

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

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
CAMPO ANNAMARIA B**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA
DALL'INSTALLAZIONE DEL SEA-LINE COLLEGANTE
LE PIATTAFORME ANNAMARIA B - ANNAMARIA A**

**IV SURVEY DOPO I LAVORI DI INSTALLAZIONE
(II SEMESTRE 2011)**

OPERATORE SCIENTIFICO:
CNR – ISMAR SEDE DI ANCONA

RESPONSABILE SCIENTIFICO:
GIANNA FABI

RAPPORTO A CURA DI:
GIANNA FABI
ANNA MARIA DE BIASI
CRISTINA NASCI
ALESSANDRA SPAGNOLO

ANCONA, AGOSTO 2015

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	MATERIALI E METODI	4
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE	4
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI	6
2.1.2.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	7
2.1.3.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	7
2.1.4.	AVVISTAMENTI DI CETACEI E TARTARUGHE MARINE	8
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI	8
2.2.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	8
2.2.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	11
2.2.2.1	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	11
2.2.2.2	<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®)	13
2.2.2.3	<i>Corophium orientale</i>	14
2.2.2.4	<i>Acartia tonsa</i>	16
2.2.2.5	<i>Crassostrea gigas</i>	17
2.2.2.6	<i>Hediste diversicolor</i>	19
2.2.3.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	24
3.	RISULTATI	30
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI	30
3.1.1.	GRANULOMETRIA	30
3.1.2.	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA).....	32
3.1.3.	METALLI PESANTI	36
3.1.4.	SOSTANZA ORGANICA	45
3.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	47
3.2.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i>	47
3.2.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i>	48
3.2.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i>	49
3.2.4.	<i>ACARTIA TONSA</i>	51
3.2.5.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i>	52
3.2.6.	<i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i>	53
3.3.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	58
3.3.1.	DENSITÀ E BIOMASSA.....	58
3.3.2.	AFFINITÀ BIOCENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE	86
3.3.3.	DOMINANZA	88
3.3.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE	92
3.3.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA	95
3.3.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA	97
3.3.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING	99
3.3.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO DI STRESS DELLE COMUNITÀ	101
3.3.8.1	Indice W di Clarke.....	101
3.3.8.2	Indice AMBI.....	102

3.3.8.3	Indice BENTIX	102
3.3.8.4	Stato ecologico	103
3.4.	AVVISTAMENTI DI CETACEI E TARTARUGHE MARINE.....	106
4.	CONCLUSIONI	107
5.	BIBLIOGRAFIA	113
ALLEGATO A	Schede tecniche della strumentazione utilizzata nelle indagini	I
	- ALL. A1 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti	II
	- ALL. A2 Indagini sulla comunità bentonica.....	VII
ALLEGATO B	Schede granulometriche	X

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 con la Società THETIS SpA di Venezia.

Responsabile Scientifico G. Fabi CNR - ISMAR Ancona

Analisi dei sedimenti ed
ecotossicologia

N. Bigongiari	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 SpA Venezia
M. Bergamin	Thetis SpA Venezia
A. Gomiero	Thetis SpA Venezia
R. Lo Re	Thetis SpA Venezia
F. Perin	Thetis SpA Venezia
M. Picone	Thetis SpA Venezia

Comunità bentonica

A. Spagnolo	CNR - ISMAR Ancona
L. Bolognini	CNR - ISMAR Ancona
B. Brunetti	CNR - ISMAR Ancona
C. Cuicchi	CNR - ISMAR Ancona
F. Domenichetti	CNR - ISMAR Ancona
P. Polidori	CNR - ISMAR Ancona
E. Punzo	CNR - ISMAR Ancona
A. Santelli	CNR - ISMAR Ancona
P. Strafella	CNR - ISMAR Ancona

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

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 stata posizionata nel luglio 2010 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, installato nel settembre 2009, si estende per circa 5 km in direzione SSE-NNW sullo stesso tipo di fondale della piattaforma Annamaria B, mentre il sea-line collegante Annamaria B alla piattaforma Brenda, anch'esso posizionato nel settembre 2009, ha una lunghezza di circa 41 km, con direzione NNE-SSW, ed è posto per quasi tutta la sua estensione su sabbie relitte del largo, passando ai fanghi terrigeni costieri in prossimità di Brenda. L'area in cui sono installate le strutture è particolarmente interessante dal punto di vista idrodinamico in quanto, trovandosi al centro dell'Adriatico, non è influenzata in maniera consistente dalla circolazione generale di questo bacino (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 con caratteristiche chimiche e fisiche differenti da quelle presenti in zona e che possono modificare le caratteristiche biogeochimiche e la distribuzione spaziale dei sedimenti. La parte più superficiale della colonna d'acqua (10-20 m), può essere interessata da eventi di Bora anche abbastanza consistenti, che possono determinare variazioni brusche di correnti.

Sulla base di tali considerazioni e dell'esperienza maturata dal CNR-ISMAR di Ancona in monitoraggi analoghi riguardanti condotte sottomarine colleganti piattaforme di estrazione offshore (Fabi *et al.*, 2001; 2005; 2009; 2010; 2011; 2014a), al fine di valutare gli effetti determinati dalla posa in opera dei due sea-line Annamaria A- Annamaria B e Annamaria A – Brenda si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile circostante i sea-line;
 2. caratteristiche ecotossicologiche dei sedimenti circostanti i sea-line;
 3. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti i sea-line;
 4. rilevamento del passaggio di cetacei e tartarughe marine nei pressi delle condotte.
- 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):
- due survey precedenti la posa in opera dei sea-line (pre-survey);
 - sei survey, da svolgersi durante le stagioni invernali ed estive nei tre anni di indagini successivi alla loro installazione.

Considerata la durata relativamente breve dei lavori di posa delle condotte sottomarine non è stato previsto alcun survey durante questa fase.

Non è stato possibile condurre il secondo pre-survey nelle aree destinate ad accogliere i sea-line previsto nell'estate 2009 poiché in quella stagione è avvenuta la posa delle condotte. Di conseguenza, i monitoraggi da effettuare dopo la fine dei lavori di posa in opera delle due condotte sottomarine sono iniziati nell'inverno 2010 (e non nell'estate 2010 come previsto inizialmente) e termineranno nell'estate 2012 anziché nell'inverno 2013 (Tab. 1-I).

Nel presente rapporto sono descritti tutti i risultati conseguiti dal pre-survey (inverno 2009) al quarto monitoraggio effettuato sul sea-line Annamaria A - Annamaria B dopo l'installazione della condotta (estate 2011).

Tab. 1-I – Survey previsti durante il programma di monitoraggio ambientale. In base della tempistica dei lavori di installazione delle condotte sottomarine sono state apportate alcune modifiche rispetto al cronoprogramma riportato nella Specifica Tecnica. In particolare, in celeste sono indicati i survey che non sono stati effettuati (estate 2009) o che non verranno effettuati (inverno 2013). **x** = survey già eseguiti sino all'estate 2011.

	Survey precedenti i lavori di installazione		Survey dopo i lavori di installazione						
	Inv '09	Est '09	Inv '10	Est '10	Inv '11	Est '11	Inv '12	Est '12	Inv '13
Sea-line Annamaria B – Annamaria A	x		x	x	x	x			
Sea-line Annamaria B - Brenda	x		x	x	x	x			

2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, il sea-line collegante le piattaforme Annamaria B e Annamaria A si estende per circa 5 km in direzione SSE-NNW (fig. 2.1).

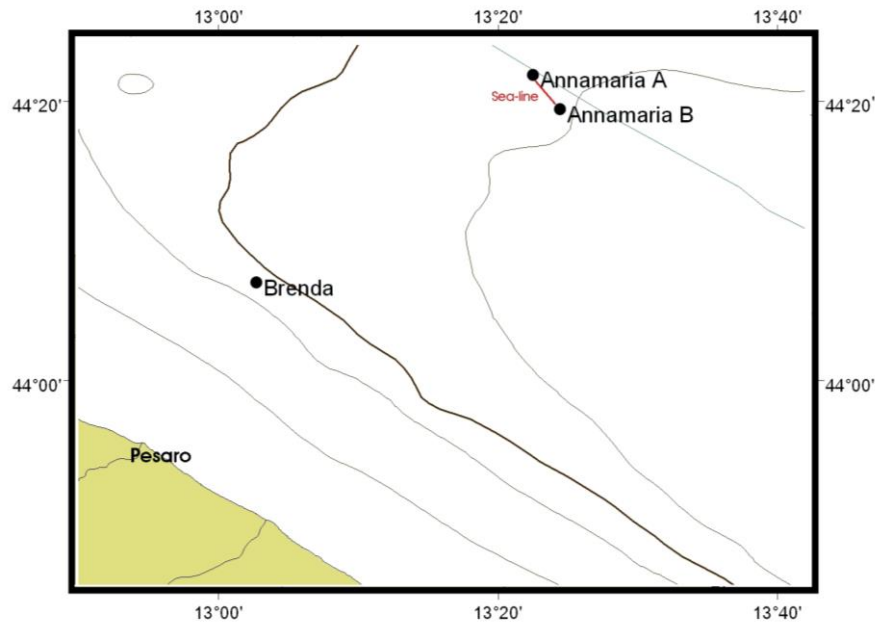


Fig. 2.1 – Ubicazione del sea-line Annamaria B - Annamaria A (in rosso).

2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

Data la lunghezza limitata del sea-line e l'omogeneità dell'area dal punto di vista geomorfologico, nel pre-survey si era deciso di campionare n. 1 stazione posizionata lungo il tracciato della futura condotta a circa metà della sua lunghezza (SL) e n. 1 stazione di controllo (SLK1) posta a circa 1 km in direzione NNE rispetto al sito SL. Nei monitoraggi condotti dopo la posa del sea-line (inverno ed estate 2010, inverno ed estate 2011) è stato tracciato un transetto perpendicolare al sea-line in direzione NNE - SSW (transetto "C"), lungo il quale sono state posizionate n. 7 stazioni di campionamento a 100 m, 60 m, 30 m, 0 m, 30 m, 60 m e 100 m di distanza dalla condotta stessa. La stazione posta in corrispondenza del sea-line, denominata C4, corrisponde al sito SL del pre-survey.

Sono state inoltre scelte tre stazioni di controllo (K5, K6 e K7) posizionate in direzione NNE rispetto al transetto a circa 1000 m di distanza dal sea-line e a circa

500 m l'una dall'altra. Il sito K6 corrisponde alla stazione SLK1 del pre-survey.
Lo schema di campionamento è riportato in fig. 2.2, mentre i dati identificativi delle stazioni campionate nell'estate 2011 sono riportati in Tab. 2-I.

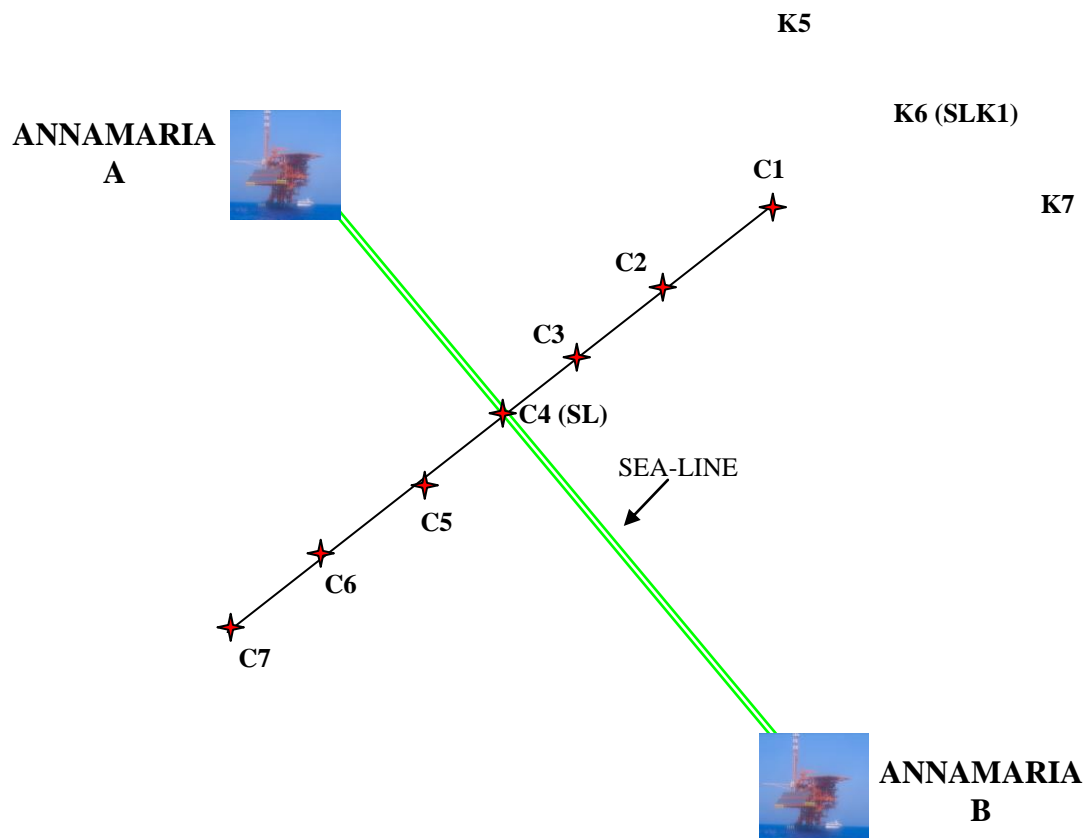


Fig. 2.2 - Schema delle stazioni di campionamento utilizzate nei survey successivi alla posa in opera del sea-line. Tra parentesi è riportata la nomenclatura delle stazioni campionate durante il pre-survey effettuato nell'inverno 2009. Non in scala.

Tab. 2-I - Dati identificativi delle stazioni di campionamento monitorate durante il survey effettuato nell'estate 2011 per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso il punto di campionamento in corrispondenza della condotta sottomarina. Tra parentesi è riportata la nomenclatura delle stazioni campionate durante il pre-survey effettuato nell'inverno 2009. Coordinate geografiche.

	Distanza dal sea-line (m)	Posizione rispetto al sea-line	Coordinate	Profondità (m)
C1	100	NNE	44°20'43'',62N 13°23'27'',84E	58,2
C2	60	NNE	44°20'38'',94N 13°23'28'',08E	58,2
C3	30	NNE	44°20'38'',10N 13°23'27'',24E	58,1
C4 (SL)	0	-	44°20'41'',46N 13°23'28'',32E	58,2
C5	30	SSW	44°20'42'',72N 13°23'20'',52E	58,1
C6	60	SSW	44°20'41'',88N 13°23'18'',78E	58,0
C7	100	SSW	44°20'39'',78N 13°23'17'',76E	58,0
K5	1000	NNE	44°21'06'',84N 13°48'72'',66E	58,1
K6 (SLK1)	1000	NNE	44°20'53'',46N 13°24'04'',56E	58,7
K7	1000	NNE	44°20'36'',60N 13°24'17'',46E	59,9

2.1.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.3; All. A1-I).

Dal campione, dopo la descrizione degli aspetti macroscopici, è stata prelevata la porzione superficiale (0-2 cm). L'ulteriore campione così ottenuto è stato successivamente omogeneizzato e suddiviso in 3 aliquote per le seguenti analisi:

- analisi granulometriche;
- metalli in tracce;
- composti organici (sostanza organica e IPA).

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

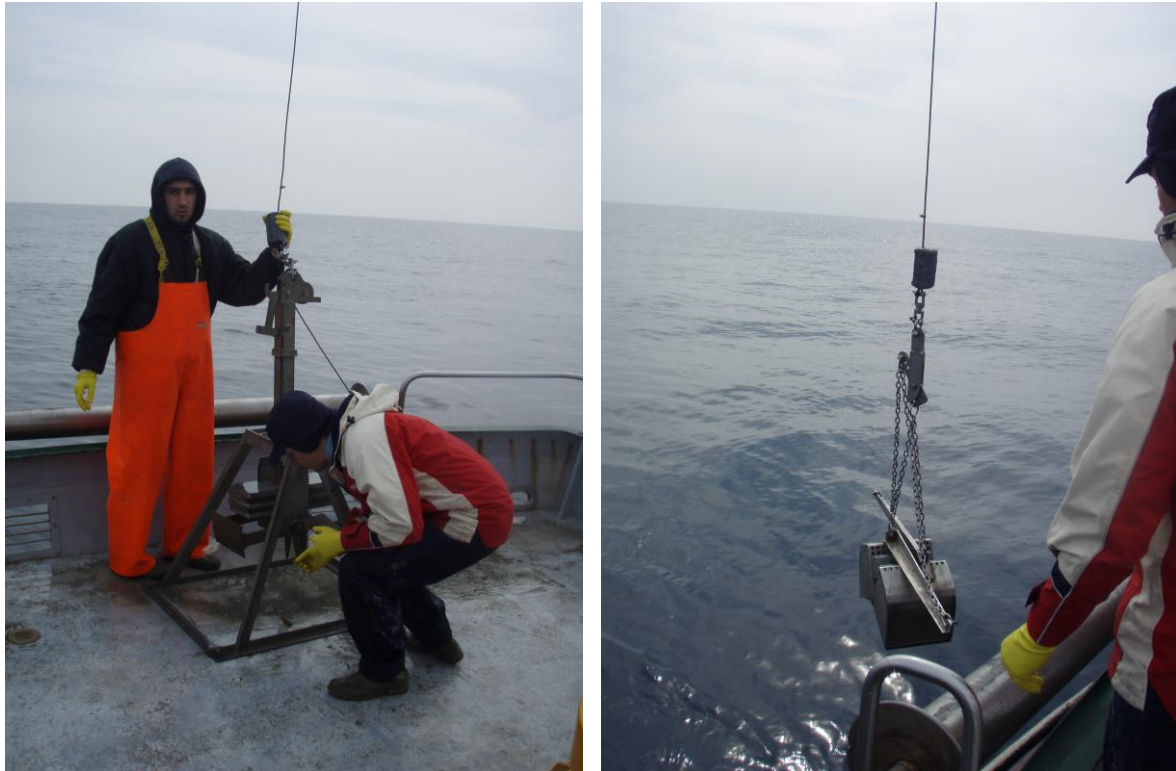


Fig. 2.3 – Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti (a sinistra) e calo della benna Van Veen utilizzata per lo studio della comunità bentonica (a destra).

2.1.2. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Tutte le stazioni sono state campionate mediante una benna di tipo Van Veen avente una capacità di 12 l e un'apertura di 0,095 m² (fig. 2.3; All. A2-I). Presso ogni stazione sono state prelevate 6 repliche. I campioni sono stati lavati e setacciati con maglia da 0,5 mm (All. A2-II) e fissati in formalina diluita in acqua di mare al 5%.

2.1.3. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

Presso i siti C4, C6 e controllo K6, corrispondenti a 1/3 del totale delle stazioni, sono stati raccolti 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);
- *Acartia tonsa* (sviluppo larvale);

- *Crassostrea gigas* (embriotossicità);
- *Hediste diversicolor* (prove di bioaccumulo per Alluminio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco).

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

2.1.4. AVVISTAMENTI DI CETACEI E TARTARUGHE MARINE

Nel periodo luglio - dicembre 2011 nell'area interessata dalla presenza del sea-line Annamaria B - Annamaria A sono stati condotti censimenti visivi sia nel corso del campionamento dei sedimenti e della comunità bentonica, sia durante survey ad hoc per un totale di 17 osservazioni per rilevare la presenza di cetacei e tartarughe marine.

2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

2.2.1. 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. A1-II). Successivamente sono stati posti in contenitori di alluminio e introdotti in stufa (All. A1-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 disaggregazione; 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. A1-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. A1-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 a 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 determinazione del peso secco.

La determinazione degli IPA è stata effettuata mediante gas cromatografia utilizzando un Gas cromatografo doppia colonna (All. A1-VI). I componenti la 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, Ace-naftalene, Acenaftene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benz(a)Antrace-ne, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Di-Benzo(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 a 3 ml di HNO₃, 1 ml di HCl e 4 ml di H₂O.

Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua ultrapura. Gli acidi impiegati sono tutti rigorosamente ultrapuri.

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. A1-VII).

Le determinazioni di **cadmio**, **arsenico** e **piombo** sono state effettuate mediante spettroscopia di assorbimento atomico in fornetto di grafite (Varian SpectrAA-240Z. All. A1-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.A1-IX) seguendo il metodo EPA6010C (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-II.

Tab. 2-II - 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
116	115	101	119	76	89	106	83	90	83	77

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-III.

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

Recupero %	Al	Ba	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn
D.L. ($\mu\text{g l}^{-1}$)	1,5	0,07	0,01	4	2	4,5	5,5	0,28	2	0,9
M.D.L. (mg kg^{-1})	0,10%	1,0	0,02	1,0	1,0	0,04	0,50	0,20	2,0	1,0

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

2.2.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

2.2.2.1 *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-E1 (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 in 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 (concentrazione iniziale $2 \cdot 10^3$ cellule ml^{-1}), quindi 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 sono stati riportati come percentuale di inibizione della crescita algale e, qualora la tossicità del campione lo consentiva, in termini di EC₅₀ o EC₂₀. L'EC₅₀ e l'EC₂₀ sono stati calcolati 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 ecotossicologico (eseguita secondo lo schema USEPA, 1991), i risultati del saggio sono stati suddivisi nelle seguenti categorie:

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

QA/QC - La sensibilità di ogni clone algale impiegato per i test con i campioni di elutriato è stata verificata mediante il test di controllo positivo eseguito con bicromato di potassio, il cui risultato espresso come EC₅₀ è stato confrontato con i dati della carta di controllo del laboratorio il cui intervallo è compreso tra 6,2 e 8,9 mg l⁻¹ come cromo; altri parametri che devono essere rispettati affinché il test sia considerato valido sono:

- 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);
- coefficiente di variazione nei controlli e nel campione tal quale (CV%): $\leq 15\%$.

2.2.2.2 *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 riomogenizzazione.

Vibrio fischeri è un batterio marino Gram-negativo ed eterotrofo, appartenente alla famiglia delle *Vibrionaceae*. E' 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.

E' 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 Omni™ 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 *et al.*, 1999; 2007).

