,008	*	0,018	0,004	0,001	0,004	0,021
Flabelligeridae nd					0,013			0,005	0,001	0,013		
<i>Glycera rouxii</i>	0,027	0,009	0,029	0,013	0,856	0,001	0,001	0,012	0,030	0,083	0,005	0,123
<i>Goniada maculata</i>	0,012	0,004	0,005	0,010	0,011	0,018	0,006	0,019	0,017	0,042	0,010	0,009
<i>Hamothoe</i> sp	*				0,005				0,001			0,002
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,014	0,046	0,001	0,036	0,030	0,017	0,006	0,047	0,028	0,009	0,017	0,012
<i>Hydroides norvegicus</i>						0,001						
<i>Hydroides</i> sp							0,002					
<i>Labioleanira yhleni</i>									0,005			
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,004	0,002	*	0,004	*	0,005	0,003	0,005	0,004	0,001	*	0,003
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0,013											
<i>Lysidice ninetta</i>								0,001				
<i>Macroclymene santanderensis</i>	0,002	0,003			0,004			0,009			0,001	0,002
<i>Magelona alleni</i>	*	*		*	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001
Maldanidae nd							0,003					0,001
<i>Marphysa bellii</i>	0,007	*					0,001	0,005			0,002	
<i>Minuspio cirrifera</i>	0,002	0,001	*	0,002	*	0,003	0,001	0,001	0,003	0,001	*	0,004
<i>Nematonereis unicornis</i>						0,005			0,005		0,002	*
<i>Nephtys hombergi</i>					0,253			0,008		0,051	0,010	
<i>Nephtys hystericis</i>	0,007			0,004		0,002			0,598	0,018	0,015	0,026
Nereididae juv	*											
<i>Ninoe</i> sp					0,036					0,010		
<i>Nothria conchilega</i>	*			0,004	0,013	0,001	*	0,012	0,016	0,003	0,005	0,013
<i>Notomastus aberans</i>		0,001							0,001		0,006	0,046
<i>Ophelina cilindricaudata</i>					*				0,001	0,002	0,001	0,001
<i>Owenia fusiformis</i>	0,002	0,024	*	0,002	0,034		0,010	0,002	*	0,004	0,005	0,019
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	*			*		0,001	0,001	0,002	*	0,001	0,002
Paraonidae nd	0,006	0,002		0,002	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,003	0,001	0,001
<i>Pectinaria koreni</i>							*		0,008		*	0,006
<i>Phyllococe lineata</i>			0,005				0,010					
<i>Phyllococe</i> sp			*					0,004		*	*	0,001
<i>Pista cristata</i>										*	*	
<i>Poecilochetus serpens</i>			*		*						0,015	
<i>Pomatoceros triqueter</i>			0,001				0,001	*				
<i>Prionospio</i> sp					0,000		*	0,001	0,001	0,004	0,007	0,001
Sabellidae nd	0,002	0,001	0,001	0,006	0,006	0,002	0,018	0,008	0,004	0,011	0,011	0,005
<i>Scalibregma inflatum</i>												0,002
<i>Scoletoma impatiens</i>		0,004		0,001	0,003	0,011	0,003	0,005	0,001	0,001	0,003	0,007
<i>Sphaerosyllis</i> sp											*	
<i>Spiophanes bombyx</i>			*				0,001					
<i>Sthenelais boa</i>	0,005	0,003		0,005	0,008	0,007	0,010	0,003		0,013	*	
Syllidae juv										*		
<i>Syllis</i> sp	0,001			0,001	0,005	0,013		0,005	0,001		0,002	0,002
Terebellidae nd						0,001			0,016			
<i>Terebellides stroemi</i>									0,010	0,001	*	0,005
Sipunculidi												
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,183	0,017		0,017	0,161	0,549	0,001	0,205	0,001	0,030	0,113	0,029
<i>Sipuncula</i> nd	0,006	0,009		0,005	0,001	0,003	0,001	0,003	0,006	0,004	0,002	0,007
Tunicati												
Ascidacei				33,293								
<i>Phallusia mammillata</i>												
Densità totale	3,559	1,379	0,225	34,315	30,267	2,642	2,292	2,301	3,878	2,221	1,506	1,137
Numero totale di specie	43	38	25	34	53	38	47	50	57	50	58	60

PRIMO SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE DI ANNAMARIA B

(estate 2010)

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
ozoi																								
Briozoa nd					0,216								0,003											
idari																								
Actiniaria nd													*	0,321								0,069		0,017
<i>Alcyonium palmatum</i>					0,021				0,133			0,092				0,163				0,001		0,028	0,002	
Anthozoa nd																								
<i>Epizoanthus</i> sp			0,070						0,006															
Madreporaria nd			0,220						0,251		0,446													
Hydroidea nd	0,007						0,019	0,006			0,033				0,007									0,011
stacei																								
Anfipodi																								
<i>Ampelisca diadema</i>	0,001	0,002	0,001	0,005	0,002	*	0,001	*	*	0,004										0,003	0,002	0,003	0,002	0,001
<i>Ampelisca intermedia</i>											0,004													
<i>Caprella</i> sp		*																						
<i>Corophium</i> sp	0,002	*	*				*					*	*	0,001	*				*	*	0,001	*	*	*
<i>Hippomedon massiliensis</i>			0,007														0,004							
<i>Iphimedia</i> sp				*																				
<i>Leucothoe</i> sp		*																			*			
<i>Metaphoxus simplex</i>													*	*	*								*	*
<i>Microprotopus maculatus</i>																								*
<i>Monoculodes carinatus</i>					*					*								*						*
<i>Orchomene grimaldii</i>			*								0,002	*	*		*	0,005	0,001	*			*	*	*	0,009
<i>Photis longicaudata</i>	*			*		0,002					*	*	0,002	*	*				0,001	*	*	*	*	*
<i>Phtisica marina</i>	*		*		*	*			*		0,001	*	0,002	*	0,001	0,001	*			0,001	*	*	*	*
<i>Westwoodilla rectirostris</i>																								*
Cirripedi					0,440																			*
<i>Balanus trigonus</i>																0,360								*
Copepodi	*	*								*	0,001		0,002	*	0,001	*		*	*	*	*	*	0,005	*
Cumacei	0,001	*	*	0,001							0,002		0,002	*	*	*				*	*	*	0,001	*
<i>Iphinoe serrata</i>			0,001																					*
Decapodi																								
<i>Callinassa subterranea</i>																								*
<i>Ebalia deshayesi</i>		0,020																					0,004	*
<i>Galathea</i> sp							*						0,005		0,088	0,006							0,002	0,013
<i>Goneplax rhomboides</i>																								
<i>Liocarcinus depurator</i>			3,036																				0,083	
<i>Liocarcinus maculatus</i>									0,023															0,018
<i>Liocarcinus</i> sp					0,008											0,003					0,012			0,018
Paguriidae nd		0,005	0,013	0,003	0,001	0,005	0,002	0,005	*	0,018	0,001	0,004		0,003	0,006	0,001	0,001	0,007		0,041	0,098	*	0,003	
<i>Processa</i> sp				0,003				*						0,003	0,001					0,001	0,001	0,029	*	0,003
<i>Upogebia deltaura</i>																								*
Isopodi																								
<i>Anthura gracilis</i>																								*
<i>Cirolana</i> sp	0,001		0,004								*		*										0,024	*
<i>Eurydice</i> sp				0,002						0,005				*	0,002	0,001	0,002						*	*
<i>Gnathia</i> sp	*				*				*		*		*								*		*	*
Isopoda nd																								*
<i>Jaeropsis</i> sp																								*
Misidacei					0,001		0,001				0,003	0,001	*	*	0,002	0,001		0,002		*	*	*	0,009	*
Misidiacea nd											*	*	*	*	*	*							*	*
Ostracodi	0,001	*	0,002																*	*	0,002	0,096	0,003	*
Ostracoda nd																								*
Stomatopodi																								*
<i>Platysquilla eusebia</i>																								*
Tanaidacei	*										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,012	0,003	*	*
<i>Apseudes latreillii</i>											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*
<i>Leptocheilia savignyi</i>	0,001		*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*
hinodermi																								
Asteroidei					0,687																			0,873
<i>Astropecten irregularis</i>					1,238																			
Echinoidei																								
<i>Psammechinus microtuberculatus</i>																								
Oliuroidei	0,002	0,001	0,044	0,001	*			0,001		0,001			*	0,052								*	*	0,001
<i>Amphura chiajei</i>		*	0,008	*									*	*	*	*	*	*	*	*				*
<i>Ophiura albida</i>					0,004						0,002		0,001	*		0,039	*			0,008	*	*	*	
Oloturoidei																								
Holothurioidea nd				0,005	0,003																0,002	0,002		0,024
<i>Labidoplax digitata</i>																								
<i>Thyone fusus</i>																					1,913			0,226