Al fine di esprimere il risultato del saggio nella scala S.T.I., 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, 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-IV) indicata nella Tab. 1 del Manuale ICRAM-APAT (2007).

Tab. 2-IV - 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

2.2.2.3 *Corophium orientale*

Il saggio effettuato con esemplari di *Corophium orientale* (fig. 2.4) è stato allestito secondo il protocollo ISO 16712:2005(E) (2005).

Il principio del saggio biologico “a breve termine” (di tossicità acuta) consiste nell'esposizione di un numero stabilito di organismi per 10 gg al sedimento tal quale, con la finalità di stimare la percentuale di mortalità degli organismi stessi.

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

- Temperatura dell'acqua: $16\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Salinità: $36\pm 2\text{‰}$
- Illuminazione: continua
- O_2 disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento: $>60\%$.



Fig. 2.4 - Esempari di *C. orientalis*.

Procedimento del saggio - Circa 200 cc di sedimento da testare sono stati introdotti all'interno di un barattolo di vetro da 1 l, ai quali 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 considerati morti gli antipodi che, dopo una delicata stimolazione, non mostrano alcun movimento degli arti. La sensibilità degli organismi (96hLC50) è 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 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 Tab. 2-V.

Tab. 2-V – 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

2.2.2.4 *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, alla 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 nauplii:copepoditi recuperati sul filtro impiegando uno stereomicroscopio. Se il rapporto nauplii-copepoditi era di circa 50:50, si è proceduto

al fissaggio del test anche negli altri beaker altrimenti, in caso di netta prevalenza di nauplii (>70%), si è lasciato procedere il test per alcune ore per ripetere poi 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 (nauplii + copepoditi).

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio sono riportati come Larval Development Rate (LDR), ossia come rapporto tra numero di copepoditi e numero complessivo di forme giovanili recuperate a fine test (nauplii + 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-VI.

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

Critero	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

2.2.2.5 *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 si utilizza 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 ($5-33 \mu\text{l}^{-1}$). La percentuale di larve normalmente sviluppate nel controllo con la sola acqua di diluizione deve inoltre essere superiore al 70%.

Espressione ed analisi dei dati – I risultati del saggio di embriotossicità sono stati espressi in termini di percentuale di successo del test normalizzata (S%) rispetto alla risposta del controllo (acqua marina artificiale), sia in termini di EC_{50} . I dati di EC_{50} 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-VII.

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

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

Dove:

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

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

2.2.2.6 *Hediste diversicolor*

L'accumulo dei metalli nel biota (fig. 2.5) può avvenire mediante assorbimento diretto dall'ambiente attraverso la parete corporea o 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 tramite la superficie corporea, le branchie o i polmoni, oppure per trasporto attivo con le pompe di calcio. Il bioaccumulo negli invertebrati attraverso 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.

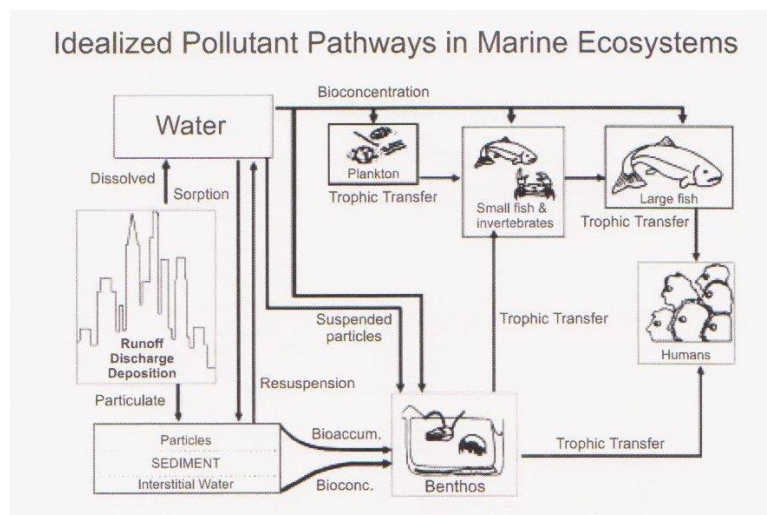


Fig. 2.5 - Schema idealizzato del percorso di un inquinante nel sistema marino (Lee, 1988).

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 *Hediste diversicolor* (fig. 2.6) 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).

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).



Fig. 2.6 - Esemplici di *H. diversicolor*.

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.

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 tende 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 questo metallo 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 metallo 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 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. Gli invertebrati e i pesci lo bioaccumulano dall'acqua marina in proporzione alla sua concentrazione in soluzione (Amiard *et al.*,1987). Tuttavia, la quantità di piombo biodisponibile non è molto elevata, poiché una certa quantità del metallo viene assorbita dalle patine di ossido di ferro delle particelle di sedimento.

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-95/183 (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 $36\pm 2\%$, 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 l. In ogni barattolo sono stati inseriti $\sim 300 \text{ cm}^3$ di sedimento da testare ai quali sono stati aggiunti circa 600 ml di acqua di mare naturale filtrata ($36\pm 2\%$). I barattoli sono stati quindi sistemati in camera condizionata, coperti e areati in continuo. Dopo 24 h dall'introduzione dei sedimenti sono stati registrati i parametri d'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 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 nell'acqua o nel 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 che il bioaccumulo sia significativo quando la differenza è $\geq 20\%$.

2.2.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Durante le analisi di laboratorio le sei repliche prelevate su ciascuna stazione sono state trattate separatamente. Il sorting è stato compiuto con l'ausilio di uno stereomicroscopio e di un microscopio ottico (All. A2-III e A2-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. A2-V) e i valori ottenuti sono stati rapportati ad una superficie di 0,095 m² 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): $gr \text{ } 0,095 \text{ m}^{-2}$

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 D., 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; Chryssanthi e Chintiroglou, 2005) sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie. Sui dati di densità delle singole specie campionate in ogni survey sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa utilizzando il pacchetto software PRIMER (Clarke e Warwick, 1994). Per valutare l'evoluzione temporale dei popolamenti, sui dati di densità e biomassa relativi all'intero periodo di indagine è stato applicato il metodo del Multidimensional Scaling previa trasformazione in $\sqrt{2}$.

Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area e le eventuali variazioni indotte dalla presenza del sea-line nel tempo, su tutti i dati ottenuti dal pre-survey all'estate 2011 sono stati applicati tre differenti indici (l'indice W di Clarke, l'indice AMBI e l'indice BENTIX; Clarke e Warwick, 1994; Borja *et al.* 2000; 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 set di dati utile a determinare 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 del sea-line Annamaria B - Annamaria A 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.

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-VIII.

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

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

L'indice AMBI è stato applicato da Muxica *et al.* (2005), oltre che in ambienti marino-costieri, anche in aree più profonde (costa occidentale svedese) o interessate dalla presenza di piattaforme petrolifere (Mare del Nord). Ha valori compresi tra 0 (ambiente non inquinato o disturbato) a 7 (ambiente estremamente inquinato o disturbato). Basandosi essenzialmente sul rapporto percentuale delle specie presenti nel campione, previamente suddivise in 5 gruppi ecologici in base al grado di tolleranza o sensibilità a un gradiente di stress ambientale, consente di classificare, come richiesto dalla Direttiva 2000/60/EC, gli ambienti marini costieri nelle seguenti categorie:

1. non disturbati ($0 \leq \text{AMBI} \leq 1$);
2. leggermente disturbati ($1 \leq \text{AMBI} \leq 3,5$);

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

I gruppi ecologici nei quali vengono raggruppate le specie (il cui elenco disponibile nel software AMBI 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-IX.

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

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

Infine, l'indice BENTIX è stato sviluppato per stabilire gli impatti causati da fattori

di stress generalizzati e non discrimina tra disturbo di origine naturale o antropogenica. E' stato utilizzato 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).

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 individuati 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 stazione di campionamento è possibile stilare una classifica della qualità dell'ambiente secondo i criteri riportati in Tab. 2-X.

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

Classificazione dell'ambiente	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-XI - 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

3. RISULTATI

3.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

3.1.1. GRANULOMETRIA

All'analisi visiva i sedimenti prelevati nell'estate 2011 sono risultati molto simili tra loro (fig. 1), essendo costituiti in prevalenza dalla frazione sabbiosa e, in minor misura, da quelle siltosa e argillosa (fig. 3.2; Tab. 3-I). Tutti i campioni sono apparsi di colore grigio, con un sottile strato superficiale ossidato marrone chiaro. Nel profilo sedimentario la componente a biodeposito conchifero è risultata sempre presente. Il quantitativo inferiore per tale componente lungo il transetto è stato rinvenuto nei sedimenti della stazione sulla condotta (C4; 5,58 g/campione; All. B), mentre il massimo è stato osservato in corrispondenza di C6 (17,32 g/campione). Tali valori sono risultati maggiori rispetto a quelli dei controlli, dove la componente biodepositiva è oscillata tra 3,87 g/campione (K7) e 4,19 g/campione (K5).

Tutti i sedimenti prelevati nell'estate 2011 sono risultati ascrivibili a "sabbia" secondo la classificazione di Shepard (All. B). La percentuale più bassa di questa componente (81,48%) è stata registrata in C2, mentre il maggior contenuto è stato rilevato nella stazione C6 (85,12%). Tutti i valori sono comunque risultati in linea con quelli dei controlli, dove questa frazione granulometrica ha raggiunto il massimo (84,12%) in K5.

La più alta concentrazione di silt è stata rilevata in C4 (13,03%) e la minima in C6 (9,11%). I valori di questa componente relativi al transetto (eccetto quello di C6) sono risultati superiori, anche se spesso di poco, a quelli dei controlli, dove il silt ha raggiunto al massimo il 10,28% in K7. La percentuale minima di argilla è stata registrata sulla condotta (C4; 4,47%) e la massima nella stazione C1 (7,49%). Ai controlli l'argilla è invece oscillata tra 6,04% (K5) e 6,32 (K7).

I campioni relativi all'estate 2011 sono apparsi omogenei con quelli analizzati nei monitoraggi precedenti, anche per quanto concerne la classificazione di Shepard (sedimenti sempre classificabili come sabbia).

Complessivamente la tessitura dei sedimenti è rimasta sinora pressoché costante: oltre l'80% delle variazioni temporali sono infatti risultate inferiori ad un punto percentuale e le restanti inferiori a 7 punti percentuali.

L'unico cambiamento da evidenziare è la comparsa della frazione ghiaiosa nel primo survey post lavori condotto nell'inverno 2010. Tale frazione, tuttavia, era modestamente presente (inferiore all'1%) in tutti i siti del transetto, mentre nel controllo K5 aveva mostrato un picco pari al 7,81%. La ghiaia non è più stata rilevata successivamente.

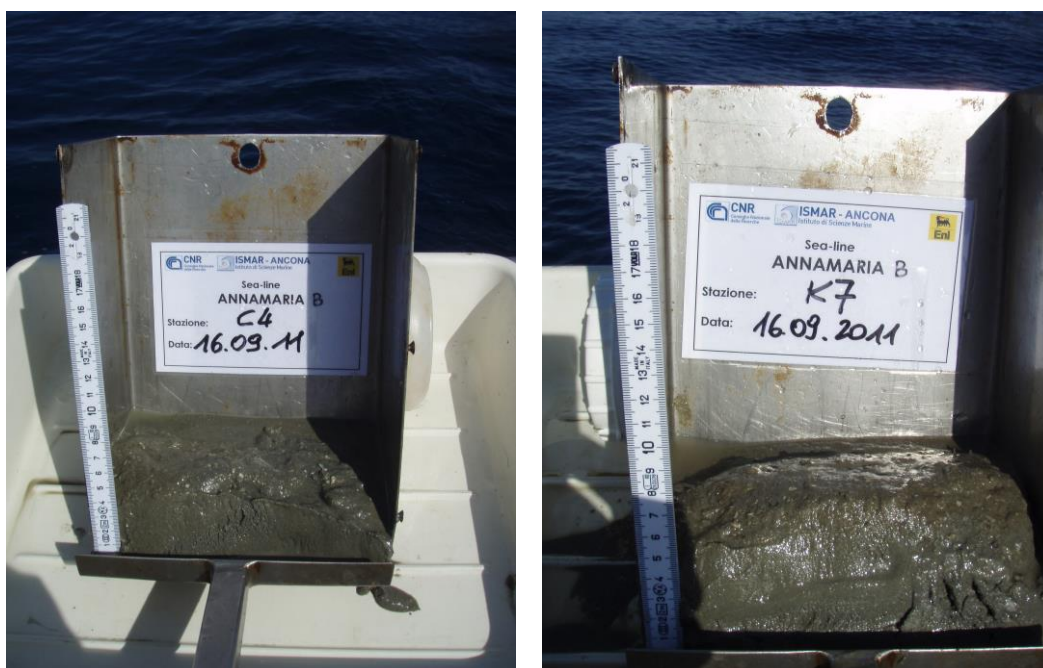


Fig. 3.1 – Campioni di sedimento prelevati mediante box corer dal sito C4 (a sinistra), posto sul sea-line, e dal controllo K7.

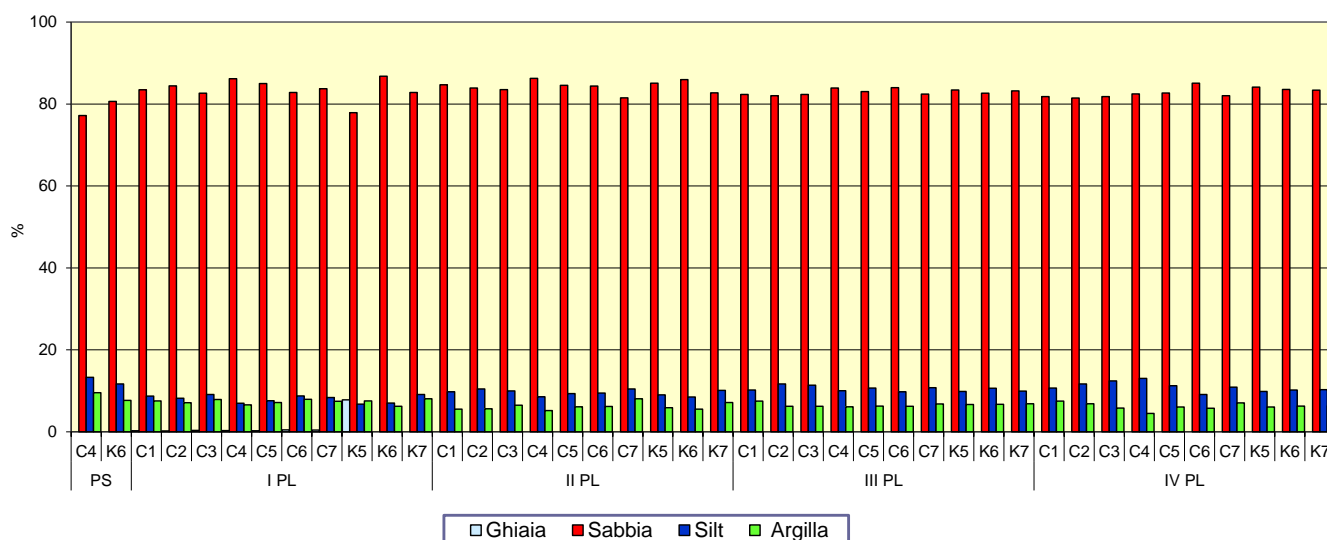


Fig. 3.2 - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati dal pre-survey (PS) all'estate 2011(IV PL) lungo il sea-line e nei siti di controllo K. C4 = stazione posta in corrispondenza della condotta.

Tab. 3-1 - Percentuali delle principali frazioni granulometriche nei sedimenti campionati dal pre-survey (inverno 2009; PS) all'estate 2011 (IV monitoraggio post lavori; PL). In rosso il sito posto in corrispondenza del sea-line.

	PS (I 2009)			I PL (I 2010)				II PL (E 2010)		
	Sabbia	Pelite		Ghiaia	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla			Silt	Argilla		Silt	Argilla
C1				0,24	83,50	8,71	7,55	84,70	9,75	5,55
C2				0,23	84,46	8,21	7,11	83,92	10,48	5,60
C3				0,32	82,65	9,13	7,90	83,53	9,96	6,51
C4	77,19	13,28	9,54	0,28	86,20	6,95	6,56	86,27	8,54	5,19
C5				0,26	85,00	7,58	7,16	84,57	9,34	6,10
C6				0,47	82,82	8,77	7,94	84,39	9,44	6,17
C7				0,42	83,76	8,38	7,44	81,51	10,45	8,04
K5				7,81	77,91	6,73	7,55	85,12	9,00	5,88
K6	80,67	11,69	7,65	-	86,78	7,00	6,21	85,96	8,49	5,55
K7				-	82,85	9,09	8,06	82,73	10,12	7,15

	III PL (I 2011)			IV PL (E 2011)		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla
C1	82,34	10,18	7,48	81,82	10,69	7,49
C2	82,07	11,69	6,25	81,48	11,68	6,84
C3	82,37	11,38	6,24	81,82	12,41	5,78
C4	83,90	10,01	6,08	82,51	13,03	4,47
C5	83,07	10,68	6,25	82,69	11,27	6,04
C6	84,03	9,75	6,22	85,12	9,11	5,77
C7	82,44	10,77	6,79	82,03	10,89	7,08
K5	83,46	9,86	6,68	84,12	9,84	6,04
K6	82,64	10,65	6,70	83,56	10,18	6,26
K7	83,21	9,94	6,86	83,40	10,28	6,32

3.1.2. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

Nei sedimenti campionati nell'estate 2011 questi composti sono risultati presenti in quantità molto modesta e hanno mostrato comportamenti eterogenei tra loro.

Infatti la maggior parte di essi (Antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Crisene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Naftalene e Pirene) è stata rilevata in tutti i siti compresi i controlli, mentre altri (Acenaftilene, Benzo(a)antracene e Benzo(a)pirene) sono stati osservati in poche stazioni incluso almeno un controllo. Il Dibenzo(a,h)antracene è stato

rilevato solo nella stazione C5, mentre l'Acenaftene è risultato assente ovunque (Tab. 3-II).

Anche gli IPA totali hanno esibito valori modesti in tutti i siti incluso C5, stazione in cui essi hanno raggiunto il massimo stagionale (0,235 mg/kg; fig. 3.3) comunque ben al di sotto dell'LCB (0,900 mg/kg) indicato nella Tab. 2.3A del Manuale relativo alla Movimentazione dei Sedimenti marini (ICRAM-APAT, 2007). Mediamente, non sono state riscontrate differenze degne di nota tra transetto ($0,060 \pm 0,079$ mg/kg) e controlli ($0,032 \pm 0,003$ mg/kg). Quanto registrato nell'estate 2011 appare concorde con i dati raccolti precedentemente, che avevano indicato una scarsa presenza di questi contaminanti i cui tenori sono sempre risultati molto modesti ben al di sotto dell'LCB. Solo nell'estate 2010 in corrispondenza del sea-line (C4; 1,410 mg/kg) era stato registrato un valore maggiore dell'LCB, che comunque non è stato confermato nei survey successivi.

Tab. 3-II - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (mg kg⁻¹) nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi successivi alla posa della condotta sottomarina (PL). In rosso la stazione posta sulla condotta Annamaria B - Annamaria A. K = controlli. I = inverno; E = estate.

	Pre survey (I 2009)		I PL (I 2010)									
	C4 (SL)	K6 (SLK1)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Acenaftene												
Acenaftilene												
Antracene									0,001			
Benzo (a) antracene		0,001				0,004						
Benzo (a) pirene		0,001				0,003						
Benzo (b) fluorantene	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004		0,002	0,002	0,001	0,002	0,002
Benzo (g, h,i) perilene	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,004		0,001		0,001	0,001	0,001
Benzo (k) fluorantene		0,000				0,001						
Crisene	0,002	0,002		0,001		0,009		0,001			0,001	0,001
Fenantrene	0,002	0,002	0,001	0,001		0,003		0,001			0,001	0,001
Fluorantene	0,003	0,003	0,001	0,001		0,002		0,002			0,001	0,002
Fluorene		0,000				0,001				0,006		0,004
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003		0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
Naftalene	0,001	0,002										
Pirene	0,002	0,002				0,004						0,001
Totale	0,017	0,021	0,007	0,008	0,005	0,038	0,000	0,009	0,004	0,010	0,008	0,014

	II PL (E 2010)									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Acenaftene						0,001				
Acenaftilene										
Antracene				0,008		0,005				
Benzo (a) antracene				0,100	0,008	0,011				
Benzo (a) pirene				0,036	0,005	0,003				
Benzo (b) fluorantene	0,002	0,003	0,003	0,036	0,005	0,005	0,004	0,004	0,002	0,002
Benzo (g, h,i) perilene		0,001	0,001	0,009	0,002	0,002	0,002	0,001		0,001
Benzo (k) fluorantene		0,001	0,001	0,007	0,001	0,002	0,001	0,001		
Crisene		0,001	0,001	0,280	0,027	0,020	0,001	0,001		
Fenantrene	0,002	0,002	0,002	0,100	0,002	0,061	0,002	0,002	0,002	0,002
Fluorantene	0,001	0,002	0,002	0,074	0,002	0,034	0,003	0,002	0,001	0,002
Fluorene		0,001		0,002		0,003	0,001			
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,001	0,002	0,002	0,005	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002
Naftalene	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004
Pirene		0,001	0,001	0,750	0,003	0,160	0,002	0,001		0,001
Totale	0,008	0,019	0,016	1,410	0,059	0,312	0,020	0,017	0,010	0,014

Tab. 3-II – Continuo.