<i>Trachythone elongata</i>											0,001													
<i>Trachythone juv</i>									0,145															0,004
<i>Trachythone tergestina</i>	0,023																							

I SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli						
	A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla futura piattaforma	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	
Molluschi																									
Bivalvi																									
<i>Abra alba</i>											*														
<i>Anomia ephippium</i>							0,140	0,030			0,001													0,004	
<i>Arca tetragona</i>																							0,009		
<i>Cardiomya costellata</i>																									
<i>Chlamys varia</i>								0,163																	
<i>Clausinella brogniantii</i>	0,979		1,132	0,102					2,625	0,494	1,016			0,415	0,505	0,429					0,174		0,017	1,921	
<i>Corbula gibba</i>		0,075		0,023	0,005			*				0,006	0,097				0,110	0,003			0,023		0,060		
<i>Gari fervensis</i>			0,006	0,036	0,013			0,014						0,003			*				0,001				
<i>Hiatella arctica</i>	0,018	0,001									0,001	0,001			0,004	0,001				0,019				0,001	
<i>Lembulus pellus</i>	0,153																								
<i>Limaria hians</i>										0,012															
<i>Lucinella divaricata</i>		*	*							0,225	0,002	*								*		0,001	0,003	*	
<i>Lyonsia norvegica</i>										0,134										0,069	0,266				
<i>Modiolarca subpicta</i>							0,016																		
<i>Modiolula phaseolina</i>			0,004						*					0,002											
<i>Myrtea spinifera</i>	0,761	0,170	0,486	0,323	0,306	0,058	0,125	0,326	0,424	0,201	0,462	0,198	0,258	0,107	*							0,128	0,120	0,183	0,062
<i>Mysella bidentata</i>																	*								
<i>Mytilus galloprovincialis</i>							0,407																		0,001
<i>Neopycnodonte cochlear</i>															0,392	0,464									
<i>Nucula nitidosa</i>	0,035	0,109	*	0,003					0,040	0,010	0,021	0,004	0,091	0,017							0,013	0,008	0,033		0,012
<i>Palliolium incomparabile</i>																									
<i>Phaxas adriaticus</i>		*																			0,012	0,041		0,004	
<i>Pitar rudis</i>	0,215			0,001				*															0,012		
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,002																								
<i>Pododesmus patelliformis</i>																									0,028
<i>Saccharca commutata</i>																							0,034	0,066	0,070
<i>Scapharca demiri</i>							0,029																		
<i>Tellina balaustina</i>			0,509								0,354														
<i>Tellina distorta</i>	0,198			0,009											0,002	0,004				*	0,003				0,001
<i>Tellina nitida</i>	0,006															0,007									
<i>Tellina serrata</i>		0,206								0,001															0,038
<i>Thracia papyracea</i>																	*								
<i>Thyasira flexuosa</i>	0,000																						*		0,001
<i>Timoclea ovata</i>	0,003	0,829	0,215	0,100	0,134		0,015	0,164	0,561	0,399	0,009	0,290	0,258	0,903		0,004	0,192	0,361		0,037	0,554	0,095	0,025	0,004	
Caudofoveati	0,025	0,011	0,010	0,005				0,007	0,024	0,005	0,015	0,004	0,009	0,005			0,003	0,005	0,006	0,008	0,010	0,017	0,005	0,004	
Gasteropodi																									
<i>Acteon tomatis</i>																									
<i>Calliostoma granulatum</i>																									
<i>Calyptrea chinensis</i>		0,039								2,648															
<i>Cylichna cylindracea</i>	0,010	0,009						0,003		0,017	0,005	0,001									0,002	0,018	0,001	0,001	*
<i>Epitonium commune</i>										0,007	0,031			0,008											
<i>Hyalia vitrea</i>																									
<i>Mangelia coarctata</i>				0,001														0,001							
<i>Nassarius incrassatus</i>																									
<i>Nassarius pygmaeus</i>																									
<i>Odostomia sp</i>										0,015															
<i>Philine aperta</i>						0,001				0,019															