	III PL (I 2011)									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Acenaftene										
Acenaftilene										
Antracene						0,002	0,001	0,001	0,001	
Benzo (a) antracene										
Benzo (a) pirene										
Benzo (b) fluorantene	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
Benzo (g, h,i) perilene	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Benzo (k) fluorantene	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001		0,001
Crisene	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,001
Dibenzo (a, h) antracene										
Fenantrene	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001		0,002
Fluorantene	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002
Fluorene										
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
Naftalene	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001			0,005
Pirene		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,001		0,001
Totale	0,013	0,014	0,014	0,016	0,015	0,017	0,012	0,012	0,007	0,017

	IV PL (E 2011)									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Acenaftene										
Acenaftilene	0,001	0,001			0,001	0,001		0,001		0,001
Antracene	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Benzo (a) antracene	0,001	0,001			0,024					0,001
Benzo (a) pirene	0,001	0,001			0,045	0,001				0,001
Benzo (b) fluorantene	0,004	0,004	0,003	0,004	0,048	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004
Benzo (g, h,i) perilene	0,001	0,001		0,001	0,013	0,001		0,001	0,001	0,001
Benzo (k) fluorantene	0,002	0,002	0,001	0,002	0,024	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002
Crisene	0,002	0,002	0,001	0,001	0,024	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Dibenzo (a, h) antracene					0,005					
Fenantrene	0,009	0,008	0,006	0,007	0,007	0,008	0,006	0,007	0,007	0,007
Fluorantene	0,003	0,003	0,002	0,003	0,009	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003
Fluorene	0,004	0,004	0,003	0,004	0,005	0,005	0,003	0,004	0,004	0,004
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,002	0,002	0,002	0,002	0,016	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Naftalene	0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004
Pirene	0,002	0,002	0,002	0,002	0,009	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002
Totale	0,037	0,035	0,024	0,029	0,235	0,035	0,024	0,033	0,028	0,035

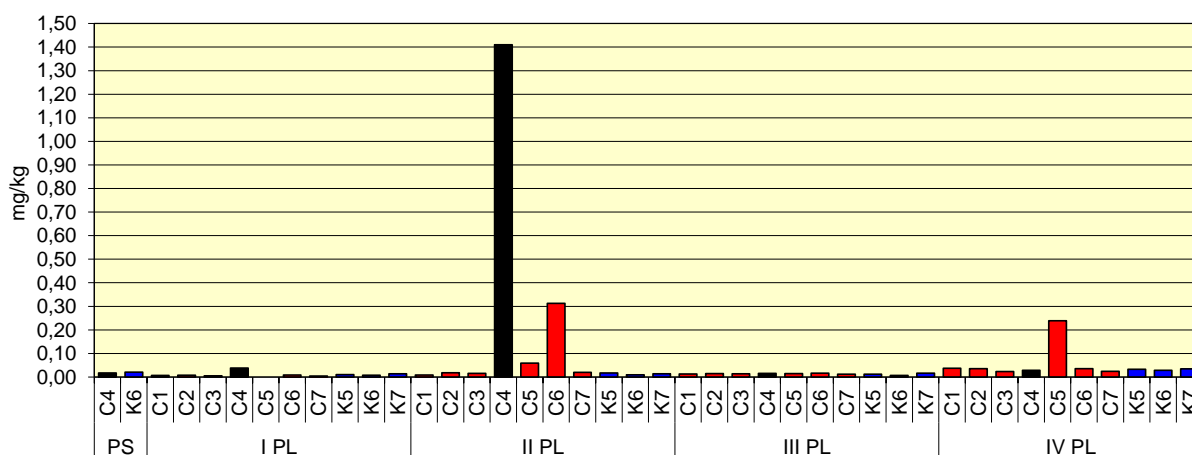


Fig. 3.3 - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici totali determinati nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi successivi alla posa della condotta sottomarina (PL). In nero la stazione posta sulla condotta Annamaria A - Annamaria B. K5-K7 = controlli.

3.1.3. METALLI PESANTI

Alluminio – Le concentrazioni di alluminio determinate nelle singole stazioni del transetto C nell'estate 2011 hanno presentato lievi riduzioni da 100 (a Nord) o 60 m (a Sud) di distanza dalla condotta verso i 30 m, con una piccola recrudescenza in C4 (Tab. 3-III; fig. 3.4). I tenori sono apparsi inferiori o del tutto paragonabili a quelle dei riferimenti, come indicato anche dalle concentrazioni medie (\pm d.s.) (C: $0,45 \pm 0,07\%$; K: $0,58 \pm 0,12\%$).

Fin dall'inizio del monitoraggio, le percentuali di alluminio sono sempre state modeste e non hanno subito variazioni degne di nota a seguito delle attività di installazione del sea-line. Inoltre, per tutta la durata delle indagini le concentrazioni rilevate lungo il transetto sono sempre risultate minori o del tutto confrontabili con quelle dei riferimenti.

Arsenico – Le concentrazioni di arsenico osservate lungo il transetto nell'ultimo monitoraggio sono risultate modeste e mediamente paragonabili a quelle dei controlli (C: $5,10 \pm 0,93$; K: $5,19 \pm 1,13$ mg kg⁻¹). Il valore massimo lungo C è stato registrato in C5 ($6,78$ mg kg⁻¹), comunque inferiore al controllo più contaminato (K6; $7,48$ mg kg⁻¹), e il minimo in C3 ($4,15$ mg kg⁻¹; Tab. 3-III e fig. 3.4). Da rilevare che, a parità di distanza dalla condotta, i tenori più bassi sono sempre stati riscontrati a NNE.

Nell'intero monitoraggio questo metallo ha mostrato comportamenti diversi tra i siti, essendo in ogni survey incrementato in alcuni e diminuito in altri, sebbene le variazioni siano risultate in tutti i casi abbastanza modeste.

Comunque, le concentrazioni medie del transetto sono sempre state inferiori o in linea con quelle dei controlli. Rispetto al pre-survey, nell'estate 2011 l'arsenico ha mostrato un incremento in C4 e soprattutto nel controllo K6 dove, in questo arco di tempo, ha più che raddoppiato la propria concentrazione. Tale comportamento, come evidenziato nel precedente rapporto tecnico (Fabi *et al.*, 2012), fa escludere una diretta influenza della condotta sulla distribuzione del metallo.

Bario – Le concentrazioni di bario rilevate lungo il transetto nell'estate 2011 sono oscillate tra 24,22 mg kg⁻¹ (C3) e 36,09 mg kg⁻¹ (C1) e hanno mostrato, analogamente all'arsenico, un decremento da 100 m a 30 m di distanza dal sea-line solo nella porzione NNE (Tab. 3-III e fig. 3.4). Ai controlli sono risultate comprese tra 17,58 mg kg⁻¹ (K7) e 39,70 mg kg⁻¹ (K6) e mediamente confrontabili con i valori registrati lungo C (K: 26,52±11,23; C: 31,72±3,86 mg kg⁻¹).

Nell'intero periodo di indagine anche questo metallo ha esibito comportamenti differenti tra i siti, ma si tratta in tutti i casi di variazioni modeste.

Durante i primi tre survey post lavori in alcune stazioni del transetto erano stati rilevati tenori maggiori rispetto ai controlli, anche se mediamente le differenze erano da considerarsi lievi e le concentrazioni basse in valore assoluto.

L'ultimo survey dimostra che anche i tenori maggiori di bario lungo il transetto sono in linea con almeno un controllo; inoltre, rispetto al pre-survey l'incremento registrato in K6 è risultato decisamente superiore a quello riscontrato in C4. Tutto ciò fa escludere una possibile influenza della condotta sulla dinamica di questo metallo.

Cromo - Le concentrazioni di cromo rilevate nell'ultimo monitoraggio lungo il transetto sono apparse modeste e comprese tra 16,50 mg kg⁻¹ (C3) e 23,86 mg kg⁻¹ (C1), pertanto tutte inferiori al controllo K5 (25,91 mg kg⁻¹) dove è stato raggiunto il massimo per questo survey (Tab. 3-III; fig. 3.4). Mediamente, comunque, non sono state riscontrate differenze tra i due gruppi di siti (C: 19,73±2,70 mg kg⁻¹; K: 22,43±3,18 mg kg⁻¹). Lungo il transetto è stato osservato lo stesso andamento dell'alluminio, caratterizzato da una riduzione delle concentrazioni dai siti più lontani a quelli più vicini alla condotta (30 m), con un piccolo aumento in C4.

Nel tempo il cromo non ha mostrato anomalie positive e ha conservato valori bassi. Le variazioni osservate rispetto al pre-survey nei monitoraggi successivi ai lavori di installazione sono sempre risultate modeste e indipendenti dalla presenza della condotta, essendosi verificate anche al controllo K6.

Rame – Le concentrazioni di rame rilevate nell'estate 2011 lungo il transetto C sono risultate tutte modeste, essendo comprese tra 3,01 mg kg⁻¹ (C3) e 3,89 mg kg⁻¹ (C1), e inferiori o del tutto paragonabili ai controlli, come indicato dai valori medi (C: 3,50±0,28 mg kg⁻¹; K: 3,99±0,90 mg kg⁻¹; Tab. 3-III e fig. 3.4). Analogamente a molti dei metalli descritti, lungo C il trend è apparso caratterizzato da una riduzione di concentrazione dai siti più lontani dalla condotta a quelli posti a 30 m di distanza da essa.

Nel tempo il rame ha conservato tenori bassi in tutti i siti campionati e lungo il transetto C non sono mai state rilevate concentrazioni maggiori di quella osservata in C4 durante il pre-survey (4,23 mg kg⁻¹).

Gli andamenti temporali di rame osservati nei vari siti sono apparsi piuttosto uniformi: questo metallo si è infatti ridotto nell'inverno 2010 (I survey post lavori) ed è aumentato nell'estate successiva; dopo un leggero decremento nell'inverno 2012 si è avuto un altrettanto leggero aumento in quasi tutti i siti nell'estate seguente. Le eccezioni più evidenti a questo andamento generale sono state osservate in C3 e K7 dove il rame ha mostrato un progressivo decremento tra l'estate 2010 e quella del 2011. Non essendo state registrate discrepanze negli andamenti temporali lungo il transetto e i controlli, si può ipotizzare che la posa della condotta non ha influenzato la dinamica di questo metallo.

Tab. 3-III - Concentrazioni (mg kg⁻¹ s.s.; Al espresso in %) dei metalli in tracce rinvenuti nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi condotti dopo la posa del sea-line (PL). In rosso la stazione posta sulla condotta Annamaria B - Annamaria A. LOQ = limite di quantificazione.

	Alluminio					Arsenico					Bario					Cromo				
	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
C1		0,58	0,62	0,57	0,59		3,49	6,38	4,54	4,90		33,43	34,14	33,47	36,09		21,13	21,08	22,91	23,86
C2		0,58	0,68	0,49	0,49		4,07	4,49	4,45	4,50		47,18	44,51	30,60	34,97		22,55	24,44	19,86	19,16
C3		0,63	0,66	0,61	0,39		4,31	5,18	3,54	4,15		40,16	40,63	34,06	24,22		23,11	22,53	24,38	16,50
C4	0,54	0,58	0,54	0,46	0,47	2,79	3,35	3,81	4,19	4,35	20,76	31,64	33,78	26,44	30,24	17,46	19,56	20,18	19,04	19,34
C5		0,48	0,54	0,57	0,42		4,30	5,73	4,59	6,78		29,00	33,29	35,19	32,23		17,78	20,27	19,98	16,88
C6		0,58	0,50	0,56	0,53		3,21	4,30	6,10	5,81		41,83	33,06	33,53	31,60		20,16	18,78	20,13	22,50
C7		0,60	0,60	0,58	0,48		4,17	4,41	4,89	5,23		46,04	38,98	41,87	32,66		21,98	20,51	21,17	19,87
K5		0,63	0,65	0,63	0,70		4,51	2,60	4,53	5,58		31,60	33,90	26,60	32,06		22,06	26,52	24,32	25,91
K6	0,56	0,56	0,78	0,62	0,61	3,42	5,74	5,40	5,68	7,48	16,48	32,86	35,26	26,41	39,70	17,48	19,13	26,44	23,57	21,20
K7		0,60	0,66	0,50	0,47		3,16	5,00	5,36	5,46		27,70	28,16	26,54	17,58		22,89	21,60	19,39	19,86

	Rame					Cadmio					Mercurio					Nichel				
	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
C1		1,97	3,94	3,37	3,89		0,0223	0,0284	0,0338	0,0250		< LOQ	< LOQ	0,0114	0,0108		8,17	13,28	12,02	15,98
C2		2,21	4,01	3,30	3,50		0,0114	0,0327	0,0241	0,0257		< LOQ	0,0118	0,0095	0,0104		9,37	12,94	10,43	11,93
C3		1,87	4,19	3,67	3,01		0,0214	0,0306	0,0276	0,0231		< LOQ	0,0173	0,0109	< LOQ		10,18	12,85	13,10	10,52
C4	4,23	1,60	3,34	3,21	3,38	0,0459	0,0132	0,0453	0,0245	0,0234	0,0103	< LOQ	0,0088	0,0125	0,0102	11,60	7,31	11,18	9,49	12,60
C5		1,89	3,38	3,35	3,59		0,0143	0,0350	0,0188	0,0217		< LOQ	< LOQ	0,0117	0,0107		6,28	12,28	11,24	12,49
C6		2,13	3,43	3,28	3,69		0,0146	0,0299	0,0191	0,0267		< LOQ	0,0090	0,0114	0,0102		8,98	10,84	9,44	13,81
C7		2,74	3,93	3,33	3,48		0,0137	0,0289	0,0203	0,0246		< LOQ	0,0138	0,0111	0,0161		9,97	12,78	10,27	11,63
K5		2,46	3,94	3,81	4,63		0,0156	0,0321	0,0229	0,0251		< LOQ	< LOQ	0,0118	0,0105		11,38	12,43	12,26	17,81
K6	4,75	2,20	4,27	4,11	5,15	0,0421	0,0133	0,0227	0,0207	0,0233	0,0121	< LOQ	0,0136	0,0121	0,0140	13,30	9,36	12,70	13,42	14,50
K7		1,97	4,99	4,06	3,39		0,0144	0,0261	0,0198	0,0233		< LOQ	0,0110	0,0138	0,0129		10,51	12,15	11,31	13,69

Tab. 3-III – Continuo.

	Piombo					Vanadio					Zinco				
	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
C1		4,97	3,16	6,07	4,24		14,96	14,09	16,71	16,61		24,14	21,90	24,05	40,46
C2		4,42	3,89	5,66	3,65		15,23	15,49	14,81	14,30		23,09	23,67	21,90	42,17
C3		4,40	3,74	5,99	3,87		15,40	15,64	17,15	11,92		22,42	24,45	25,38	38,78
C4	3,76	4,55	3,48	5,80	3,87	13,62	13,98	12,71	13,66	13,75	22,20	22,11	21,73	21,63	41,50
C5		4,37	3,45	5,32	3,36		12,25	12,44	15,47	12,63		18,02	21,75	22,68	39,02
C6		4,61	3,14	5,20	4,95		14,03	11,66	16,14	14,98		20,27	20,41	22,89	44,30
C7		5,32	2,93	5,30	4,97		15,46	14,11	16,04	14,24		21,52	20,49	21,59	42,68
K5		5,79	5,61	5,76	4,90		15,72	16,23	17,88	19,04		22,29	23,11	26,86	46,43
K6	3,72	4,22	4,64	5,35	5,62	14,55	15,22	17,40	17,95	17,89	23,23	22,50	27,76	26,68	45,05
K7		6,14	3,50	5,46	4,89		15,00	15,61	15,48	13,09		21,93	23,90	23,51	43,57

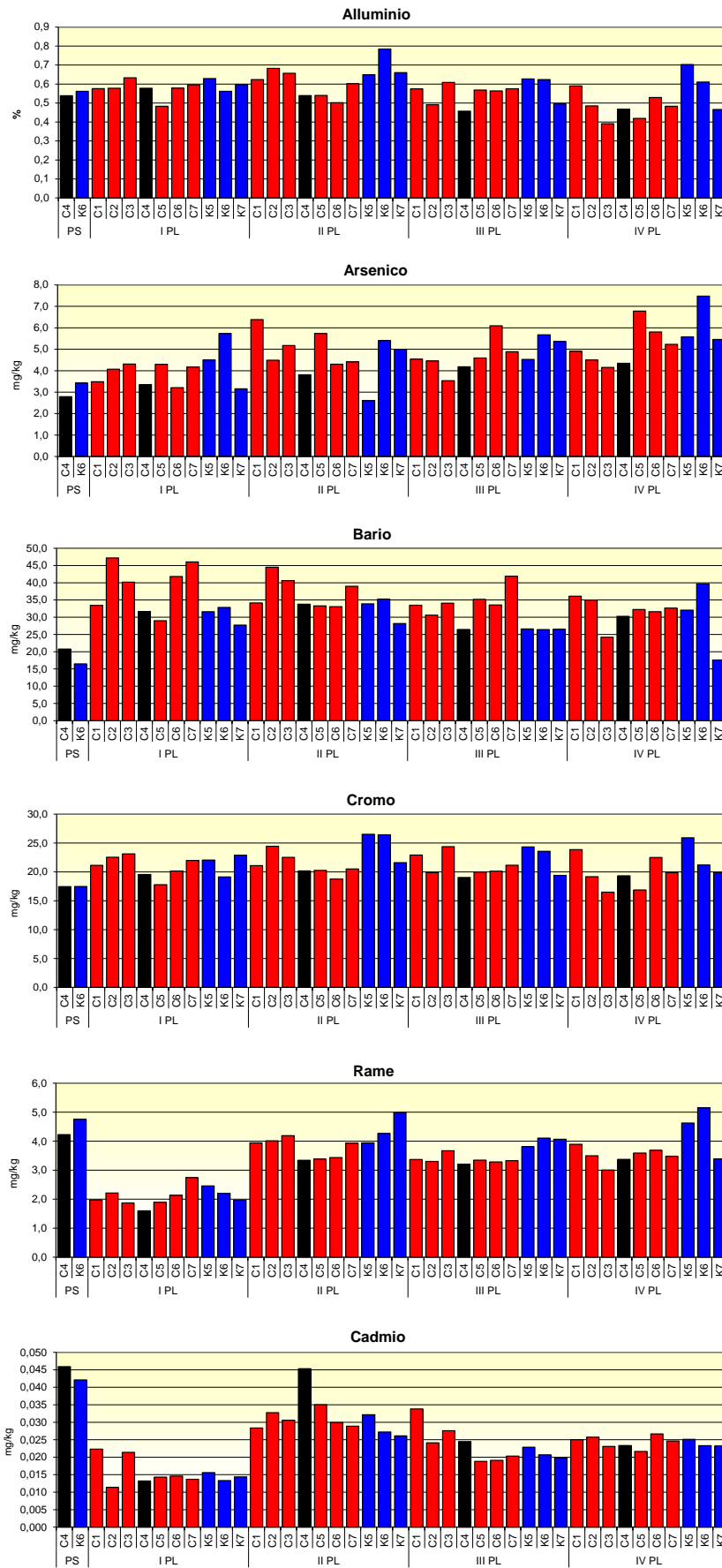


Fig. 3.4 - Concentrazioni dei metalli in tracce (mg/kg s.s. ad eccezione di Al espresso in %) nei sedimenti campionati nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi condotti dopo la posa del sea-line (PL). K5-K7 = controlli; C4 = sea-line.

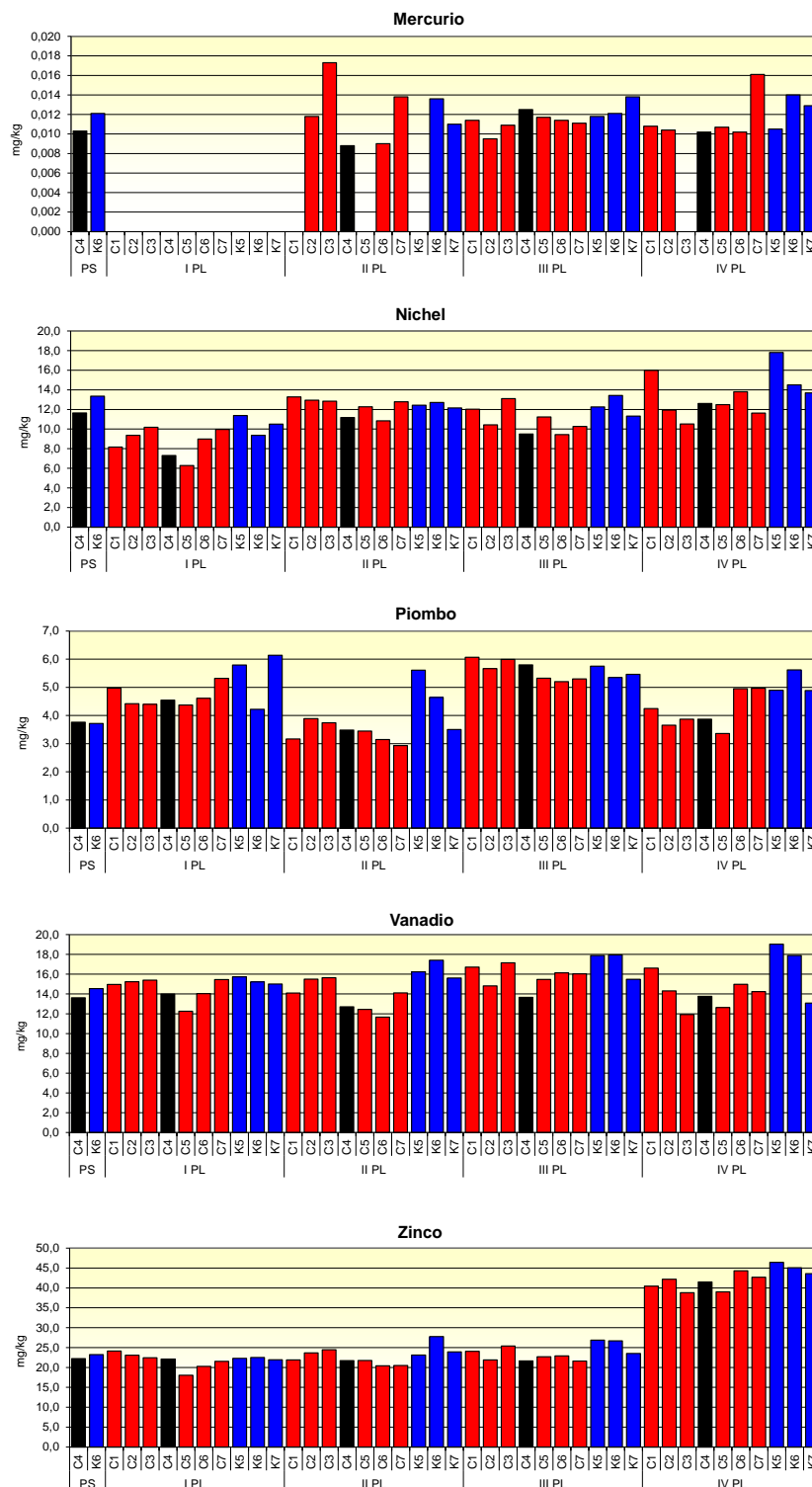


Fig. 3.4 – Continuo.

Cadmio – Le concentrazioni di cadmio rilevate nei sedimenti campionati nell'ultimo monitoraggio lungo il transetto sono apparse omogenee tra loro, variando tra 0,0217 mg kg⁻¹ (C5) e 0,0267 mg kg⁻¹ (C6), e con i controlli (C: 0,024±0,002; K: 0,021±0,001 mg kg⁻¹; Tab. 3-III e fig. 3.4). Tuttavia, si evidenzia un modesto decremento lungo il transetto dai siti più lontani verso la condotta e un'altrettanto

lieve recrudescenza in corrispondenza di questa. Nell'intero periodo di studio questo metallo ha sempre esibito valori modesti e comunque inferiori con quelli del pre-survey. In quasi tutti i casi, inoltre, i tenori registrati lungo il transetto sono stati paragonabili a quelli dei riferimenti.

Anche gli andamenti temporali sono complessivamente concordi tra i vari siti indagati sia nell'estate 2010, caratterizzata da un aumento rispetto all'inverno precedente, che nell'inverno 2011, quando è avvenuta una generale riduzione che non ha coinvolto solo C1, in cui il cadmio ha continuato ad aumentare. Nell'estate 2011 in alcuni siti il metallo è aumentato, in altri si è ridotto. Nella maggior parte dei casi si è comunque trattato di lievi variazioni che hanno riguardato sia il transetto che i controlli. Pertanto, complessivamente i dati testimoniano che la posa della condotta non ha influenzato la dinamica di questo metallo.

Mercurio – Le concentrazioni di mercurio rilevate nell'estate 2011 sono risultate molto basse, oscillando tutte intorno al limite di quantificazione della metodica ($0,010 \text{ mg kg}^{-1}$; Tab. 3-III; fig. 3.4) Non sono state riscontrate discrepanze in termini di valori medi tra transetto ($0,011 \pm 0,002 \text{ mg kg}^{-1}$) e controlli ($0,013 \pm 0,002 \text{ mg kg}^{-1}$). Questo metallo ha esibito nel periodo di studio valori sempre modesti e in alcuni casi al di sotto del limite di quantificazione, come nel I survey post lavori, pertanto anche il confronto tra siti e le variazioni temporali non hanno significato. I dati suggeriscono, quindi, che la condotta non influenza la distribuzione del mercurio nei sedimenti circostanti.

Nichel – Le concentrazioni di nichel relative all'estate 2011 sono apparse modeste in tutti i siti C e inferiori o del tutto confrontabili a quelle dei riferimenti, come suggerito anche dai valori medi relativi ai due gruppi di stazioni (C: $12,71 \pm 1,76$; K: $12,33 \pm 2,18 \text{ mg kg}^{-1}$; Tab. 3-III e fig. 3.4). Lungo C l'andamento è risultato molto simile a quelli già descritti per diversi metalli come l'alluminio, il cromo e il rame. Nell'intero periodo di osservazione il nichel ha esibito variazioni stagionali abbastanza concordi tra i siti, con riduzioni in inverno e incrementi in estate. Va sottolineato che i tenori registrati nell'estate 2011 (IV survey post lavori) sono risultati maggiori rispetto all'inverno 2010, corrispondente al primo survey post lavori. Comunque, poiché tale situazione è apparsa evidente anche nei controlli, non può essere riferita alla presenza della condotta. Il significato di questo incremento,

attualmente ancora troppo modesto per indicare una situazione di perturbazione, potrà essere meglio valutato con i risultati dei survey successivi.

Piombo – Anche le concentrazioni di piombo rilevate nell'estate 2011 sono risultate modeste. In tutti i siti del transetto il contenuto del metallo è apparso inferiore (da C1 a C5) o del tutto confrontabile (C6 e C7) ai controlli, come suggerito anche dai valori medi (C: $4,13 \pm 0,63$; K: $5,52 \pm 0,42$ mg kg⁻¹; Tab. 3-III e fig. 3.4).

Nel tempo il piombo ha esibito variazioni temporali abbastanza concordi tra i siti: è infatti avvenuto un modesto aumento tra il pre-survey e l'inverno 2010 sia in C4 che nel controllo K6, un decremento nell'estate 2010 in tutti i siti eccetto K6 e un nuovo aumento nell'inverno successivo. Nell'ultimo survey, infine, il metallo è nuovamente diminuito, sempre con l'eccezione di K6. Il confronto tra i valori ottenuti nell'ultimo campionamento e il pre-survey mostrano un leggero incremento più evidente in K6 rispetto a C4. Avendo le variazioni temporali coinvolto anche i siti di riferimento, esse appaiono del tutto naturali e legate a una certa stagionalità e non imputabili alla presenza della condotta.

Vanadio – Analogamente a tutti i metalli precedentemente descritti, anche le concentrazioni di vanadio rilevate nell'estate 2011 sono apparse modeste ovunque (Tab. 3-III; fig. 3.4). Lungo C è stato riscontrato lo stesso andamento già descritto per altri elementi in traccia, caratterizzato da una riduzione di concentrazioni da 100-60 m a 30 m di distanza dalla condotta e da un piccolo aumento in C4. Tutti i siti del transetto sono risultati meno contaminati rispetto ad almeno due controlli, anche se mediamente non sono state riscontrate particolari differenze (C: $14,06 \pm 1,54$; K: $17,10 \pm 3,16$ mg kg⁻¹).

Nell'intero periodo d'indagine questo metallo ha esibito sempre tenori bassi. Lungo il transetto il vanadio, dopo essere rimasto pressoché stabile tra il pre-survey e l'inverno 2010 in C4, seppure con delle eccezioni si è ridotto nell'estate seguente (eccetto in C2, C3 e C5), è aumentato nell'inverno 2012 (tranne in C2) ed è di nuovo diminuito nell'ultimo survey (tranne in C4). Anche nei controlli, il vanadio ha subito variazioni interstagionali non concordi tra siti. In K5 e K6 esso ha mostrato un progressivo incremento tra il pre-survey o l'inverno 2010, mentre in K7 è aumentato nell'estate 2010 e si è ridotto nelle stagioni seguenti.

In tutti i casi, però, le variazioni sono avvenute in un intervallo di concentrazioni molto modesto e, pertanto, si ritengono imputabili alla normale variabilità ambientale piuttosto che a un effetto legato alla presenza della condotta.

Zinco – Le concentrazioni di zinco determinate nell'estate 2011 lungo il transetto C sono risultate inferiori o del tutto confrontabili con quelle dei controlli (Tab. 3-III; fig. 3.4), come indicato anche dai valori medi (C: $41,27 \pm 2,00$ mg kg⁻¹; siti K: $45,02 \pm 1,43$ mg kg⁻¹). In questo caso lungo il transetto la riduzione in entrambe le direzioni è avvenuta dai 60 ai 30 m di distanza dalla condotta.

Nel periodo di studio compreso tra il pre-survey e l'inverno 2011 lo zinco aveva mostrato scarse variazioni, conservando nel tempo concentrazioni generalmente in linea con quelle dell'inverno 2009. Nell'ultimo survey, invece, si è verificato un incremento che ha interessato tutti i siti, facendo supporre che l'evento non sia direttamente imputabile alla presenza del sea-line. Occorrerà attendere i risultati dei prossimi survey per poter approfondire tale situazione.

3.1.4. SOSTANZA ORGANICA

Le percentuali di sostanza organica determinate nell'estate 2011 lungo il transetto C sono oscillate in un intervallo ristretto, compreso tra 1,2% (C2, C3, C4 e C7) e 1,4% (C5; Tab. 3-IV; fig. 3.5). Tali valori sono apparsi in linea con i controlli K5 (1,2%) e K7 (1,3%) e inferiori a K6 (1,7%).

Per tutta la durata dello studio la percentuale di sostanza organica ha esibito variazioni modeste e i valori registrati lungo il transetto e in C4 sono sempre stati inferiori a quelli dei riferimenti, tranne nel primo survey dopo la posa della condotta (inverno 2010), quando i valori lungo C erano risultati leggermente superiori.

Nei campionamenti successivi le variazioni osservate risultano di lieve entità ad indicare che la condotta non ha effetti su questa variabile.

Tab. 3-IV – Sostanza organica (% s.s.) rilevata nei sedimenti campionati nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi condotti dopo la posa del sea-line (PL). In rosso la stazione posta sopra la condotta.

	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
C1		1,4	1,1	1,2	1,3
C2		1,4	1,1	1,2	1,2
C3		1,4	1,2	1,4	1,2
C4	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2
C5		1,4	1,1	1,3	1,4
C6		1,4	1,2	1,3	1,3
C7		1,5	1,2	1,3	1,2
K5		1,0	1,2	1,4	1,2
K6	1,2	1,1	1,4	1,4	1,7
K7		1,1	1,4	1,6	1,3

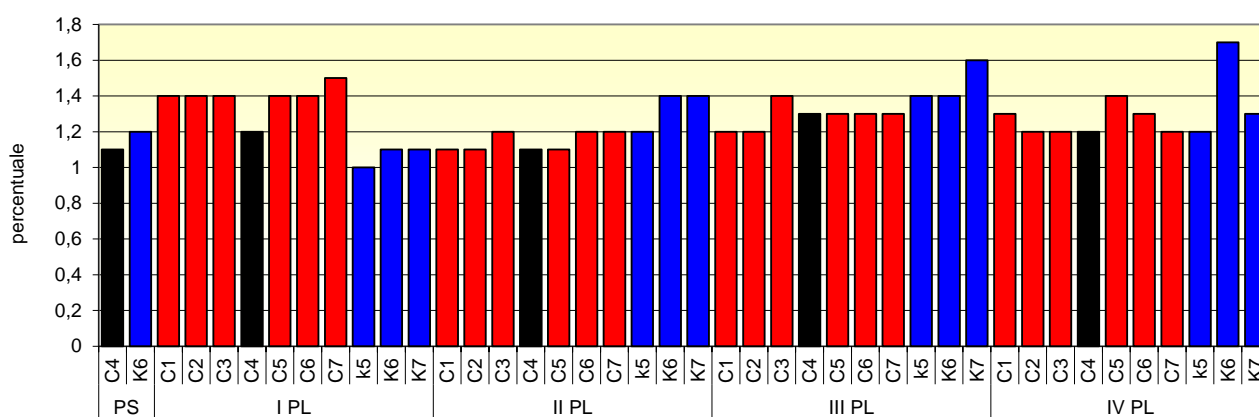


Fig. 3.5 - Sostanza organica (% s.s.) rilevata nei sedimenti campionati nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi condotti dopo la posa del sea-line (PL). In nero la stazione posta sopra la condotta.

3.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

3.2.1. *DUNALIELLA TERTIOLECTA*

QA-QC – Il test eseguito come controllo positivo con $K_2Cr_2O_7$ ($8,9 \text{ mg l}^{-1}$ come cromo) è rientrato nei limiti della carta di controllo intralaboratorio ($6,1 - 9,0 \text{ mg l}^{-1}$); i coefficienti di variazione tra le repliche nei campioni non diluiti, alla massima concentrazione, sono risultati conformi perché in tutti i casi inferiori al 15%. La crescita algale nei controlli è sempre stata superiore rispetto al limite minimo consentito (fattore ≥ 16).

Risultati del saggio - I risultati del saggio applicato ai campioni raccolti nell'estate 2011 sono riportati in Tab. 3-V, contestualmente ai principali parametri di contorno misurati. Ovunque è stato evidenziato un leggero effetto biostimolante ($p < 0,05$) rispetto alla crescita misurata nei rispettivi controlli eseguiti con acqua marina artificiale. In nessun campione è stato evidenziato un effetto tossico. Nel complesso i sedimenti sono quindi risultati privi di effetti tossici e caratterizzati da condizioni chimiche e fisiche favorevoli alla proliferazione algale.

Tab 3-V - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità condotto nell'estate 2011 con *D. tertiolecta*. In rosso è indicata la stazione corrispondente al sea-line. Valori negativi della percentuale di effetto indicano effetto stimolante.

campione	pH	S	% effetto/biostimolazione	EC ₅₀	Giudizio
C4	8,07	33,3	-34%	n,c,	Effetto eutrofizzante significativo
C6	8,11	33,5	-33%	n,c,	Effetto eutrofizzante significativo
K6	8,15	33,1	-30%	n,c	Effetto eutrofizzante significativo

Confronto con i survey precedenti - Rispetto ai monitoraggi precedenti si conferma l'assenza di effetti tossici, mai riscontrati né prima né dopo i lavori (Tab. 3-VI; fig. 3.6). Le variazioni osservate nel tempo (assenza di effetto o effetto eutrofizzante) non possono essere collegate con i lavori di posa delle condotte o con la sua presenza poiché sono avvenute sia nelle stazioni lungo il transetto che nel controllo K6.

Tab. 3-VI - Risultati relativi al saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nei campioni prelevati durante il pre-survey (PS) e nei monitoraggi successivi alla posa della condotta sottomarina (PL). Il sito C6 non era stato campionato durante il pre-survey. In rosso la stazione posta sul sea-line. I = inverno; E = estate.

campione	PS (I 2009)	I PL (I 2010)	II PL (E 2010)	III PL (I 2011)	IV PL (E 2011)
C4	Effetto eutrofizzante significativo	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Effetto eutrofizzante significativo
C6	-	Effetto eutrofizzante significativo	Assenza di effetto	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo
K6	Effetto eutrofizzante significativo	Assenza di effetto	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo	Effetto eutrofizzante significativo

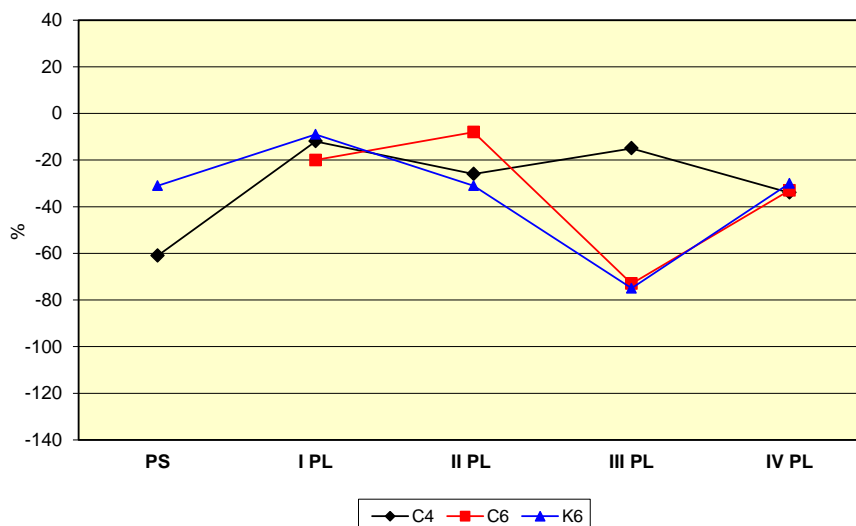


Fig. 3.6 - Percentuali di effetto per *D. tertiolecta* ottenute dal pre-survey (PS) alla IV campagna post lavori (PL). C4 = sito posto sul sea-line.

3.2.2 VIBRIO FISCHERI

QA-QC – I valori EC50 a 5' e a 15' (0,89 mg l⁻¹ e 0,29 mg l⁻¹ rispettivamente) con la sostanza di riferimento (Cu²⁺) sono rientrati nel 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'; Onorati *et al.*, 2007).

Risultati del saggio: In tutti i sedimenti testati non è stata rilevata tossicità (Tab. 3-VII).

Tab. 3-VII - Risultati relativi al saggio di tossicità con *Vibrio fischeri* nei campioni del survey condotto nell'estate 2011. In rosso è indicata la stazione corrispondente al sea-line. Valori negativi della percentuale di effetto indicano effetto stimolante.

campione	Sabbia <1mm (%)	Pelite(%)	Soglia Tox Naturale (TU)	Tox Misurata (TU)	Range al 95% di confidenza (TU)		R ² (%)	S.T.I.	TOX
C4	82,51	17,50	61,36	3,2	2,4	4,6	91	0,05	Assente
C6	85,12	14,88	52,21	6,5	3,8	18,5	91	0,12	Assente
K6	83,56	16,44	57,66	5,1	3,9	12,1	91	0,09	Assente

Confronto con i survey precedenti – Nell'estate 2011 non si sono riscontrate variazioni rispetto a quanto già evidenziato precedentemente (Tab. 3-VIII). Ciò comprova che le proprietà ecotossicologiche dei sedimenti non sono state modificate dai lavori di installazione della struttura o dalla sua presenza.

Tab. 3-VIII - Confronto tra i risultati conseguiti con *V. fischeri* nel pre-survey (PS) e nelle campagne dopo i lavori di posa della condotta sottomarina (PL). Il sito C6 non era stato campionato durante il pre-survey. In rosso la stazione posta sul sea-line. I = inverno; E = estate.

Campione	PS (I 2009)	I PL (I 2010)	II PL (E 2010)	III PL (I 2011)	IV PL (E 2011)
C4	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
C6	--	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

3.2.3. *COROPHIUM ORIENTALE*

QA-QC – La sensibilità rilevata sugli organismi nei confronti del tossico di riferimento (CdCl₂) LC 50 = 3,95 mg l⁻¹ (LC = 3,46 mg l⁻¹ e UC = 4,51 mg l⁻¹) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio. In Tab. 3-IX sono indicati i principali parametri chimici e fisici misurati all'inizio e alla fine del saggio biologico condotto nell'estate 2011.

Risultati del saggio - Le percentuali di mortalità degli organismi osservate in tutti i sedimenti testati hanno dimostrato l'assenza di tossicità acuta (Tab. 3-X).

Tab. 3-IX – Parametri chimici e fisici dell’acqua sovrastante il sedimento testato osservati all’inizio e alla fine del test effettuato nell’estate 2011. In rosso il sito posto in corrispondenza del sea-line.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg l ⁻¹)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg l ⁻¹)	O ₂ (%)
Controllo	16 ± 1	36	8,25	0	95 ± 5	16 ± 1	37	8,19	2,0	90 ± 5
C4		38	8,17	0,5			38	8,20	0	
C6		38	8,18	0,5			38	8,19	0,5	
K6		38	8,12	0,5			37	8,19	0,5	

Tab. 3-X - Percentuali di mortalità degli organismi di *C. orientale* osservati nel test di tossicità acuta relativo al survey condotto nell’estate 2011. In rosso è indicata la stazione posta in corrispondenza del sea-line.

Campione	N, organismi esposti	% organismi morti (± dev, st, %)	% (corretta) organismi morti	Giudizio di tossicità
Controllo	100	0 ± 0	0	Assente
C4	100	3 ± 2,00	3	Assente
C6	100	3 ± 2,00	3	Assente
K6	100	8 ± 3,27	8	Assente

Confronto con i survey precedenti - I risultati del test con *C. orientale* condotto nell’estate 2011 hanno confermato quanto già rilevato nel pre-survey e nei primi tre monitoraggi post lavori, ovvero che la posa in opera della condotta non ha modificato le proprietà ecotossicologiche dei sedimenti (Tab. 3-XI).

Tab. 3-XI - Confronto tra i risultati conseguiti con *C. orientale* (test “a breve termine”) nel pre-survey (PS) e nelle campagne dopo i lavori di posa della condotta sottomarina (PL). Il sito C6 non era stato campionato durante il pre-survey. In rosso la stazione posta sul sea-line. I = inverno; E = estate.

Campione	PS (I 2009)	I PL (I 2010)	II PL (E 2010)	III PL (I 2011)	IV PL (E 2011)
C4	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
C6	--	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

3.2.4. ACARTIA TONSA

QA-QC - Il test eseguito come controllo positivo con 3,5-DCP ($59 \mu\text{g l}^{-1}$) è rientrato nei limiti della carta di controllo intralaboratorio ($33\text{--}388 \mu\text{g l}^{-1}$); la percentuale di copepoditi nel campione di controllo ($80\pm 3\%$ e $61\pm 4\%$) è risultata superiore al limite del 30% indicato dal metodo.

Risultati del saggio - Non è stata rilevata presenza di tossicità in alcuno dei siti analizzati (Tab, 3-XII).

Tab. 3-XII - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità con *A. tonsa* nei campioni prelevati nell'estate 2011. In rosso è indicata la stazione posta in corrispondenza del sea-line.

campione	LDR	In(%)	Giudizio
controllo	$0,80\pm 0,03$; $0,61\pm 0,04$	-	-
C4	$0,86 \pm 0,09$	-7.0%	Assenza di effetto
C6	$0,84 \pm 0,09$	-4.3%	Assenza di effetto
K6	$0,69 \pm 0,05$	-12.8%	Assenza di effetto

Confronto con i survey precedenti – Dopo una riduzione dell'effetto di biostimolazione sia in C4 che in K6 avvenuta nel I survey post lavori che ha portato all'assenza di effetto, non sono state riscontrate ulteriori variazioni sino all'estate 2011, confermando l'assenza di tossicità (Tab. 3-XIII e fig. 3.7).