<i>Polinices nitida</i>		0,025	0,010	0,030	0,031		0,033	0,014	0,091	0,012	0,013	0,010			0,039	0,022	0,001								
<i>Trophonopsis muricatus</i>																									0,013
<i>Turritella communis</i>														0,018	0,058										
Scafofodi	0,030			0,631	0,118		0,081		0,394	0,281											0,088	0,352	0,245		
<i>Anthalis inaequicostata</i>																									
Nemertini																									
Nemertea nd		0,000	0,002	0,001	*		0,007	*		0,004	0,001		0,016	0,001		0,005	0,001		*	0,001	0,003	0,022	0,002		
Pignogonidi																									
Pycnogonida nd		*								*		*				0,001					*	*	*		
Platelminti																									
Platelminta nd						*										*									
Policheti																									
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,004	0,001	*	0,002	0,003			0,004	*	0,002	0,022	*	0,001	*		0,006	0,001	*		0,003	0,004	0,006	0,016	0,004	0,001
Ampharetidae nd	*	*		*	0,002			0,001	0,002	0,006	0,001	0,001	0,002		0,001	*			0,004	0,002	0,007	0,006	0,006	*	*

I SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Transetto A										Transetto B										Controlli			
	A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
<i>Amphicteis gunneri</i>																					0,001		0,001	
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*												*							*				
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001		*	0,002	0,001	0,005	0,007	*	0,001	0,002	*	*	0,001	*	0,003	0,001	0,002	0,004	0,003	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>													*									*		
<i>Aphrodita aculeata</i>																2,829								
Aphroditidae nd																				0,002				
<i>Aponuphis brementi</i>	0,493	0,050	0,128	0,043	0,026		0,014	0,065	0,036	0,024	0,028	0,044	0,025	0,053	0,021	0,035	0,017	0,009	0,024	0,070	0,032	0,009	0,011	0,044
<i>Capitella capitata</i>				0,005	0,009	0,004	0,000	*				*	*	*	0,009	0,008	*	*	*	*	0,000	*	*	*
<i>Chaetozone caputesociis</i>	0,004	0,002		*	0,001				0,002		0,003	0,001	0,001		0,001	0,001	*	*	0,004	*	0,004	*	*	*
Cirratulidae nd																								
<i>Dirrupa arietina</i>	0,316	0,783	9,584	0,565	0,004	0,003	0,029	0,039	0,685	0,077	0,557	0,024	1,139	8,074	0,229	0,093	1,346	3,741	1,919	3,312	0,125	1,130	0,108	0,017
<i>Dorvillea rubrovittata</i>					*																			
<i>Drilonereis filum</i>									0,041	0,013		0,003	0,012		0,007		0,002			0,000	0,065	0,001	0,009	
<i>Eunice vittata</i>			0,011	0,004			*	0,001	0,027					0,008	0,005	0,013	0,007	0,002	0,001	0,008	*	*	0,001	
<i>Filograna</i> sp					0,003										0,023	0,008	*				0,001	*	*	
Flabelligeridae nd																				0,001	0,001	*	*	*
<i>Glycera rouxii</i>	0,000	0,003	0,004	0,007	0,007		0,003	0,027	0,025	0,039	0,053	0,052	0,085	0,017	0,002	0,005	0,026	*	0,128	0,062	0,036	0,507	0,050	0,120
<i>Glycera</i> sp									0,200															
<i>Goniada maculata</i>	0,014	0,005	0,002	0,008		0,001		0,006	0,003	0,006	0,002	0,006	0,004	0,002	0,004	0,001	0,006	0,003	0,003	0,004	0,009	0,007	0,002	0,003
<i>Hamothoe</i> sp															0,031	0,001								0,004
<i>Hyalinoecia tubicola</i>				0,044	0,142	0,004	0,001	0,052					0,035	0,061	0,171	0,070		0,011		0,006				
<i>Hydroides elegans</i>													0,001											
<i>Hydroides norvegicus</i>			0,002		0,011	0,008	0,009						*		0,020	0,015		0,017	0,001		0,001	0,003	*	*
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,005	0,001	0,009	0,001	*	*		0,003	0,001	0,019	0,005	0,003	0,004	0,002	*		0,001	*	0,006	0,001	0,004	0,002	*	0,004
<i>Macroclymene santanderensis</i>															0,002	*		*	*	0,004	*	*	0,001	*
<i>Magelona alleni</i>	*	0,003	*	0,002	*	*	*	*	0,004	*	*	*	*	*	*	*	0,003	*	*	*	*	*	*	*
Maldanidae nd	0,002	0,001			0,012		0,003	0,034	*	0,004	0,001	0,002	0,004	0,001	0,002	0,002	0,007	0,001	0,002	0,005	0,002	*	0,004	
<i>Marphysa bellii</i>			0,004	0,005				*	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001			0,004	*	0,001	0,001	0,003	*	*	0,002	
<i>Melinna palmata</i>																					0,003	*	*	*
<i>Minuspio cirrifera</i>	0,001	0,002	0,001	0,003	0,001	0,001	0,002	*	*	*	0,003	*	*	*	0,001	0,002	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*
<i>Nematonereis unicomis</i>								0,003											0,001	0,001	0,004	0,004	0,004	0,001
<i>Nephtys hombergi</i>													0,006								0,026	*	*	*
<i>Nephtys hystricis</i>	*	0,024		0,003	*	*	*	0,001	0,006	0,013	0,027	*		0,001	*		0,005	0,001	0,002	0,007	0,050	0,260	0,086	*
Nereididae juv		0,001	*		0,001	*	*				0,002	*		*	0,002	*		*	*	*	*	*	*	0,001
<i>Nothria conchilega</i>		0,003								0,004	0,004								0,002	0,002	0,004	0,008	0,008	
<i>Notomastus aberans</i>							0,001	*			0,001	0,001	*				*	*	*	0,005	*	*	0,057	
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	0,001	0,001					*		*	0,001	0,002	*	*				*	*	*	0,001	*	*	*	
<i>Ophiotromus flexuosus</i>																								
<i>Owenia fusiformis</i>	0,045	0,029	0,053	0,098	0,167		0,002	0,046	0,028	0,005	0,011	0,001	0,019	0,029	0,033	0,025	0,055	0,012	*	0,011	0,011	0,011	0,002	0,016
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	0,000	*					*		0,002	0,006	0,001	*	0,001	0,001	*	*	*	*	0,003	0,001	*	0,001	
Paraonidae nd	0,002	0,004	0,001	0,001	0,002	*	*	0,001	0,001	*	*	0,001	*	0,001	0,001	*	0,001	*	0,003	*	0,004	*	*	*
<i>Pectinaria koreni</i>																	*							*
<i>Pelogenia arenosa</i>																		0,005	*	*	*	*	*	0,364
<i>Phyllococe lineata</i>				*																				*
<i>Phyllococe</i> sp	0,000	0,007	0,006	*							0,001	0,004	*	0,009					0,001	0,001	0,001	0,001		0,001
Phyllococidae nd				*																				
<i>Phylo foetida</i>																					0,074			
Pilargidae nd		*																						
<i>Pista brevibranchia</i>									0,012															
<i>Pista cristata</i>										*				*		*	*	0,005	*	*	*	*	*	*
<i>Poecilochetus serpens</i>				*						*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pomatoceros triqueter</i>				0,007	0,005	0,002	0,001			0,005	*				0,017	0,003	*	*	0,001	*	*	*	*	
<i>Prionospio</i> sp	0,001	*	0,001	0,001	0,001	*		0,002	*	0,004	0,011	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	*	0,005	0,002	*	*	
Sabellariidae nd																								
Sabellidae nd	0,007	0,017	0,005	0,002	0,004	*	0,001	0,008	0,003	0,018	0,008	0,004	0,038	0,001	0,001	0,002	0,010	0,003	0,002	0,011	0,009	0,007	0,004	0,031
<i>Scalibregma inflatum</i>																0,008								
<i>Scoletoma impatiens</i>	0,001	0,001		0,002					*	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,002	*	*	*	*	0,014	*	0,004	0,008	
<i>Sigambra tentaculata</i>					0,000									*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
Sphaerodoridae nd														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Sphaerosyllis claparedii</i>								0,001						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

I SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
<i>Spiochaetopterus costarum</i>									0,001															
<i>Sthenelais boa</i>	0,024	0,006	0,009	0,005						0,006	0,002			0,002				0,012		0,005		0,008	0,002	0,019
Syllidae juv	*	*								*	*											*		
<i>Syllis</i> sp	0,003	0,005	0,010	0,001			0,002	0,004	0,006	0,010	0,001	0,010	0,008	0,001	0,001	0,002	0,001	0,007	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	
Terebellidae nd							*			0,001					0,008					0,008	*	0,014	0,007	
<i>Terebellides stroemi</i>																								
<i>Vermiliopsis infundibulum</i>																							0,001	
Sipunculidi																								