Tab. 3-XIII - Risultati relativi al saggio di tossicità con *A. tonsa* nei campioni prelevati durante il pre-survey (PS) e nelle campagne di monitoraggio condotte dopo la posa della condotta sottomarina (PL). Il sito C6 non era stato campionato durante il pre-survey. In rosso la stazione posta sul sea-line. I = inverno; E = estate.

campione	PS (I 2009)	I PL (I 2010)	II PL (E 2010)	III PL (I 2011)	IV PL (E 2011)
C4	Potenziale biostimolazione	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto
C6	-	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto
K6	Biostimolazione significativa	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto	Assenza di effetto

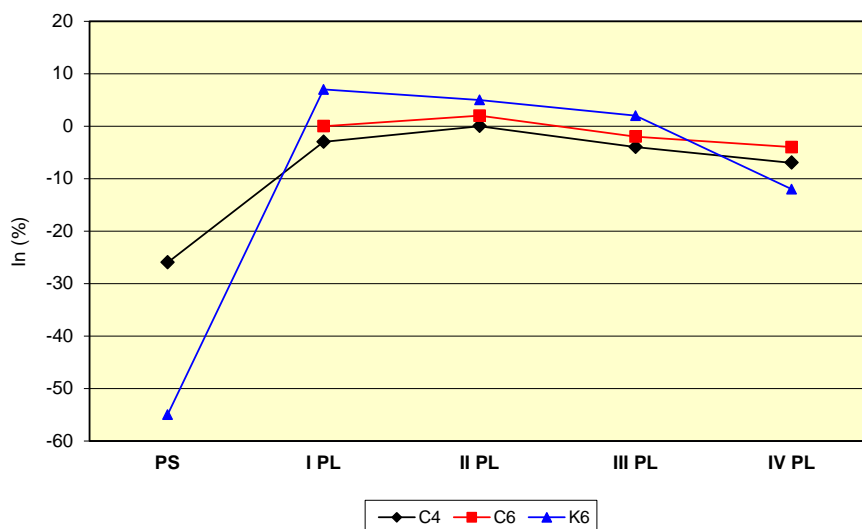


Fig. 3.7 – Indice di inibizione percentuale ottenuto per *A. tonsa* nel corso del pre-survey (PS) e delle campagne dopo la fine dei lavori di posa in opera della condotta sottomarina (PL). C4 = sito posto sul sea-line.

3.2.5. *CRASSOSTREA GIGAS*

QA-QC - Il test eseguito con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC_{50} di 7,6 $\mu\text{g l}^{-1}$ di Cu, che è rientrata nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (5-33 $\mu\text{g l}^{-1}$); la percentuale di larve D-shape normalmente sviluppate nel campione di controllo (74 \pm 2%) è risultata superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Il saggio di embriotossicità applicato agli elutriati ha evidenziato l'assenza di tossicità in tutti campioni esaminati, caratterizzati da una percentuale di larve normalmente formate (percentuale di successo del test normalizzata S%) non marcatamente differente dal controllo (Tab. 3-XIV).

Tab. 3-XIV - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nell'estate 2011. In rosso è indicata la stazione posta in corrispondenza del sea-line.

campione	% effetto grezzo	S(%)	EC_{50}	Giudizio
Controllo	26 \pm 2	-	-	-
C4	30 \pm 4	95	-	Assente
C6	33 \pm 2	90	-	Assente
K6	32 \pm 3	92	-	Assente

Confronto con i survey precedenti - I valori ottenuti nell'estate 2011 confermano quanto già rilevato nelle campagne precedenti (Tab. 3-XV; fig. 3.8). La bassa tossicità rilevata nel pre-survey in C4 e la tossicità media riscontrata nel controllo K6 nell'estate 2010 appaiono infatti casi isolati.

Tab. 3-XV - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati durante il pre-survey (PS) e nelle campagne dopo la posa della condotta sottomarina (PL). Il sito C6 non era stato campionato durante il pre-survey. In rosso la stazione posta sul sea-line. I = inverno; E = estate.

campione	PS (I 2009)	I PL (I 2010)	II PL (E 2010)	III PL (I 2011)	IV PL (E 2011)
C4	Bassa tossicità	Assente	Assente	Assente	Assente
C6	-	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Media	Assente	Assente

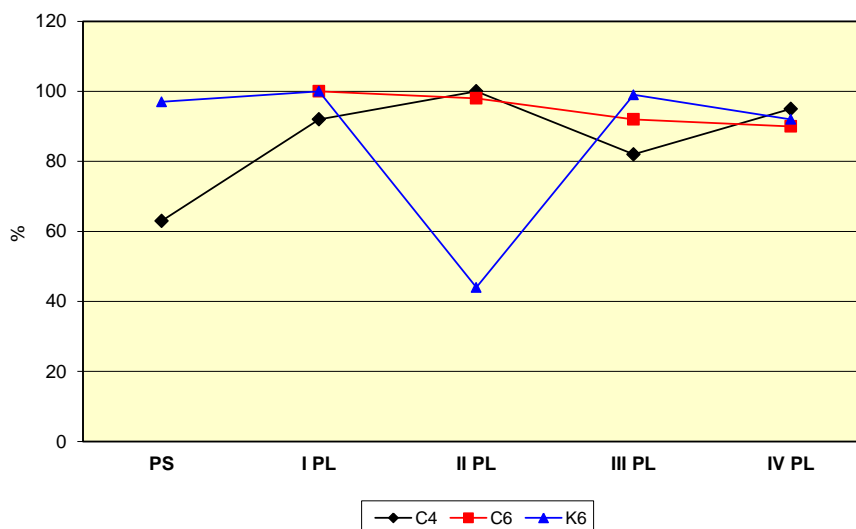


Fig. 3.7 - Percentuali di successo (S%) per *C. gigas* ottenute nel corso del pre-survey (PS) e dei campionamenti effettuati dopo la fine dei lavori di posa in opera della condotta sottomarina (PL). C4 = sito posto sul sea-line.

3.2.6. *HEDISTE DIVERSICOLOR*

I parametri (chimici e fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del test effettuato sui campioni prelevati nell'estate 2011, sono riportati in Tab. 3-XVI, mentre in Tab. 3-XVII sono indicate le mortalità degli organismi osservate.

Tab. 3-XVI - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio ed al termine del test di bioaccumulo condotto nell'estate 2011. In rosso la stazione situata in corrispondenza del sea-line.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	16 ± 1°	35	8,26	0	95 ± 5	16 ± 1°	35	8,17	0,5	90 ± 5
C4		38	8,18	1,0			38	8,09	0,5	
C6		38	8,16	1,0			38	8,15	1,0	
K6		38	8,14	1,0			38	8,14	1,0	

Tab. 3-XVII - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nella campagna di marzo 2011. In rosso la stazione situata in corrispondenza della condotta.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)
controllo	15	7 ± 11,5
C4	15	7 ± 12,0
C6	15	33 ± 12,0
K6	15	20 ± 0,0

La mortalità dei policheti osservata nel sedimento di controllo è risultata inferiore alle percentuali di mortalità di quelli esposti ai sedimenti C6 e K6, indicando che tali sedimenti possono causare per gli organismi uno stress supplementare prodotto probabilmente dalle loro proprietà chimiche e/o granulometriche.

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

Tab. 3-XVIII - Concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel survey condotto nell'estate 2011. (bianco = tempo zero 0' - organismi spurgati non esposti ai sedimenti). n.r. = non rilevabile. In rosso è evidenziata la stazione posta sul sea-line.

campione	Al %	Ba mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	As mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg
bianco	n.r.	4,60	n.r.	37,73	n.r.	n.r.	121,54	1,37	0,159	0,56	0,090
controllo	n.r.	2,30	n.r.	25,56	2,99	n.r.	112,57	1,68	0,200	0,35	0,162
C4	n.r.	n.r.	n.r.	26,29	n.r.	n.r.	106,50	1,13	0,114	0,26	0,089
C6	n.r.	2,40	n.r.	26,92	n.r.	n.r.	106,74	2,15	0,112	0,43	0,095
K6	n.r.	2,50	n.r.	28,69	2,15	n.r.	112,16	1,86	0,143	0,38	0,102

Tab. 3-XIX - Differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti da testare e il bianco (0'). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente al sea-line. n.c. = non calcolabile. In neretto sono indicati i valori che si discostano per più del 20% dal valore del bianco.

campione	Al %	Ba mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	As mg/kg	Cd mg/kg	Pb g/kg	Hg mg/kg
controllo	n.c.	-2,30	n.c.	-12,17	1,09	n.c.	-8,97	0,31	0,04	-0,21	0,07
C4	n.c.	n.c.	n.c.	-11,44	n.c.	n.c.	-15,04	-0,24	-0,05	-0,30	0,00
C6	n.c.	-2,20	n.c.	-10,81	n.c.	n.c.	-14,80	0,78	-0,05	-0,13	0,01
K6	n.c.	-2,10	n.c.	-9,04	0,25	n.c.	-9,38	0,49	-0,02	-0,18	0,01

Risultati del test - Le concentrazioni di **alluminio**, **cromo**, e **vanadio**, sotto i limiti di rilevabilità, hanno dimostrato l'assenza di biodisponibilità di questi metalli.

I contenuti di **bario**, **rame**, **zinco** e **piombo** rilevati nei tessuti di tutti gli organismi sottoposti ai sedimenti da testare sono risultati inferiori alle concentrazioni del bianco, indicando un rilascio di questi metalli da parte degli organismi.

Il **nicel**, il **cadmio** e il **mercurio** sono stati misurati in concentrazioni maggiori del bianco solo nel controllo (sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato).

Infine, l'**arsenico** è stato accumulato negli organismi esposti ai sedimenti provenienti dal controllo, dal sito C6 e da K6, indicando che si tratta probabilmente di oscillazioni naturali non legate alla presenza del manufatto.

Confronto con i survey precedenti - In Tab. 3-XX e in fig. 3.9 sono messi a confronto i dati del pre-survey (PS) con quelli dei campionamenti condotti dopo la posa della

condotta sottomarina.

Rispetto alle campagne precedenti, i risultati dell'estate 2011 confermano l'assenza di bioaccumulo per la maggior parte dei metalli indagati.

Tab. 3-XX - Confronto tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti degli organismi costituenti i campioni di bianco e quelle relative ai policheti esposti ai sedimenti testati nel pre-survey (PS) e nei survey condotti dopo la posa in opera del sea-line (PL). In rosso sono indicate le stazioni campionate in corrispondenza della condotta. n.r. = non rilevabile.

campione	Al (%)					Ba (mg/kg)					Cr (mg/kg)				
	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
bianco	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	5,19	4,38	4,32	4,3	1,66	1,25	0,42	n.r.	n.r.
C4	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	3,92	3,82	3,07	n.r.	0,79	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
C6	--	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	--	3,93	4,46	2,95	2,40	--	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
K6	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	4,40	5,57	3,32	2,50	0,66	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

campione	Cu (mg/kg)					Ni (mg/kg)					V (mg/kg)				
	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
bianco	17,66	26,77	16,29	19,92	37,73	2,36	1,35	0,92	n.r.	1,99	1,35	0,58	0,33	n.r.	n.r.
C4	13,25	16,33	12,50	9,56	26,29	2,43	2,55	1,56	n.r.	n.r.	1,17	0,74	0,60	n.r.	n.r.
C6	--	11,55	12,87	12,27	26,92	--	2,02	0,34	n.r.	n.r.	--	0,53	0,63	n.r.	n.r.
K6	12,28	12,49	13,86	12,57	28,69	3,29	2,26	1,83	n.r.	2,15	1,11	0,57	0,71	n.r.	n.r.

campione	Zn (mg/kg)					As (mg/kg)					Cd (mg/kg)				
	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
bianco	98,05	170,41	85,94	117,16	121,54	0,69	0,43	0,96	1,10	1,37	0,055	0,137	0,106	0,114	0,159
C4	102,55	134,20	84,98	101,66	106,50	1,14	1,19	1,14	1,19	1,13	0,064	0,161	0,086	0,120	0,114
C6	--	128,62	83,27	97,68	106,74	--	1,23	1,00	1,49	2,15	--	0,098	0,094	0,121	0,112
K6	77,91	77,91	101,16	98,75	112,16	1,09	0,91	1,44	1,26	1,86	0,043	0,101	0,125	0,104	0,143

campione	Pb (mg/kg)					Hg (mg/kg)				
	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
bianco	0,50	0,519	0,28	0,54	0,56	0,099	0,099	0,086	0,257	0,090
C4	0,31	0,386	0,19	0,31	0,26	0,096	0,090	0,091	0,243	0,089
C6	---	0,342	0,31	0,26	0,43	--	0,1048	0,078	0,251	0,095
K6	0,18	0,450	0,26	0,28	0,38	0,080	0,056	0,129	0,225	0,102

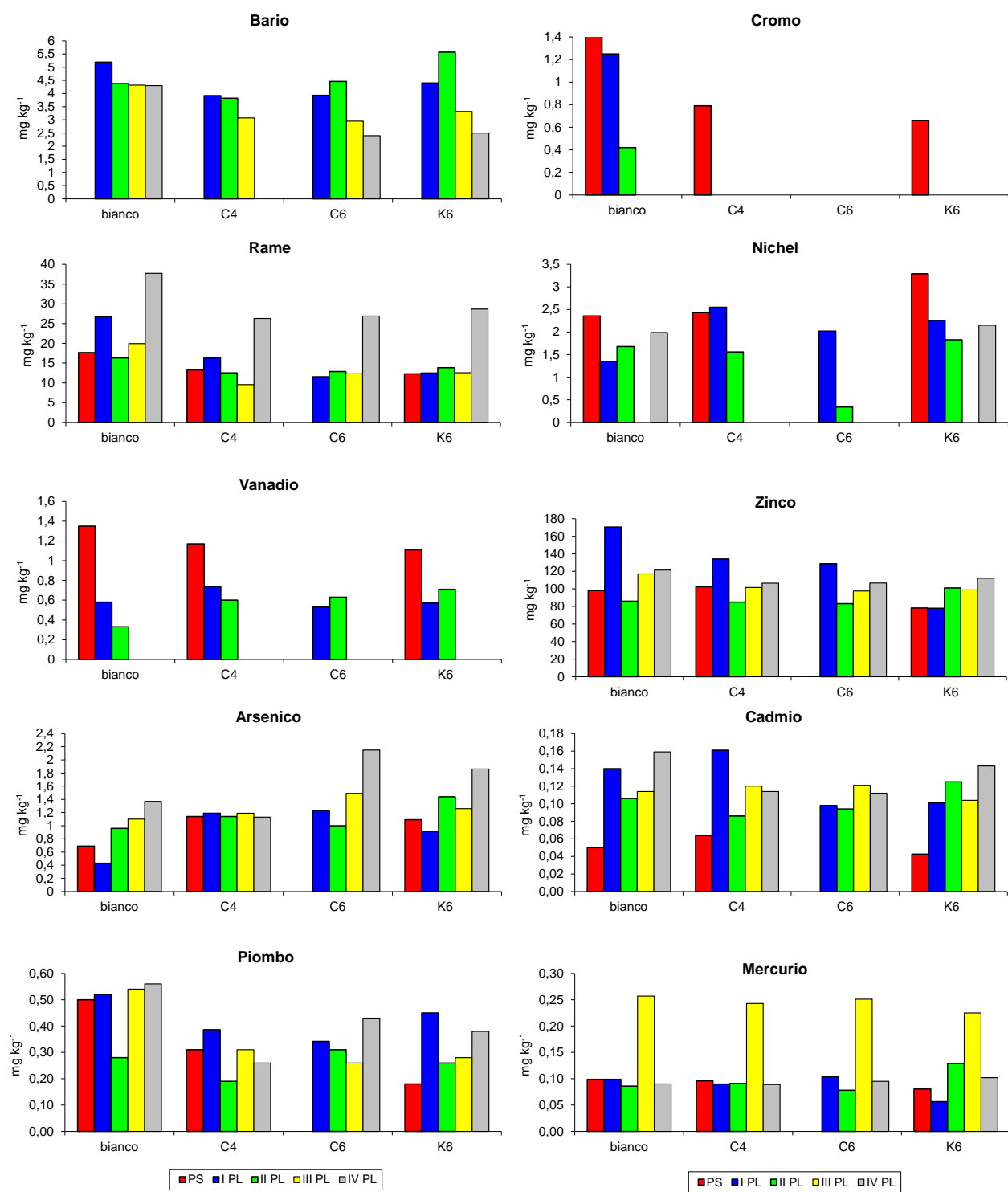


Fig. 3.9 - Confronto tra le concentrazioni di metalli pesanti rilevate nel pre-survey (PS) e nei monitoraggi condotti dopo l'installazione del sea-line (PL) nei tessuti degli organismi del bianco e in quelli sottoposti ai sedimenti da testare. C4 = sito posto sul sea-line.

3.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

3.3.1. DENSITÀ E BIOMASSA

La comunità bentonica rinvenuta nei siti investigati era risultata ricca in termini di numero di individui già nel pre-survey (fig. 3.10), con una notevole omogeneità tra i due siti (C4: $92,18 \pm 12,82$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$; K6: $90,70 \pm 12,86$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$).

Nel I survey post lavori (inverno 2010) si era verificato un notevole aumento delle densità in entrambe le stazioni (C4: $332,67 \pm 58,87$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$; K6: $347,81 \pm 47,13$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$). In termini assoluti il transetto presentava un trend decrescente da C2 ($492,71 \pm 66,00$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) a C7 ($223,33 \pm 49,66$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) ma, considerando l'elevata variabilità tra le repliche di ciascuna stazione, la maggior parte dei siti era simile e confrontabile con i controlli.

Nell'estate 2010 si sono verificati decrementi presso i controlli e in C2 e aumenti in C6 e C7. Il tratto del transetto compreso tra C1 e C4 ha presentato densità molto simili tra loro ($343,27 \pm 38,43 \leq N \leq 442,67 \pm 125,53$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) e a C7; C4 è apparso confrontabile anche con C6, dove è stato raggiunto il massimo stagionale ($548,48 \pm 40,29$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$). L'intero transetto ha presentato valori nettamente superiori a quelli dei controlli ($77,85 \pm 11,15 \leq N \leq 129,91 \pm 12,42$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$).

Rispetto all'estate 2010, nell'inverno 2011 i due gruppi di stazioni non hanno assunto comportamenti univoci, essendo le densità dei controlli aumentate e quelle del transetto diminuite, raggiungendo valori anche inferiori a quelli dell'inverno 2010. Contrariamente all'estate, il transetto C è apparso caratterizzato da densità più basse rispetto a quelle dei controlli ($216,00 \pm 39,31 \leq N \leq 232,41 \pm 28,65$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) eccetto in C3 ($257,83 \pm 37,57$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$) e, in minor misura, C6 ($165,81 \pm 37,57$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$). Nelle restanti 5 stazioni del transetto i valori sono oscillati tra $124,33 \pm 22,94$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$ (C2) e $159,33 \pm 8,57$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$ (C7). Lungo C, eccetto C3, i siti sono apparsi comparabili tra loro.

Nell'ultimo monitoraggio (estate 2011) tutte le stazioni del transetto hanno nuovamente presentato degli incrementi, raggiungendo il massimo in C4 ($895,03 \pm 167,13$ ind $0,095 \text{ m}^{-2}$), valore in assoluto più elevato dell'intero periodo di indagine, comunque comparabile con C3, C5 e C6. Anche in K5 e K6 N è aumentata, e ciò ha reso questi controlli comparabili con C1, C2 e C5, mentre nessuna variazione è stata registrata in K7 dove è stato raggiunto il minimo stagionale

(211,99±21,74 ind 0,095 m⁻²).

Per quanto concerne le densità delle singole specie, nel pre-survey i taxa presenti con il maggior numero di individui erano stati il bivalve *Myrtea spinifera*, specie più abbondante in K6 e seconda in C4 dopo il sipunculide *Aspidosiphon mulleri*, e i policheti *Hyalinoecia tubicola* (C4), Paraonidae nd e *Minuspio cirrifera* oltre a *Sipuncula* nd (K6; Tab. 3-XXI), ma numerose altre specie erano state rinvenute con un numero di individui superiore all'unità per superficie investigata.

Nel primo survey post lavori sono avvenuti dei cambiamenti importanti, consistenti nella predominanza pressoché assoluta del polichete *Ditrupa arietina* in C4, che è risultata la specie più abbondante anche da C1 a C5, e nella prevalenza numerica dei policheti Sabellidae nd in K6, fortemente incrementati rispetto al pre-survey (Tab. 3-XXII). Questi ultimi sono risultati primo taxon anche nei siti C6 e C7 (assieme a *Myrtea spinifera* in quest'ultimo), mentre *M. cirrifera* e *Sipuncula* nd sono apparsi i più numerosi rispettivamente in K5 e K7. *D. arietina* si è confermata la specie più numerosa anche nell'estate 2010 lungo tutto il transetto eccetto in C5, in cui sono risultati più numerosi i sipunculidi (Tab. 3-XXIII). Ai controlli i sabellidi si sono ridotti fortemente rispetto all'inverno, senza tuttavia raggiungere in K6 il basso valore registrato nel pre-survey, analogamente a tutte le stazioni del transetto. Anche le densità di *M. cirrifera* si sono ridotte rispetto all'inverno, tranne in C3 e C4 in cui non sono variate e in C1 in è lievemente aumentata.

Nell'inverno 2011 i policheti Paraonidae nd hanno costituito il taxon più abbondante in C1, mentre i *Sipuncula* nd sono risultati i più numerosi in C4 e C6, sostituendo *D. arietina* (Tab. 3-XXIV). Quest'ultima si è invece confermata la specie più abbondante nelle altre stazioni del transetto, sebbene con densità inferiori rispetto a quelle estive del 2010. I sipunculidi hanno rappresentato il taxa più numeroso anche nei controlli K5 e K6, mentre in K7 hanno prevalso i molluschi Caudofoveata nd.

Nell'estate 2011 ha continuato a prevalere numericamente *D. arietina* lungo tutto il transetto eccetto in C2, con densità nettamente superiori a quelle invernali (solo C7 non si sono verificati cambiamenti sostanziali per questa specie). In C2 e ai controlli hanno prevalso i policheti sabellidi, aumentati ovunque rispetto all'inverno (Tab. 3-XXV).

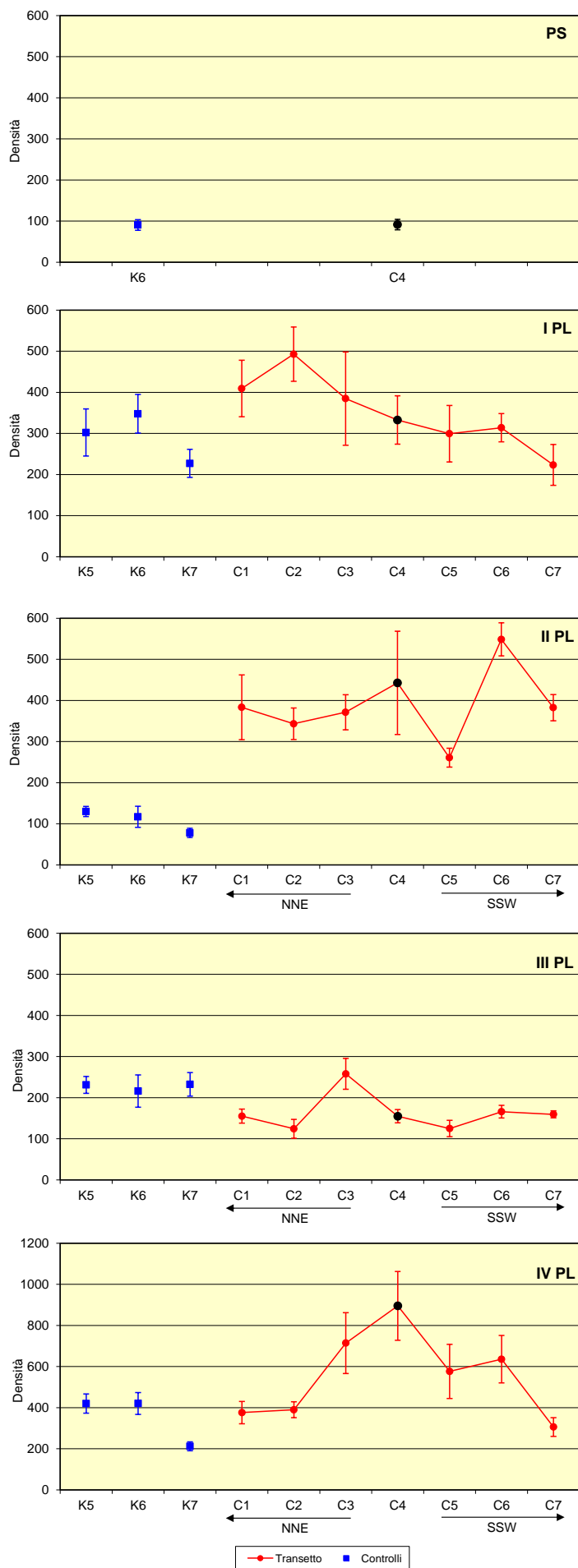


Fig. 3.10 – Densità (\pm e.s.) registrate nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi condotti dopo la fine dei lavori (PL). I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

Tab. 3-XXI – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle due stazioni campionate durante il **pre-survey**. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. AP = Biocenosi delle alghe fotofile; C = Bioc. del coralligeno; DC = Bioc. dei fondi detritici costieri; DE = Bioc. dei fondi detritici infangati; DL = Bioc. del detritico del largo; Glar = glareicolo; Lim = limicolo; Lre = larga ripartizione ecologica; MI = Bioc. dei fondi mobili instabili; Mixt = misticolo; MO = indicatore di materia organica; Sab = sabulicolo; Sd = substrato duro; Sm = substrato mobile; SFBC = Bioc. delle sabbie fini ben calibrate; SGCF = Bioc. delle ghiaie fini sotto l'influsso delle correnti di fondo; SVMC = Bioc. delle sabbie infangate di moda calma; VB = Bioc. dei fanghi batiali; VTC = Bioc. dei fanghi terrigeni costieri.

Stazioni		Biocenosi	C4	K6
Distanza dal sea-line (m)			0	926
Cnidari				
Antozoi	<i>Epizoanthus</i> sp			1,67
	Madreporaria nd			0,33
Crostacei				
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	1,84	1,42
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC		0,33
	<i>Corophium</i> sp			0,33
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE		0,59
Decapodi	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC		0,76
	Paguridae nd			0,92
	<i>Processa</i> sp		1,33	
Ostracodi	Ostracoda nd		0,67	0,25
Echinodermi				
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	DC		0,51
Ofiuroidei	<i>Ophiura albida</i>	DC	1,33	0,84
Molluschi				
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	DC		0,33
	<i>Chlamys</i> sp			0,25
	<i>Clausinella brognartii</i>	SGCF	0,67	1,00
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	6,51	9,13
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	2,00	0,51
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab	0,67	
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC	2,67	
	<i>Tellina distorta</i>	MI	0,67	0,33
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	0,51	0,33
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	0,67	
Caudofoveati	Caudofoveata nd		3,33	2,43
Gasteropodi	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC		0,51
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	0,67	
	<i>Polinices nitida</i>	Sab	0,51	
Scafopodi	<i>Antalis inaequicostata</i>	VTC	0,67	
Nemertini				
	Nemertea nd		1,33	0,67
Policheti				
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	2,51	2,01
	<i>Amphiteis gunneri</i>	Lim		1,76
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	3,68	3,10
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,67	1,26
	Cirratulidae nd			0,33
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	2,67	2,01
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	4,51	2,68
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	4,51	3,61
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	6,18	3,11
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab		2,85
	<i>Lumbrineris latreilli</i>	MO		0,33
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	1,17	
	Maldanidae nd			0,51
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	1,52	5,54
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt		0,25
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC		1,00
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	4,51	2,52
	Nereididae nd			0,33
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab		1,01
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	3,68	3,34
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,51	
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	0,67	1,09
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,84	1,68
	Paraonidae nd		3,84	5,77
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab		0,33
	Phyllodocidae nd		0,67	0,51
	<i>Pista cristata</i>	Lim		0,25
	<i>Prionospio</i> sp		4,51	1,85
	Sabellidae nd		5,52	1,93
	<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	1,68	0,59
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim		0,33
	<i>Syllis</i> sp		0,67	2,34
	Terebellidae nd			0,59
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,67	0,84
Sipunculidi				
	<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	6,53	6,02
	Sipunculida nd		2,85	5,60
DENSITA' TOTALE			91,51	90,70
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE			40	55

Tab. 3-XXII – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nel I survey condotto dopo la posa del sea-line (**inverno 2010**). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda consultare la Tab. 3-XXI.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Cnidari												
Antozoi	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE			0,67	0,67	0,67	0,51		0,67	0,51	
	<i>Epizoanthus</i> sp		2,02						0,67			
	Madreporaria nd							0,67				
Idrozoi	Hydroidea nd			0,67			0,67		1,33	5,67	2,85	1,52
Crostacei												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	6,18	8,18	2,67	4,00	6,02	7,68	4,00	5,51	3,69	4,35
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	1,52				0,67		2,00		0,33	
	<i>Corophium</i> sp		1,17	1,33	0,67	0,67	2,67	3,33	1,33	0,51		
	<i>Erichthonius</i> sp										0,67	0,51
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	1,33									
	<i>Leucothoe</i> sp			0,67				1,17	1,33	0,67	1,01	
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC	1,52	0,67					1,33	0,67	2,33	
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC	1,33				0,67		0,67		0,51	
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE	3,01	1,33	0,67	1,33	1,33	2,34		2,17		
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC	1,01						1,33		0,33	
	<i>Peltocoxa</i> sp							0,51				
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC			0,67					3,84	1,17	1,01
	<i>Phtisica marina</i>	Sm			2,00			2,34	1,33		4,71	3,36
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre		1,33	1,33					2,33		
	<i>Synchelidium</i> sp						0,51					
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab	0,67						0,67			
Cirripedi	<i>Scalpellum scalpellum</i>	Sd									0,33	
Copepodi	Copepoda nd				0,67				0,67	0,67	0,84	0,84
Cumacei	Cumacea nd		2,18	1,84	4,00		3,17	4,34	2,67	6,17	1,34	0,51
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	3,35	0,67		0,67	0,67	4,00		0,51		
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC									0,84	0,51
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC	0,51			1,33			0,67	0,67		
	<i>Ebalia edwardsii</i>	DC	0,51									
	<i>Eurynome aspera</i>	DC							0,67		0,51	
	<i>Galathea</i> sp										1,34	
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,67		0,67		1,17					0,33
	<i>Inachus dorsettensis</i>	Lre	0,67									
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB										0,51
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab				0,67						
	<i>Liocarcinus</i> sp		0,67					0,67				
	Paguridae nd			1,84		0,67	0,67	0,67		1,68		0,33
	<i>Philocheras sculptus</i>								0,67			
	<i>Processa</i> sp		3,01	2,00		0,67	0,67	0,67	0,67			
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB								0,51		
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp		0,67	0,67		0,67						
	<i>Gnathia</i> sp			0,67				2,00				0,51
	Isopoda nd									0,67		
Misidacei	Misidiacea nd				0,67	0,67				0,67	0,51	
Ostracodi	Ostracoda nd		0,67		1,33			0,67	2,00	1,34	3,19	
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillii</i>	Minut								1,33		
	<i>Leptochelia savignyi</i>				3,33	1,33				0,83	0,51	0,51
	Tanaidacea nd						1,84			0,84		
Echinodermi												
Asteroidi	<i>Astropecten irregularis</i>	DC	0,67	1,84								
Echinoidei	<i>Brissopsis lyrifera</i>	VB		1,33		0,67			0,67	0,51		
	Echinoidea nd										0,51	
	<i>Schizaster canaliciferus</i>	Lim			0,67							0,33
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC	1,17	1,33	1,33	0,67			0,67			0,33
	<i>Ophiura albida</i>	DC	1,52	3,01	0,67	2,67	4,51	5,17	9,33	6,33	8,02	0,51
Oloturoidei	<i>Holothuria forskali</i>	Lre							0,67			
	Holothurioidea nd		0,67			0,67			0,67			
	<i>Ocnus planci</i>										0,51	
	<i>Thyone fusus</i>	DE		1,84		1,33			0,67	0,67		
	<i>Trachythone</i> juv							0,67				
Molluschi												
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim	0,67	0,67							0,33	
	<i>Abra prismatica</i>	DC				1,33		0,67				
	<i>Aequipecten opercularis</i>	DC										0,51
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre									9,93	
	<i>Bathyarca philippiana</i>	Lim		1,01	0,67							
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL	0,51								0,67	0,67
	<i>Chlamys</i> sp		0,67		0,67							
	<i>Chlamys varia</i>	DC									1,17	
	<i>Clausinella brogniartii</i>	SGCF		0,67	1,33				0,67	0,51	1,51	
	<i>Corbula gibba</i>	MI			0,67				0,67			0,33
	<i>Gari fervensis</i>	DC	0,51	0,67								

Tab. 3-XXII – Continuo.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Molluschi												
Bivalvi	<i>Hiatella arctica</i>	Sd	0,51		0,67		0,67	0,67	0,67		1,34	
	<i>Lembulus pellus</i>	MI									0,67	
	<i>Limaria hians</i>	DC									0,51	
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC										0,33
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP			0,67				0,67		10,42	0,51
	<i>Modiolula phaseolina</i>	DC							0,67		1,17	
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	13,92	12,69	10,67	12,00	21,39	18,20	16,00	11,34	12,04	10,58
	<i>Mysia undata</i>	Mixt						1,17	1,33	1,67	1,85	2,02
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre					0,67					
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,67	3,17	1,33			0,51	1,33		2,18	0,84
	<i>Pandora pinna</i>	Lim	0,67									
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab		0,67					0,67		0,67	0,33
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC							0,67	0,51		0,33
	<i>Pseudamussium clavatum</i>							0,67				
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt		0,67				0,67	0,67	1,33	0,33	
	<i>Tellina distorta</i>	MI				1,33		0,51		0,67		0,33
	<i>Tellina nitida</i>	SFBC										0,33
	<i>Tellina serrata</i>	DE				0,67						
	<i>Thracia papyracea</i>	SFBC					0,67		0,67			0,51
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	3,01	1,84	1,33	1,33	0,67	0,67	1,33			0,67
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	5,35	3,33	2,00		3,01	4,34	2,00	4,33	5,70	3,18
Caudofoveati	<i>Caudofoveata nd</i>		6,36	8,34	4,67	4,00	7,35	8,18	8,00	11,01	12,90	15,07
Gasteropodi	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre					1,33				0,51	
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	1,17	2,00			1,17	1,17	0,67		2,68	0,67
	<i>Eulima bilineata</i>	MO								0,67		
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	0,51	0,67		1,33	0,67	1,33	0,67	0,67		0,51
	<i>Melanella polita</i>	DC									0,33	
	<i>Polinices nitida</i>	Sab		0,67				0,51		0,67	0,33	
	<i>Pseudotorinia architae</i>		0,67									
	<i>Turritella communis</i>	VTC					1,33					
Scafopodi	<i>Antalis inaequicostata</i>	VTC	1,01		0,67	1,33	0,67		0,67		0,67	
Nemertini												
	<i>Nemertea nd</i>		0,51	2,00	0,67	2,00	1,33	5,01	2,00	1,17	3,18	0,67
Pantopodi												
Picnogonidi	<i>Pycnogonida nd</i>							0,67	0,67		0,33	0,51
Platelminti												
	<i>Platelminta nd</i>		0,51									
Policheti												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	8,71	12,34	10,67	4,00	16,04	11,37	4,67	14,69	12,55	4,86
	<i>Ampharetidae nd</i>							0,51	0,67	5,17	3,01	4,70
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	0,67		0,67		1,33	3,33	0,67			
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	5,35	4,51	7,33	4,67	3,52	10,04	5,33	15,35	12,21	15,77
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO									1,68	0,33
	<i>Ceratonereis costae</i>	Sd	0,67									
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,67	0,67	1,33	0,67	1,33	1,33		1,33	0,33	0,51
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI	209,96	289,41	188,00	178,67	112,38	23,03	2,67	1,33	2,00	
	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C		0,67								
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim								0,51	0,51	
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	2,85	1,17		2,00	2,00	1,17		1,33	0,33	0,33
	<i>Flabelligeridae nd</i>				0,67	3,33		3,84	0,67		3,51	0,84
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	6,36	7,86	4,67	10,67	7,01	8,53	5,33	6,52	8,06	4,19
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	12,55	9,68	7,33	4,67	6,51	6,69	3,33	7,18	3,85	5,53
	<i>Harmothoe sp</i>		3,17	2,00	1,33	0,67	1,33	0,67	0,67	0,67	5,38	1,01
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	6,85	6,67	4,67	6,00	3,84	7,35	2,67	3,84	2,34	5,86
	<i>Hydroides elegans</i>	Sd						0,67				
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd	1,17	1,17	0,67							
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC	1,68	1,17			0,67	1,84	0,67	1,50	1,51	0,51
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	1,01	7,01	4,00	3,33	4,53	7,35	6,67	4,84	9,73	6,19
	<i>Lysidice ninetta</i>	AP	0,51									
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,67		1,33	0,67		1,33	0,67	0,67		0,51
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	2,69		6,67	1,33	1,68	5,35	2,67	7,51	13,56	11,06
	<i>Maldanidae nd</i>		0,51	0,67		1,33	0,67	1,33	1,33	0,67	1,33	0,33
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,51		0,67						0,33	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	6,71	5,84	13,33	7,33	7,86	15,72	12,00	28,67	26,30	15,55
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt				0,67		1,33			0,51	
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC					0,67					
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	3,68	0,51	3,33	0,67	5,01	2,00	3,33	0,67	6,52	3,02
	<i>Nereididae nd</i>								0,67		1,34	0,33
	<i>Ninoe sp</i>						0,67					
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab		1,33	1,33	3,33	2,85	2,18	1,33	3,33	4,03	0,51
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,51			0,67	1,01			0,83		
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	6,36	5,01	0,67	4,00	2,51	4,51	5,33	1,33	3,69	4,70
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab				1,33		2,00			0,51	

Tab. 3-XXII – Continuo

Stazioni	Biocenosi	C1	C2	C3	C4 (SL)	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Policheti											
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	3,19	4,85	2,67	4,00	3,70	4,51	3,33	10,67	7,01	2,02
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	2,34	2,67	1,33	1,33	1,33	2,51	2,67	3,34	0,84	1,17
Paraonidae nd		4,69	3,68	7,33	4,00	9,52	8,53	8,67	20,86	14,25	21,30
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	0,51	1,33				0,51	0,67			
<i>Pelogenia arenosa</i>	Glar							0,67			
<i>Phylodoce lineata</i>	Sm	0,51			0,67		1,33	0,67	5,50		
<i>Phylodoce</i> sp		0,67		0,67	0,67	1,33	0,67	0,67		1,00	
<i>Phylo foetida</i>	SVMC										0,51
<i>Pista cristata</i>	Lim				0,67		1,01				
<i>Pista</i> sp								0,67			
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd		0,51							1,01	0,51
<i>Prionospio</i> sp		2,34		5,33	1,33	0,67	5,84	9,33	7,68	7,38	2,18
<i>Sabella pavonina</i>	Lre									0,33	
Sabellidae nd		3,86	10,18	22,00	8,00	7,52	24,08	16,00	24,68	35,35	18,95
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim		0,51								
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	1,68	1,33	1,33	2,00	0,51	5,68	2,67	1,33	2,52	2,02
<i>Serpula vermicularis</i>	AP									0,51	
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	0,67		1,33			0,67		1,17		1,01
<i>Sthenelais boa</i>	Lim	2,18	0,51	0,67	0,67	1,68	5,68	1,33	4,00		
Syllidae juv						0,51			2,67	3,34	1,52
<i>Syllis</i> sp		5,19	8,51	8,00	5,33	1,17	7,01	4,00	3,67	5,02	2,18
Terebellidae nd				2,00		0,51	2,34	1,33	6,01	5,86	1,68
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	3,52	4,34		1,33	3,68	5,70	4,00	2,00	4,86	3,54
Sipunculidi											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	11,74	20,02	5,33	8,00	7,86	14,36	13,33	3,00	4,18	2,52
<i>Sipuncula</i> nd		8,55	6,34	20,00	10,00	9,19	18,24	14,67	19,35	20,45	24,66
DENSITA' TOTALE		409,25	492,71	384,67	332,67	299,35	313,78	223,33	302,26	347,81	227,19
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE		79	64	61	61	63	73	81	70	89	72

Tab. 3-XXIII – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nel II survey condotto dopo la posa del sea-line (**estate 2010**). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda consultare la Tab. 3-XXI.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Cnidari												
Antozoi	Actinaria nd			0,51	0,51			0,51	0,83	0,33		
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE			0,51							
	<i>Epizoanthus</i> sp		1,52				1,33	0,51			0,59	
	Madreporaria nd			0,51		1,33			0,83	0,67		
Idrozo	Hydroidea nd		1,52	1,01	1,52	0,67	0,67			0,67	0,25	0,75
Crostacei												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	5,56	2,86	6,57	4,00	6,00	5,70	9,84	4,69	2,85	2,42
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	0,51					0,67				
	<i>Aristias neglectus</i>	Lre	0,51									
	<i>Corophium</i> sp		1,52	1,17	0,51	2,00	2,00	0,51		0,67	0,33	0,67
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC				0,67			2,50			
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	0,51	1,01		2,00	2,00	0,51	0,83		0,25	
	<i>Iphimedia</i> sp		1,52				2,67					0,17
	<i>Leucothoe</i> sp					1,33						
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC	4,04		0,51	2,00				0,33	0,59	0,59
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE	1,01	1,34		2,00			1,67	0,67	0,59	
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC	0,51		0,51		2,00		0,67	1,33	0,59	
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	2,53	1,85	5,05	0,67	2,00	0,51	2,50	0,33	2,26	0,33
	<i>Photis longipes</i>	SFBC					1,33					
	<i>Phtisica marina</i>	Lre	1,52	1,52	1,01	1,33	2,00	4,04	1,17	0,67	0,75	
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre								0,67		
	<i>Stenothoe</i> sp	Lre				2,00						0,17
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab	0,51	0,51					0,83	0,33		0,33
Copepodi	Copepoda nd					0,67		1,52		0,67		
Cumacei	Cumacea nd		3,03	2,69	0,51	4,67	1,33	1,52		1,25	0,67	0,17
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE		0,51			0,67		0,67		0,33	0,17
Decapodi	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC	0,51					1,52		0,67	0,17	0,42
	<i>Eurynome</i> sp								0,67			
	<i>Galathea</i> sp		1,52				2,67	0,51	1,33		1,00	0,25
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC						0,51			0,25	
	<i>Inachus dorsettensis</i>	Lre	0,51									
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab							0,51			
	<i>Liocarcinus</i> sp			0,51			0,67					0,25
	Paguridae nd		1,01	1,34	0,51				0,67			0,33
	<i>Pagurus excavatus</i>			0,51								
	<i>Processa</i> sp				0,51		0,67	1,01		0,59	0,67	
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB		1,01								
	<i>Thorulus cranchi</i>	AP						0,51				
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp						0,67					
	<i>Eurydice</i> sp		3,54	1,34	4,55	3,33	4,00	0,67	1,17			
	<i>Gnathia</i> sp		0,51	1,01			2,67		0,67			
Leptostraci	<i>Nebalia</i> sp							2,02				
Misidacei	Misidiacea nd				1,01	0,67	2,00		0,83		0,17	
Ostracodi	Ostracoda nd		1,01		2,02	1,33	2,67	4,04	1,67	0,92	0,25	0,25
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillii</i>	Minut	1,01	0,33		4,67		1,84	0,83		0,67	0,59
	<i>Leptochelia savignyi</i>	C	1,01		1,01	1,33		0,51		0,67		
Echinodermi												
Asteroidi	<i>Astropecten irregularis</i>	DC				0,67		0,67				
Echinoidei	<i>Brissoopsis lyrifera</i>	VB							0,83		0,25	0,17
	<i>Echinocardium</i> sp											0,50
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC	2,53	0,33	1,52	0,67		1,52	0,83	0,33	0,51	0,33
	<i>Ophiura albida</i>	DC	5,05	4,37	1,01	3,33	2,00	0,67	2,17	1,67	1,59	1,17
Oloturoidei	<i>Holothuria forskali</i>	Lre										0,17
	Holothuriidea nd			0,33				0,51		0,25	0,25	
	<i>Thyone fusus</i>	DE								0,33		
	<i>Trachythone tergestina</i>	VTC		0,51							0,51	
Molluschi												
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim		0,33			0,67					
	<i>Abra prismatica</i>	DC					0,67	0,51		0,33		
	<i>Acanthocardia</i> sp									0,33		0,17
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre					3,33	1,17				
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL	0,51	1,01						0,33		
	<i>Chlamys</i> sp						1,33					
	<i>Chlamys varia</i>	DC						1,17				
	<i>Clausinella brogniartii</i>	SGCF									0,17	
	<i>Corbula gibba</i>	MI		1,01	0,51				0,83	0,67		0,33
	<i>Gari fervensis</i>	DC						0,51				0,59
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd	1,01		1,01	0,67		1,52	0,83	0,33	0,84	0,42
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC						0,67				
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC			1,01	0,67	0,67	0,51	0,51	0,92	1,25	
	<i>Lyonsia norvegica</i>	Mixt	1,01	0,33				0,51		0,25		
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP		0,51		0,67	2,67		0,67	1,00	0,33	
	<i>Modiolula phaseolina</i>	DC	1,01		0,51							
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	10,10	17,15	11,11	7,33	16,00	9,41	14,70	8,01	7,71	8,44
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim		1,01	1,52		1,33	1,84			0,51	0,17
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab					2,00		0,51	0,92		0,83
	<i>Pitar rudis</i>	DC	0,51									
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC	1,52	0,84	0,51			0,51	0,51	0,25	1,51	0,67
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt	0,51		0,51						0,25	0,33
	<i>Scapharca demiri</i>	Mixt	0,51			1,33		0,51				
	<i>Similipecten similis</i>			1,01						0,67	0,25	
	<i>Tellimyia ferruginosa</i>	SFBC										0,17
	<i>Tellina balaustina</i>	Mixt			0,51							
	<i>Tellina distorta</i>	MI										0,25
	<i>Tellina serrata</i>	DE		0,33	0,51				0,67	0,67		0,17
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim				0,67	2,67	0,51	1,67		0,42	0,59
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	1,52	3,19	5,05	2,00	2,67	2,18	0,67	1,09	2,26	1,42

Tab. 3-XXIII - Continuo.