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,249	0,186	0,439	0,061	0,030		0,048	0,130	0,241	0,151	0,330	0,159	0,255	0,184	0,013	0,008	0,036	0,194	0,143	0,076	0,040	0,116	0,092	0,013
Sipuncula nd	0,002	0,006	0,004	0,005	*		*	0,002	0,006	0,007	0,006	0,003	0,001	0,007	*	*	0,002	0,001	0,003	0,004	0,011	0,008	0,003	0,004
Tunicati																								
Ascidiacei <i>Ascidia virginea</i>																							0,080	
Ascidiacea nd					0,041																			
Densità totale	3,652	2,647	16,055	2,160	4,581	0,166	0,434	0,973	6,043	5,250	3,273	1,011	3,036	10,355	4,585	1,965	2,902	5,028	4,345	4,051	2,314	3,073	1,050	3,840
Numero totale di specie	55	54	50	53	53	21	37	42	45	51	64	57	53	56	54	56	47	35	39	62	62	62	58	78

II SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Molluschi																								
Bivalvi																								
<i>Abra prismatica</i>								0,001				*							*			*		
<i>Anomia ephippium</i>				0,002																			0,002	
<i>Cardiomya costellata</i>	0,009										0,003								0,003	0,003	0,001		0,002	
<i>Clausinella brogniartii</i>	0,040						1,196				0,035		0,203					0,978	1,261			0,045	0,149	
<i>Corbula gibba</i>																	0,027					*		
<i>Cuspidaria rostrata</i>										0,003														
<i>Gari fervensis</i>	0,013		0,036	0,209					0,069				0,007					0,026	0,008	0,039	0,105	0,070		
<i>Hiatella arctica</i>																		0,001	0,001	0,097			*	0,001
<i>Hiatella rugosa</i>																0,005							*	
<i>Lucinella divaricata</i>											*				0,003		0,001				*			0,002
<i>Modiolarca subpicta</i>																								
<i>Modiolula phaseolina</i>		0,007												0,007	*									0,004
<i>Myrtea spinifera</i>	0,265	0,331	0,422	1,193			1,848		0,260	0,060	0,078	0,394	0,273	0,283		0,067	0,216	0,617	0,264	0,087	0,054	0,102	0,052	0,074
<i>Mysella bidentata</i>				0,001											*						0,010			
<i>Mytilus galloprovincialis</i>						0,087															0,010			
<i>Neopycnodonte cochlear</i>						5,141																		
<i>Nucula nitidosa</i>	0,131	0,026		0,006						0,004			0,035					0,036	0,052	0,022		0,005		0,007
<i>Phaxas adriaticus</i>	0,004	0,015									0,005								0,010	0,022				0,007
<i>Pitar rudis</i>																0,002								0,022
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,002																			*				
<i>Scapharca demiri</i>															0,011					0,001				
<i>Tellina distorta</i>			0,004	0,006	0,004	0,001	0,004	0,002					0,002				0,001	0,005						
<i>Tellina serrata</i>				0,002																				
<i>Thyasira flexuosa</i>									*	*									*	0,001		0,001	*	
<i>Timoclea ovata</i>			0,002	*					0,755	*	0,311	0,108	0,305	0,174	0,164	0,055	0,495	0,513	0,294	0,459	0,121	0,010	0,045	
Caudofoveati	0,009	0,010	0,003						0,003	0,012	0,005	0,008	0,007	0,001				0,010	0,009	0,018	0,011	0,013	0,007	0,007
Gasteropodi																								*
<i>Bittium sp</i>																	0,006							
<i>Calyptraea chinensis</i>	0,019																						0,002	0,003
<i>Cylichna cylindracea</i>	0,013	0,004								0,013											0,035	0,004	0,001	0,013
<i>Hadriana oretea</i>		0,115																						
<i>Hyalia vitrea</i>														*									*	
<i>Mangelia coarctata</i>		0,022		0,001			0,028			0,001	0,015	0,002	0,015			0,004							*	0,001
<i>Melanella polita</i>	0,001										0,002													
<i>Polinices nitida</i>	0,004	0,004	0,022	0,075	0,029		0,042	0,010				0,019		0,020	0,015	0,071				0,002	*		0,007	0,002
<i>Turbonilla rufa</i>			0,004																					
<i>Turritella communis</i>	0,047	0,034		0,445	0,001		0,089		0,067	0,005			1,133				0,009		0,048	0,044	0,189	0,015	0,069	0,056
<i>Anthalis inaequicostata</i>	0,228	0,011	0,420				0,174	0,122	0,177	0,389			0,175	0,175			0,152	0,421		0,048	0,044	0,029	0,062	0,211
Scafopodi																								