Stazioni	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Molluschi											
Caudofoveati	Caudofoveata nd	5,56	4,88	17,17	8,67	10,67	8,08	21,04	4,94	4,36	4,67
Gasteropodi	<i>Acteon tomatis</i>	SFBC	0,51	0,51							
	<i>Bittium</i> sp			0,51							
	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre	0,51	0,84		1,33	0,51	2,01		0,33	
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	1,01	1,52		2,00	2,00	1,17	0,33	0,25	0,33
	<i>Epitonium commune</i>	Mixt						0,51			
	<i>Eulima bilineata</i>	MO									0,17
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC				0,67					
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	0,51	2,86	1,01	2,67	0,67		0,33	0,92	0,25
	<i>Melanella polita</i>	DC	0,51	0,51	2,53		0,51			0,33	0,25
	<i>Philine aperta</i>	VTC						1,67			
	<i>Polinices nitida</i>	Sab	0,51	1,01				0,83		0,33	0,17
	<i>Roxania utriculus</i>						0,51				
	<i>Trophonopsis muricatus</i>	Sd				0,67					
	<i>Turbonilla lactea</i>	Lre	0,51		0,67						
	<i>Turritella communis</i>	VTC		5,89	0,51			1,67			
Scafopodi	<i>Antalis inaequicostata</i>	VTC			0,51				0,33	0,25	0,17
Nemertini											
	<i>Nemertea</i> nd		1,01	0,51	1,01			1,50	0,33	1,59	0,33
Pantopodi											
Picnogonidi	<i>Pycnogonida</i> nd			0,51	0,67					0,25	
Platelminti											
	<i>Platelminta</i> nd				0,67	0,67				0,25	
Policheti											
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	8,59	8,91	4,04	8,67	4,67	8,55	4,02	5,60	3,09
	<i>Ampharetidae</i> nd		9,09	3,87	5,56	4,00	3,33	1,52	2,51	1,67	3,26
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	2,53	3,36	3,03	2,67	2,67	1,50	0,33	0,59	0,50
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	6,57	3,36	8,59	8,00	6,67	8,57	6,68	6,02	4,51
	<i>Aphrodita aculeata</i>	VTC							0,33		
	<i>Aponuphis brementi</i>	DC	4,04	9,24	8,08	7,33	4,67	8,75	6,34	2,33	3,36
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		1,01		0,67	0,67	1,01	0,67	0,33	0,75
	<i>Cirratulidae</i> nd							0,51		0,25	
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI	153,03	128,23	130,30	228,00	19,33	330,59	157,03		0,17
	<i>Dilonereis filum</i>	Lim		0,51	0,51	0,67			0,51	0,33	0,17
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	1,01	1,01	1,01	2,00			2,17	0,33	0,42
	<i>Filograna</i> sp									0,25	
	<i>Flabelligeridae</i> nd			0,67							0,33
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	6,06	3,36	6,57	5,33	4,67	4,20	8,02	5,68	2,93
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	6,06	8,40	9,09	10,67	6,67	7,90	10,18	4,84	2,60
	<i>Hamothoe</i> sp		1,52	0,51	2,02	0,67	1,33	0,67	2,00		0,33
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC		0,51	0,51	1,33	0,67	0,51		0,33	0,25
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd	1,52	0,51	1,01		1,33		1,17		0,17
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC		0,51			0,67	1,01			
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	4,04	2,53	3,03	5,33	6,67	7,90	10,68	1,33	3,84
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,51	0,51		0,67	2,67	0,51	0,51	0,50	0,83
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	2,02		3,03	1,33	2,00	1,01	0,51	3,26	2,84
	<i>Maldanidae</i> nd		0,51	1,85	0,51		0,67	1,52	1,68	0,59	0,25
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,51				0,67			0,33	0,25
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,51	1,01						0,33	0,17
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	8,08	4,37	13,64	7,33	4,67	4,53	4,68	9,19	3,42
	<i>Nematonereis unicomis</i>	Mixt		0,51					0,51	0,59	0,51
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC			1,52	1,33	1,33	1,52	1,50		0,25
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	0,51	1,34	1,52	1,33	3,33	1,01		1,00	1,67
	<i>Nereididae</i> nd		1,01	1,00		0,67		0,51	0,83		0,17
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab	2,02	0,84	2,53	4,00	2,00	1,52	2,17	2,17	0,51
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	1,01	1,85	3,03	4,00	3,33	4,36	5,35	1,25	0,33
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab						0,51	0,83		
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	5,05	6,22	2,02	7,33	14,67	3,54	1,67	5,18	5,84
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	2,53	1,52	3,54	2,00	2,67		5,17	0,33	0,84
	<i>Paraonidae</i> nd		11,11	12,10	10,10	16,67	7,33	8,40	13,21	5,84	4,44
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab			1,01					0,33	0,33
	<i>Phyllococe</i> sp			0,33	0,51	0,67	1,33		0,83	1,67	
	<i>Phyllococidae</i> nd		1,52	1,01	2,02	1,33	0,67	2,02	1,50	0,33	0,17
	<i>Pista cristata</i>	Lim						0,51	0,33	0,33	
	<i>Pista</i> sp		0,51								
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC			0,51						0,51
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd					1,33				
	<i>Prionospio</i> sp		1,52	2,02	4,04	2,00	2,67	5,37	1,84	2,92	3,01
	<i>Sabellidae</i> nd		15,15	15,47	12,12	10,67	6,67	21,82	6,34	4,84	6,76
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim		0,84					0,83	0,33	0,33
	<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	7,07	2,02	5,05	1,33	0,67	1,68	2,01	1,25	1,17
	<i>Serpula vermicularis</i>	AP									0,33
	<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt									0,51
	<i>Sphaerodoridae</i> nd						0,51				
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	0,51		0,51				0,83		
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim	1,52	0,84	1,01	1,33	0,67		1,17	0,25	0,33
	<i>Syllidae</i> juv		1,52	0,51	2,02					1,33	0,67
	<i>Syllis</i> sp		10,61	3,19	6,57	2,00	2,67	4,04	0,83	2,25	2,67
	<i>Terebellidae</i> nd		3,03	4,71	1,52		1,33	1,01	2,17	0,59	0,50
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,51	1,01	0,51				0,51	0,67	2,09
Poriferi											
	<i>Porifera</i> nd		0,51		1,01						
Sipunculidi											
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	13,64	17,15	11,62	6,00	16,00	8,22	7,51	5,76	2,60
	<i>Sipuncula</i> nd		13,13	11,78	21,21	21,33	22,00	26,06	17,04	6,52	6,94
DENSITA' TOTALE		383,33	343,27	371,21	442,67	260,67	548,48	382,44	129,91	117,12	77,85
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE		84	86	76	66	77	80	82	82	87	81

Tab. 3-XXIV – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nel III survey condotto dopo la posa del sea-line (**inverno 2011**). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda consultare la Tab. 3-XXI.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Briozoi						0,50						
	<i>Amathia semiconvoluta</i>									0,83		
	Briozoa nd											
	<i>Cellaria salicornioides</i>					0,17						
Cnidari												
Antozoi	Actiniaria nd	DE				1,01	0,33			0,83	0,83	0,67
	<i>Alcyonium palmatum</i>							0,51		0,83		
	<i>Epizoanthus</i> sp											2,17
	Madreporaria nd											2,65
Idrozoi	Hydroidea nd		0,59	0,67	0,51		0,51	2,86	0,33	2,33	0,83	
Crostacei												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	2,17	2,67	2,53	0,50	3,00	5,72	7,33	5,67	3,00	3,63
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	0,33			0,17	0,33				0,83	
	<i>Corophium</i> sp				0,25		0,67					
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC								0,83		0,51
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	1,67	0,33							1,50	1,67
	<i>Iphimedia</i> sp					0,33						
	<i>Leucothoe</i> sp		0,25									
	<i>Lysianassa</i> sp					3,00						
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC						0,51				1,01
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC		0,33	0,51	0,33						
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE		0,33	2,27	1,17	1,17	0,51	0,67	0,83		
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC						1,01		4,33		
	<i>Pariambus typicus</i>	SFBC				2,33						
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC			0,25	1,34	0,33					
	<i>Phtisica marina</i>	Lre		0,33		0,33	0,33		0,33	0,83		0,83
Copepodi	Copepoda nd		0,33	0,67	0,51	0,84	0,67				1,67	
Cumacei	Cumacea nd		0,33	1,00	1,01	3,70	1,84	1,34	1,33	1,67	1,67	
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE			0,51							
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC		0,33	0,25							
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC		0,33				0,33	0,51	1,33		0,67
	<i>Euryome</i> sp					0,17				0,67		
	<i>Galathea</i> sp					2,17				2,00		2,00
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,67	0,33								
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre						0,51				
	Paguridae nd				0,25	0,51	1,01	0,33			0,83	
	<i>Pilumnus spinifer</i>	Sd				0,17						
	<i>Processa</i> sp		0,33									
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB								0,83		
	<i>Thoralus cranchi</i>	AP				0,17						
Isopodi	<i>Eurydice</i> sp		0,67					0,51	0,33	0,67		
	<i>Gnathia</i> sp							0,51		0,83	0,83	0,51
Misidacei	Misidiacea nd					0,84	0,51	0,51				
Ostracodi	Ostracoda nd		0,33	0,33	0,51	0,17	0,67	1,01	1,33	2,33	1,67	0,98
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillii</i>	Minut	0,67		0,25	1,17	0,33					
	<i>Leptocheilia savignyi</i>	C	0,33	0,33	1,52	1,34						
Echinodermi												
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	DC		0,33				0,51				
Echinoidei	<i>Brissopsis lyrifera</i>	VB	0,25		0,25			0,51				
	<i>Schizaster canaliferus</i>	Lim						0,51				
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC	0,33			0,33	0,33	0,84	1,00	0,83		2,01
	<i>Ophiura albida</i>	DC								0,67		0,98
Oloturoidei	<i>Holothuria forskali</i>	Lre										0,83
	Holothuriodea nd			0,67	0,51	0,67	0,33	1,34				0,98
	<i>Ocnus planci</i>					0,33				0,67		
	<i>Thyone fusus</i>	DE	1,00			0,67		0,51		0,83		
	<i>Trachythyone elongata</i>	VTC					0,67					
	<i>Trachythyone</i> juv									0,83		
Molluschi												
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim		0,33								
	<i>Abra prismatica</i>	DC	0,59					1,01			0,83	
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL				0,67						0,98
	<i>Chlamys glabra</i>	Lre								0,83		
	<i>Clausinella brogniartii</i>	SGCF			0,25			0,51	0,33		0,83	
	<i>Gari ferenensis</i>	DC								0,83		0,98
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd					0,33			0,83		0,67
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC						0,51				1,81
	<i>Lucinella divanicata</i>	SFBC					0,33					
	<i>Lyonsia norvegica</i>	Mixt		0,33	0,25	0,33			1,00			
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP				0,33	0,33					
	<i>Modiolula phaseolina</i>	DC					0,33	0,33				
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	9,68	6,00	8,84	4,34	4,34	6,56	5,00	13,83	13,67	8,64
	<i>Mysia undata</i>	Mixt			0,51							
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre				0,50		0,51				
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim		0,33	0,25	0,33		0,84				
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab			0,51			0,51	1,00		0,67	
	<i>Pitar rudis</i>	DC						0,51	0,33			
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC	0,33							2,17	2,33	
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt	0,33									
	<i>Saccella illirica</i>	Lre								0,83		0,83
	<i>Similpeecten similis</i>						0,67					
	<i>Tellina serrata</i>	DE				0,50	0,33		0,33			
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	0,33		1,01	0,51	1,17		1,00			
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre			0,25	0,67		1,01		3,33	6,33	2,33
Caudofoveati	Caudofoveata nd		6,34	4,33	4,80	10,57	5,00	9,42	9,33	15,67	8,17	23,81

Tab. 3-XXIV – Continuo.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Molluschi												
Gasteropodi	<i>Acteon tomatis</i>	SFBC	0,33									
	<i>Bittium</i> sp											0,83
	<i>Calliostoma granulatum</i>	Glar								1,33		
	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre					0,33	0,33		0,83	0,83	
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	1,00			1,68	1,00			2,50	0,83	2,18
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	0,25				1,33	1,01	0,33	3,83	1,33	5,27
	<i>Melanella polita</i>	DC	0,33	0,33		3,00				0,67	0,83	
	<i>Nudibranchia</i> nd			0,33								
	<i>Polinices nitida</i>	Sab	0,33	0,33	0,76							
	<i>Trophonopsis muricatus</i>	Sd				0,17						
	<i>Turritella communis</i>	VTC	10,52	0,67	1,01	1,00	0,33	0,84	1,00	0,83		2,01
Scafopodi	<i>Antalis inaequicostata</i>	VTC	0,67	0,67	0,25		0,84			1,67	0,83	0,83
Nemertini												
	<i>Nemertea</i> nd		0,92	0,33	0,76	0,51	1,17	2,02	0,67	4,83	1,67	1,50
Pantopodi												
Pycnogonidi	<i>Pycnogonida</i> nd						0,33			0,83		
Policheti												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	4,42	5,67	3,54	4,18	5,17	5,21	3,00	4,83	12,00	5,69
	<i>Ampharetidae</i> nd		1,76	0,33		1,00	2,17	3,19		1,50	2,33	5,48
	<i>Amphiteis gunneri</i>	Lim	0,67		3,03	1,17	0,67		1,00			0,83
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB				0,33						
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	2,67	2,67	2,53	2,01	1,33	4,20	3,33	9,17	7,50	6,65
	<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	0,33	1,33			1,51	0,51	0,33		1,67	0,51
	<i>Aphroditidae</i> nd						0,33					
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	8,09	6,00	4,80	6,69	3,00	9,25	5,00	5,00	7,50	7,13
	<i>Arabella geniculata</i>	Glar		0,33	0,25							
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,33	0,33	1,01		0,67	0,84	1,00	2,50	0,83	4,13
	<i>Cirratulidae</i> nd			0,33		0,84						
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI	6,33	16,67	119,19	12,04	17,21	8,24	29,33			
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim		0,33		0,33		1,01	0,67		1,50	0,83
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	1,42	1,00			0,67				0,67	
	<i>Filograna</i> sp					3,33						
	<i>Flabelligeridae</i> nd		0,92	0,33	0,51		0,67	0,51	0,33	0,83		0,83
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	7,25	5,67	9,60	10,06	6,01	11,10	7,33	16,33	14,00	9,31
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	5,25	3,33	5,81	3,52	2,67	5,05	4,00	3,33	6,50	5,85
	<i>Harmothoe</i> sp		0,33	0,33	0,51			1,34	0,33			0,83
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	0,67				0,67	1,01	0,67	0,83	0,67	0,67
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd					0,67					
	<i>Labioleania yhleni</i>	VTC	1,33				1,00		0,33			
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	3,17	3,33	5,81	5,20	3,00	2,35	2,67	6,50	4,83	15,55
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,92	0,67	0,51	0,33	0,33	2,86	0,33			0,98
	<i>Magelona allenii</i>	VTC	3,00	2,33	0,76	1,85	1,84	2,02			1,67	1,17
	<i>Maldanidae</i> nd		1,33	0,33	0,51	0,33	0,33		1,33	0,83		1,52
	<i>Malmgreniella lunulata</i>	DE				0,33						
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim			0,25			0,33				
	<i>Melinna palmata</i>	Minut			0,51	0,51		0,33				0,83
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	8,84	3,67	7,32	2,84	2,51	7,06	2,67	3,33	11,67	2,35
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt	0,25			0,33	0,67	1,01	1,00	0,83		
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC	1,33				0,33					
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	2,92	1,33	2,53	0,17		1,34	0,67	0,67	1,67	2,17
	<i>Nereididae</i> nd		0,33				0,33	0,33			1,67	1,49
	<i>Ninoe</i> sp					0,51					1,67	0,83
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab	1,00	2,33	3,03		3,17	3,87		5,67	3,17	5,32
	<i>Notomastus aberans</i>	MO					0,33			1,50		
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	1,00	0,67		0,33	0,67	1,01	2,00	1,67	1,67	3,85
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,33			0,33						
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	3,00	1,00	0,51	3,85	1,00	3,36	4,00	1,50	0,83	9,47
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	2,00	1,00	0,51	1,84	0,67	0,33	3,00	2,50	2,50	1,67
	<i>Paraonidae</i> nd		12,17	9,00	12,88	11,89	6,51	7,57	18,67	9,17	16,00	11,14
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	0,33			0,51		0,51	1,00	0,67		
	<i>Phyllodoce lineata</i>	Sm			0,51							
	<i>Phyllodoce</i> sp						1,00	0,51	0,67			
	<i>Phyllocidae</i> nd						0,33					
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC	0,25		0,25							
	<i>Pista cristata</i>	Lim		0,33			0,84	1,01		0,83		0,98
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd				0,33						
	<i>Prionospio</i> sp		3,25	2,67	2,02	2,85	3,17	4,20	3,00	3,33	3,00	4,65
	<i>Sabellidae</i> nd		4,17	3,00	3,79	1,85	6,18	2,86	5,00	7,33	8,17	5,63
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim			1,01							
	<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	2,25	0,33	0,76	0,33	1,67	0,51	1,00	1,67	4,17	2,82
	<i>Serpula vermicularis</i>	AP				0,17			0,33			
	<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt		0,33		0,33	0,67			0,83		
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC			1,01							
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim	0,33	1,00	4,80	0,84	1,00	0,51	2,67			0,83
	<i>Syllidae</i> juv				0,25	0,51	0,33		0,67	0,83		0,51
	<i>Syllis</i> sp		1,00	0,33	0,51		2,00	1,52	1,00	9,67	2,50	3,31
	<i>Terebellidae</i> nd		0,84	0,33		0,67	0,67	1,01	1,00	0,83		1,34
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO	1,17	0,33		0,33	0,33	1,34		0,67	0,67	0,83
Sipunculidi												
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	4,25	6,67	7,83	2,34	3,01	5,04	1,67	15,17	12,50	8,93
	<i>Sipuncula</i> nd		11,59	15,67	17,93	18,42	5,68	14,46	15,00	23,50	30,50	20,71
Tunicati												
Asciadiacei	<i>Ascidia mentula</i>	Lre				0,17						
	<i>Phallusia mammillata</i>	VTC				0,17						
DENSITA' TOTALE			155,06	124,33	257,83	154,82	124,85	165,81	159,33	231,00	216,00	232,41
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE			71	63	64	83	79	74	56	71	52	68