<i>Nemertea nd</i>		0,008	0,002	0,003	*	*	*		0,002	0,024	0,003		*	*		0,020		0,001	0,004	0,021	0,001			0,005
Pantopodi																								
Picnogonidi		*			*					*							*		*	*				*
<i>Pycnogonida nd</i>																								
Platelminti																								
<i>Platelminta nd</i>	0,001					0,001																		
Policheti																								
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,005	0,001	0,001	0,001					*	0,001	0,005	*						0,003	0,018	0,013	0,012	0,016	0,007	0,001
<i>Ampharetidae nd</i>	0,006	0,006								0,008	0,001		0,001					0,002	0,005	0,006	0,003	0,005	0,004	
<i>Amphicteis gunneri</i>		0,001								0,003								*		0,002	0,001	*	*	0,004
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,000	0,005	0,001	0,001	0,001		0,001		*	0,001	0,001	0,003	0,001	*	0,001	*	0,002	0,003	0,002	0,001	*	0,001	0,001	0,004
<i>Aphelochaeta marioni</i>			0,001							*	0,001	0,001			*	*	*	0,001	*	0,003	*	0,001	*	*
<i>Aphroditidae nd</i>																					0,031			
<i>Aponuphis brementi</i>	0,073	0,086	0,024	0,068	0,058		0,002	0,056	0,056	0,036	0,003	0,063	0,042	0,051	0,036	0,045	0,056	0,063	0,161	0,008	0,010	0,031	0,012	0,030
<i>Arabella geniculata</i>																					0,005			
<i>Capitella capitata</i>																	*							
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,008		0,002		0,007				0,001	0,004	0,003	0,003			0,002	0,001	0,001		0,004	0,014	0,006	0,001	0,008	
<i>Cirratulidae nd</i>																								0,001

II SURVEY POST LAVORI D'INSTALLAZIONE (continuo)

Stazione	A1	A2	A3 (AM1)	A4	AM NW	AM SE	A5	A6 (AM3)	A7	A8	B1	B2	B3 (AM2)	B4	AM NE	AM SW	B5	B6 (AM4)	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	250 m	120 m	60 m	30 m	0 m	0 m	30 m	60 m	120 m	250 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Policheti																								
<i>Ditrupa arietina</i>	0,050	0,149	0,566	0,015	*		0,003	0,007	*	0,001	0,153	0,385	0,700	0,316	0,004	0,012	0,059	0,949	0,112	0,037	0,008	0,077	0,006	0,001
<i>Dorvillea rubrovittata</i>					*																			
<i>Drilonereis filum</i>	0,014										0,004								*		0,004			0,014
<i>Eunice vittata</i>			0,009	0,021	0,001									0,002	0,016	0,004		0,001	0,003			0,002	*	0,002
Flabelligeridae nd	0,001	0,000	0,001												*				0,001	*		*	*	*
<i>Glycera rouxii</i>	0,146	0,009	0,015	0,055	0,003	0,014	0,001	0,022	0,392	0,060	0,013	0,004	0,040	0,332	0,011	0,007	0,021	0,150	0,042	0,021	0,423	0,022	0,004	0,015
<i>Goniada maculata</i>	0,021	0,012	0,012	0,010	0,001	0,006	0,013	0,008	0,001	0,005	0,004	0,006	0,016	0,008	0,005	0,001	0,028	0,018	0,068	0,010	0,009	0,008	0,005	0,004
<i>Harmothoe</i> sp		0,005	*				0,002			*	0,001				*				*	0,014	0,001			
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,013	0,016	0,131	0,063			0,003	0,317	0,015	0,001	0,004	0,105	0,029	*			0,258	0,251	0,003	0,002	0,004	0,009	0,001	0,008
<i>Hydroides norvegicus</i>		*					0,005									0,011		*		*	*	*	*	*
<i>Labioleairia yhleni</i>	0,001	0,006							*	0,008					0,008				*	*	*	*	*	0,006
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,002		0,007	0,009			0,000	0,003	*	0,004	0,001	*	0,009	0,002			0,001	0,003	0,017	*	*	0,006	0,001	0,003
<i>Macroclymene santanderensis</i>	0,001	0,001	0,001	*	0,004		0,010		*	*	*	*	*	*	*	*	0,004	0,001	0,018	0,002	0,001	*	0,001	0,006
<i>Magelona alleni</i>	*				*		0,005		*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*
Maldanidae nd		0,006	0,005				0,006		0,002							0,004		0,007	0,007	0,008	*	0,002	0,003	0,006
<i>Malmgreniella lunulata</i>		0,001																						
<i>Marphysa bellii</i>	0,001		*	0,001			0,002		0,002		*						0,004	*	0,002		0,002	*		
<i>Melinna palmata</i>					0,002																	0,001	*	0,003
<i>Minuspio cirrifera</i>	*	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	*	0,001	0,001	*	0,001	*	*	0,003	0,004	0,002	0,006	0,006	0,002	*	*	*	*
<i>Nematoneis unicomis</i>														0,007		0,004			0,007	0,007	*	*	*	*
<i>Nephtys hombergi</i>																			0,334	0,039		0,080	0,001	
<i>Nephtys hystrix</i>	0,064	*		*					0,144	0,030	0,010	0,012					0,017	0,044	0,177	0,012	0,050	0,012	0,005	*
Nereididae juv					0,001									0,003		*		0,001						
<i>Ninoe</i> sp		0,020							0,001	0,003														
<i>Nothria conchilega</i>	0,005	*	*	*	*		*		*	0,006	*	0,002	*			0,002		0,000		0,003	0,004	*	0,001	
<i>Notomastus aberans</i>		0,002	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*			0,084	0,002	0,017	0,004	0,001	0,002
<i>Ophelia cilindricaudata</i>	0,001	*							*	*	*	*	*	*	*	*			0,001	0,002	0,002	0,037	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>	0,000	0,032	0,055	0,027	0,169	0,001	0,037	0,001	0,037	*	0,001	0,013	0,015	0,025	0,058	0,091	0,037	0,030	0,014	0,026	0,001	0,001	0,013	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001			*	0,001					0,001	*						*		0,001	0,003	*	0,003	0,001	0,001
Paraonidae nd	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	*	*	*	0,001	*	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,004	0,001	0,002	0,001	0,001
<i>Pectinaria koreni</i>		0,001																	0,011	0,011	0,001	0,002	0,001	0,003
<i>Phyllococe lineata</i>		0,006																						
<i>Phyllococe</i> sp	0,001	*	0,001	*	0,001	0,005	0,001			*	*	*	*	*		0,004	*	0,001		0,002	*	0,001	*	*
Phyllococidae nd		0,009	*				*		*	*	*	*	*	*		0,002	0,001		*	*	*	*	*	*
<i>Pista cristata</i>	0,001																							*
<i>Pista</i> sp	0,001																							*
<i>Poecilochetus serpens</i>					*																	*	*	*
<i>Pomatoceros triquetter</i>						0,029	0,001																*	*
<i>Prionospio</i> sp	0,002	0,001	0,002		*		*		0,002	*	0,002	0,001	*	*		0,001			*	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
Sabellidae nd	0,001	0,027	0,002	0,003	*		0,019	*	0,001	0,003	0,002	0,002	*	0,001	0,005	0,012	0,005	0,006	0,005	0,004	0,005	0,008	0,002	0,004
<i>Scalibregma inflatum</i>																				0,001	0,001	0,001	0,003	0,003
<i>Scoletoma impatiens</i>	*	0,023			0,003	0,004			0,001	0,007	0,001	0,005			0,002			0,004	0,046	0,002	0,006	0,005	0,022	0,007
<i>Serpula vermicularis</i>	*	0,115							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Sigambra tentaculata</i>				0,001	0,004	*								0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>		*	*																					*
<i>Sternaspis scutata</i>																								*
<i>Sthenelais boa</i>	*	0,011	*						0,015	0,007	0,008	0,001		*	*	*	0,032	0,002	0,003	*	0,001	*	0,001	*
Syllidae juv							0,001			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Syllis</i> sp	0,003	0,006	0,007				0,005		0,005	0,002	0,005	0,006	0,002	0,001	0,001	0,001	0,025	0,015	0,009	0,000	0,004	0,004	*	*
Terebellidae nd		0,098					0,017		0,001	0,001	0,001		0,001	0,005		*			0,007	0,006	0,001	*	*	*
<i>Terebellides stroemi</i>																			0,004	*	0,003		0,001	0,001
Sipunculidi																								
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,059	0,326	0,331	0,156	0,007		0,352	0,115	0,195	0,227	0,089	0,244	0,222	0,069	0,007	0,089	0,159	0,714	0,344	0,243	0,004	0,153	0,109	0,053
Sipuncula nd	0,005	0,005	0,001	*				*	0,001	0,006	0,003	0,004	0,008	0,001	0,001	*	0,001	0,009	0,008	0,010	0,007	0,009	0,004	0,003
Tunicati																								
Asciadiacei																				0,075			0,002	0,002
Densità totale	2,579	2,124	2,109	3,693	1,265	5,557	4,266	0,706	1,834	0,899	1,246	1,649	3,841	2,091	3,357	0,541	2,558	6,104	4,573	1,843	1,048	1,021	0,458	1,056
Numero totale di specie	63	71	46	44	35	18	36	22	39	51	56	39	39	39	41	40	46	60	72	70	69	65	61	72