Tab. 3-XXV – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nel IV survey condotto dopo la posa del sea-line (**estate 2011**). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda consultare la Tab. 3-XXI.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Briozoi	<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd	1,17	0,84	1,68	1,84	2,51	1,17		1,68	1,68	0,51
	Briozoa nd			0,33								
	<i>Cellaria salicomoides</i>	Mixt				1,17	0,51					
Cnidari	Actiniaria nd						1,01					
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE				0,51	0,67		0,51	0,51		0,33
	<i>Epizoanthus</i> sp			0,84		2,00	1,01		0,67		1,01	
Idrozoi	Madreporaria nd							0,67				
Idrozoi	Hydroidea nd									0,51		
Crostacei	Anfipodi											
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	3,52	6,90	4,55		4,18	10,38	2,52	2,18	9,39	3,52
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC								1,33		
	Amphipoda nd							1,01				
	<i>Caprella andreae</i>	Lre						3,33				
	<i>Caprella rapax</i>	AP					2,53				8,91	
	<i>Caprella</i> sp					10,67	83,15	32,00	0,51	0,51		
	<i>Corophium</i> sp					0,51	1,17	0,51			0,51	
	<i>Deflexilodes gibbosus</i>	HP			0,51							
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	Sd									1,52	
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC							0,84			
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC					1,84	0,51	1,85			
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	0,33				0,51		0,84		0,51	0,51
	<i>Iphimedia</i> sp					2,67		5,33			1,68	
	<i>Lysianassa</i> sp					8,59	16,83	11,17		0,51	8,55	1,01
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC					0,51			2,18		
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE	0,51				1,17	1,33	1,17	0,51		0,33
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC		0,33		1,33				0,51	0,67	
	<i>Periculodes longimanus</i>	SFBC		0,84	3,67		1,33	1,68	0,33	1,68	3,35	
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	2,52	3,76	1,52	0,67	3,68	4,18	0,51	0,67	4,20	0,28
	<i>Phtisica marina</i>	Lre		2,59	7,52	3,52	5,01	3,01	2,34	5,03	1,17	3,35
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre		4,04		13,13	1,52			0,51		
	<i>Stenothoe</i> sp				0,51					0,51		
	<i>Synchelidium haplocheles</i>	Mixt								0,67	1,01	
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab		0,33	0,51	1,01	4,87	4,67	0,84	2,18	1,17	0,33
Copepodi	Copepoda nd		10,05	4,17	2,53	5,19	5,54	8,20	6,72	8,89	1,01	3,34
Cumacei	Cumacea nd		3,35	3,85	16,88	9,17	8,34	12,71	8,05	5,21	5,19	3,23
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	0,33	1,01			1,33		0,51		5,37	0,33
Decapodi	<i>Anapagurus</i> sp		0,51				0,67		0,67	0,51	0,67	
	<i>Callianassa subterranea</i>	Lim	0,51									0,84
	<i>Distolambus maltzani</i>	Lim					0,51					
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC		0,67			1,84	0,51				0,51
	<i>Ebalia edwardsii</i>	DC								0,51		
	<i>Eurynome aspera</i>	DC				1,33	1,52					
	<i>Eurynome</i> sp						0,51					
	<i>Galathea</i> sp					5,17		3,17			6,22	1,68
	<i>Liocarcinus corrugatus</i>	Sd					0,51	0,51				
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab	0,67					1,17		1,68	0,67	
	Paguridae nd							0,67				
	<i>Processa</i> sp						0,51					
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB				0,67	0,67				0,51	
Isopodi	<i>Eurydice</i> sp						0,67				0,67	
	<i>Gnathia</i> sp			0,51	1,33	1,17	0,67		1,34	0,51	0,67	
Misidacei	Misidiacea nd		0,51			1,52	5,37	6,20	0,33	2,53	5,56	1,51
Ostracodi	Ostracoda nd		0,33		2,85		6,89	6,85		1,52	6,06	2,34
Stomatopodi	<i>Squilla mantis</i>	Lim										0,51
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillii</i>	Minut	0,33	2,84	1,17	0,67		2,34	2,52		1,01	0,78
	<i>Leptochelia savignyi</i>	C	4,35	0,33	4,03	1,84	1,17	1,01	1,34	0,51	3,01	0,28
Echinodermi	Asteroidei											
	<i>Astropecten irregularis</i>	DC	0,33									
	<i>Astropecten spinulosus</i>	HP		1,55	0,67		0,67	0,51		0,51	0,51	
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC		3,53	9,04	9,05	7,17	4,53	2,85	1,01		1,84
	<i>Ophiura albida</i>	DC	1,33	1,34	2,51	1,33	3,01	10,51	3,19	0,51	3,35	0,28
Oloturoidei	Holothurioidea nd			0,84								
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC		1,00	3,03		0,67	0,67	1,17	0,51		
	<i>Thyone fusus</i>	DE			0,51			1,01	0,51			
	<i>Trachythone tergestina</i>	VTC	0,33				0,67		0,51			
Molluschi	Bivalvi											
	<i>Abra prismatica</i>	DC	2,01		2,18		1,17	1,84	0,84	0,67		0,51
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre				15,72	5,72	0,67			1,01	
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt								0,51		
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL	0,51		1,33	1,17			0,84		1,68	
	<i>Chlamys varia</i>	DC				0,67		0,67				
	<i>Clausinella brogniartii</i>	SGCF		0,51					0,51	0,51		0,84
	<i>Corbula gibba</i>	MI	0,33		0,51	1,68		1,17			0,67	0,61
	<i>Cuspidaria rostrata</i>	DL							0,33			
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd			2,17	2,51	0,51					
	<i>Hiatella rugosa</i>	Sd			1,33	4,67	0,51	2,34	0,33	0,51	0,51	0,33
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC				1,01	0,51					
	<i>Laevicardium crassum</i>	SGCF			0,51						0,51	
	<i>Limaria hians</i>	DC					0,67					
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC					1,17		1,17	0,51	1,01	0,51
	<i>Lyonsia norvegica</i>	Mixt									0,51	
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP				7,68	2,53	1,17	0,84		2,02	0,33
	<i>Modiolula phaseolina</i>	DC				161,64	13,29					0,51

Tab. 3-XXV – Continuo.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926	
Molluschi													
Bivalvi	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	7,70	13,67	14,57	8,18	8,34	14,73	10,23	11,07	9,35	3,80	
	<i>Mysia undata</i>	Mixt	0,67	0,67	1,01		0,67		0,51				
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,51	0,67			1,33			0,51		0,33	
	<i>Pandora pinna</i>	Lim									0,67		
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt	0,84	1,00	5,20		3,68	6,34	1,51	1,17	4,34	1,34	
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab	1,52	0,51	0,51	0,67	1,84	1,01	0,84	1,68	0,67	0,33	
	<i>Pitar rudis</i>	DC		0,51								1,01	
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt										1,01	
	<i>Similipecten similis</i>	Sm			0,51								0,28
	<i>Tellina balaustina</i>	Mixt	0,51										
	<i>Tellina distorta</i>	MI							0,51				
	<i>Tellina serrata</i>	DE	0,51	0,84					0,51	0,51			
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	1,34		0,67	1,84	1,84	3,84	0,51	0,51			0,33
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	0,33	0,33	3,02		3,01	1,84	0,33		1,17		0,67
	Caudofoveati	<i>Falcidens gutturosus</i>	Lim	3,34	10,77	14,39	11,56	7,01	15,58	12,57	6,89	9,39	7,60
<i>Calyptraea chinensis</i>		Lre			0,51	2,34	0,51					0,33	
Gasteropodi	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC		0,67	1,17	0,67	0,67	0,51	1,17	0,67		1,01	
	<i>Eulima bilineata</i>	MO						1,17					
	<i>Fusinus rostratus</i>	Lim								0,67			
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	1,52				1,52	1,33					
	<i>Melanella polita</i>	DC					0,51						
	<i>Nudibranchia nd</i>		0,33				3,19	2,00	0,84	1,01	2,02	0,51	
	<i>Odostomia sp</i>		0,51										
	<i>Philine aperta</i>	VTC	0,67										
	<i>Polinices nitida</i>	Sab	0,33						0,67				
	<i>Pseudotorinia architae</i>	DC			0,51								
	<i>Trophonopsis muricatus</i>	Sd							0,67				
	<i>Turritella communis</i>	VTC	5,03	2,68	0,67	0,67	0,51		1,52	1,33	0,51	2,84	
	<i>Anthalis inaequicostata</i>	VTC	1,01		1,34				0,51	1,01	0,51		
	Scafopodi												
	Nemertini												
	<i>Nemertea nd</i>		1,17	1,17	1,52	1,84	2,00	2,85	2,52	3,86	4,20	0,94	
Pantopodi													
Picnogonidi	<i>Pycnogonida nd</i>		1,00	0,33	0,67	0,67	1,01	0,67	0,33	0,67		1,12	
Policheti													
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	19,38	21,13	22,47	8,04	10,85	14,20	2,34	21,09	14,26	12,45	
	<i>Ampharetidae nd</i>		3,01	7,27	6,21	19,13	3,01	4,18	6,20	4,04	7,37	8,72	
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	0,84	0,84			0,51	0,51	1,17		0,67	1,00	
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33										
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	6,85	8,54	9,89	12,55	4,85	13,23	8,20	11,25	8,85	6,70	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	8,21	1,84	3,70		2,51	1,52	4,54	4,53	5,21	3,01	
	<i>Aphrodita aculeata</i>	VTC				0,67							
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	8,04	8,18	9,40	2,18	9,52	4,87	2,34	4,69	3,35	3,90	
	<i>Arabella geniculata</i>	Glar			0,51								
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	1,34		1,84	1,33	1,01	1,17	2,86	1,68	2,18	1,33	
	<i>Chirimia biceps</i>	MO	0,51						1,01				
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI	55,61	50,77	233,05	229,01	95,49	74,55	31,08		0,67		
	<i>Dilonereis filum</i>	Lim		0,51									
	<i>Eunice vittata</i>	Lre										0,84	
	<i>Flabelligeridae nd</i>		0,67	0,33	0,67	1,84	5,52	1,17	6,04	4,20	3,70	0,61	
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	14,05	11,26	13,07	7,88	14,57	17,58	9,05	23,13	18,26	4,17	
	<i>Glycera sp</i>					0,51							
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	8,21	4,37	11,07	12,44	5,68	12,04	3,35	4,87	3,35	4,75	
	<i>Hamothoe sp</i>				1,01	6,67	3,70	1,17	3,19	1,17	4,85	0,84	
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	1,17	2,34	2,01	2,34	1,84	2,51	0,84	1,52		0,83	
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd				10,26	1,52	2,67					
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO										0,67	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	4,85	8,51	8,07	11,37	4,34	4,18	3,18	6,20	3,86	1,73	
	<i>Macroclumene santanderensis</i>	Sab	1,67	1,33	0,51	9,09		1,52	1,01	3,70	3,70	3,23	
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	13,73	6,89	7,04	1,84	3,68	10,18	7,69	9,74	4,53	5,69	
	<i>Maldanidae nd</i>		1,33	5,41	5,04	1,68	3,68	8,71	2,34	6,38	4,02	1,90	
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,33					0,67				0,84	
	<i>Melinna palmata</i>	Minut			1,52						0,67	0,67	
	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	Sab toll			1,17	0,67	1,68	3,01	1,33	1,17		0,51	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	35,19	27,71	48,51	27,35	24,73	31,62	19,72	62,20	34,38	14,60	
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt						0,51			0,67		
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	0,84		1,68	1,17	2,85	2,51	4,37	1,68	2,18	0,67	
	<i>Nereididae nd</i>		0,51		0,51		0,67	1,17	0,51			2,52	
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab	4,69	1,00	1,52	2,34	1,17	4,18	1,01	2,69	1,68	0,33	
	<i>Notomastus aberans</i>	MO				0,51							
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	7,02	7,71	8,56	14,06	1,01	3,84	7,17	5,37	5,19	2,29		
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,33		1,01	3,17	0,51	1,17		0,67	0,67	0,84		
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	7,01	7,85	27,48	27,29	5,35	25,21	5,02	18,99	12,42	10,04		
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	4,70	2,69	4,03	0,67	7,68	3,01	3,86	4,04	3,19	1,51		
<i>Paronide nd</i>		17,07	14,40	18,09	17,58	6,04	10,71	14,59	12,24	20,99	7,19		
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	1,51	1,17	5,85	2,34	0,67	4,53	3,35		1,01	0,78		
<i>Phyllodoce lineata</i>	Sm										0,67		
<i>Phyllodoce sp</i>		0,33			0,67	2,18	0,51				0,51		
<i>Phyllodoceidae nd</i>		1,84	1,38	4,86	1,52	0,67	0,51	0,33	0,67	1,01			
<i>Pista brevibranchia</i>	Lim	2,02		0,51	0,67		1,01	0,33	0,51				
<i>Pista cristata</i>	Lim		0,33	1,34	1,01	0,67	1,33						
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC						0,51	1,85		0,51			
<i>Polydora ciliata</i>	SFBC			0,51									
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd				4,20	3,35				1,01			
<i>Praxillella gracilis</i>	Lim			0,51									
<i>Prionospio sp</i>		5,72	2,68	2,53	3,17	2,00	6,02	2,68	8,73	3,52	3,95		
<i>Prionospio steenstrupi</i>	Lre						0,51	0,33	1,68	0,67	0,89		

Tab. 3-XXV – Continuo.

Stazioni	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Policheti											
<i>Sabella pavonina</i>	Lre		5,05				0,67				
Sabellariidae nd											
Sabellidae nd		43,54	60,00	51,63	52,93	39,25	73,09	33,31	65,70	51,66	22,56
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	3,85	7,29	7,87		5,84	9,39	2,52	5,70	5,70	2,12
<i>Serpula vermicularis</i>	AP				1,33	0,67					
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt								0,51		
Sphaerodoridae nd		0,33			1,68		1,33				
Spionidae nd					0,51	1,17					
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	1,17	0,67	0,51	0,51	1,33	1,33	0,51			0,61
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC		0,51								
<i>Sthenelais boa</i>	Lim					0,67	0,51				
Syllidae juv		3,02	0,51	3,02	2,85	0,67	2,51		1,84	1,84	1,95
<i>Syllis parapar</i>	SFBC		0,33	1,17	0,67	0,67	1,17		0,51	1,68	
<i>Syllis</i> sp			1,17	6,36	26,22	2,34	5,35	1,34	1,84	5,54	
Terebellidae nd		1,84	0,51	2,51		1,17	4,85	0,33	1,52	8,89	1,78
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	2,68	1,67	1,01	0,67	5,86	2,00	2,18	3,03	3,68	4,07
Poriferi											
Porifera nd					9,09	0,51	0,51				
Sipunculidi											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	3,34	11,57	28,11	16,06	8,53	19,56	4,36	6,55	13,41	9,21
<i>Phascalion strombus</i>	Lre				1,33						
Sipuncula nd		14,74	17,45	26,95	19,25	19,74	30,63	19,29	25,82	19,45	7,92
Tunicati											
Asciidiacei											
<i>Ascidia mentula</i>	Lre				2,02						
<i>Ascidia virginea</i>	Lre									0,67	
DENSITA' TOTALE		376,05	389,87	714,05	895,03	576,46	635,56	305,90	420,00	420,44	211,99
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE		82	74	85	92	113	106	84	88	94	83

In termini di biomassa (fig. 3.11), in ogni campionamento effettuato dopo i lavori di posa della condotta è stato evidenziato un picco in almeno uno dei siti campionati. Comunque questi picchi sono sempre apparsi caratterizzati da un elevato errore standard, essendo stati determinati dal rinvenimento in una sola replica di uno o pochi esemplari appartenenti a specie di grandi dimensioni (Tabb. 3-XXVI – 3-XXX), per cui i valori sono risultati, nella maggior parte dei casi comparabili con quelli registrati in altri siti.

Nel pre-survey erano stati ottenuti valori molto bassi in entrambe le stazioni (C4: $1,03 \pm 0,37$ gr $0,095$ m⁻²; K6: $2,43 \pm 0,78$ gr $0,095$ m⁻²), sebbene la biomassa registrata al controllo fosse nettamente superiore rispetto a quella rilevata in C4.

Nel primo survey post lavori si è verificato un generale incremento, più consistente in K6 ($22,78 \pm 16,70$ gr $0,095$ m⁻²) a causa della presenza di un esemplare dell'oloturoideo *Oncnus planci* (fig. 3.12a). Data l'elevata variabilità associata, tale sito è comunque risultato comparabile con K5 e altre stazioni poste lungo il transetto. Escludendo C7 lungo il transetto la biomassa è apparsa omogenea, oscillando tra $2,08 \pm 0,42$ gr $0,095$ m⁻² (C1) e $7,77 \pm 6,35$ gr $0,095$ m⁻² (C5). In C7 sono stati raggiunti $31,17 \pm 25,45$ gr $0,095$ m⁻² per il rinvenimento di un esemplare dell'oloturoideo *Holothuria forskali* Ma, anche in questo caso, cosnidreta l'elevata variabilità, tale

stazione è apparsa confrontabile con i siti da C3 a C5 lungo il transetto e con i controlli K5 e K6.

Nell'estate 2010 (II post lavori), considerando l'alta variabilità, non si sono verificati cambiamenti rispetto all'inverno precedente, eccetto un lieve incremento in C4 e C6. Anche in questa stagione è stato rinvenuto un esemplare di *H. forskali* in una replica presso K7 (fig. 3.12b), dove è stato raggiunto il massimo stagionale ($11,23 \pm 8,32$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$) molto simile a C4 ($10,17 \pm 3,43$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$). In quest'ultima stazione tale valore non è stato determinato dalla presenza di organismi di grandi dimensioni quanto dall'elevata quantità di *D. arietina* (Tab. 3-XXIII), il cui peso ha contribuito per il 50% alla biomassa totale (Tab. 3-XXVIII). In generale, considerando gli elevati errori standard, tutti i siti posti lungo il transetto sono risultati comparabili con K5 e K6.

Anche nell'inverno 2011 non si sono verificate sostanziali variazioni rispetto al survey precedente, poiché i siti caratterizzati dai valori maggiori hanno anche presentato una variabilità molto elevata. In questo monitoraggio è stato registrato un picco in C4 ($123,74 \pm 115,64$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$), determinato dalla cospicua presenza di alcune specie come i briozoi *Amathia semiconvoluta* e *Cellaria salicornioides*, l'antozoo *Alcyonium palmatum* e l'oloturoideo *Ocnus planci* (fig. 3.13; Tab. 3-XXIX). Negli altri siti del transetto la biomassa è apparsa confrontabile e compresa tra $1,28 \pm 0,31$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$ (C2) e $7,61 \pm 5,74$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$ (C5). Ai controlli sono stati registrati valori tra $12,59 \pm 9,36$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$ (K5) e $63,58 \pm 43,65$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$ (K7), quest'ultimo determinato dalla presenza in un numero limitato di repliche di *A. palmatum* e di *H. forskali*.

Anche nell'ultimo monitoraggio non vi sono stati cambiamenti rispetto all'inverno 2011, eccetto un decremento in K7 ($8,52 \pm 6,90$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$). È stato confermato il massimo in C4 ($454,50 \pm 305,52$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$) a causa dell'elevata quantità di *A. semiconvoluta* in una replica di questa stazione, dove sono stati rinvenuti anche alcuni esemplari dell'ascidiaceo *Ascidia mentula*, anch'esso incisivo dal punto di vista ponderale (fig. 3.14). Una certa quantità di *A. semiconvoluta* è stata osservata anche in C5, dove è stato registrato il secondo valore più elevato ($82,61 \pm 70,91$ gr $0,095 \text{ m}^{-2}$).

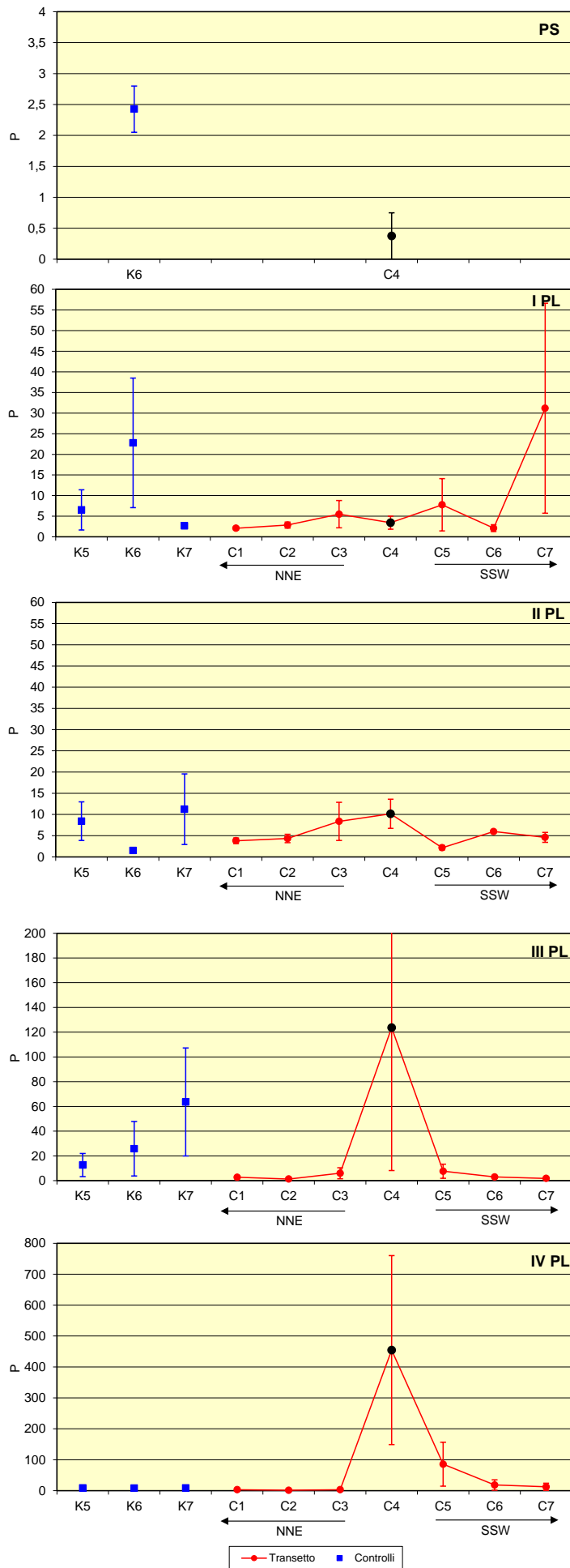


Fig. 3.11 – Biomassa (\pm e.s.) registrate nel pre-survey (PS) e nei quattro monitoraggi condotti dopo la fine dei lavori (PL). I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

Tab. 3-XXVI – Lista e biomassa (gr. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle due stazioni campionate durante il **pre-survey**. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. * = P<0,001 gr.

Stazioni	C4	K6
Distanza dal sea-line (m)	0	926
Cnidari		
Antozoi		
<i>Epizoanthus</i> sp		0,004
Madreporaria nd		0,273
Crostacei		
Anfipodi		
<i>Ampelisca diadema</i>	0,003	0,005
<i>Ampelisca intermedia</i>		0,001
<i>Corophium</i> sp		*
<i>Monoculodes carinatus</i>		*
Decapodi		
<i>Ebalia deshayesi</i>		0,010
Paguridae nd		0,047
<i>Processa</i> sp	0,014	
Ostracodi		
Ostracoda nd	*	*
Echinodermi		
Asteroidei		
<i>Astropecten irregularis</i>		0,746
Ofiuroidei		
<i>Ophiura albida</i>	0,044	0,043
Molluschi		
Bivalvi		
<i>Abra prismatica</i>		*
<i>Chlamys</i> sp		*
<i>Clausinella brognartii</i>	0,046	0,520
<i>Myrtea spinifera</i>	0,146	0,242
<i>Nucula nitidosa</i>	0,069	0,001
<i>Phaxas adriaticus</i>	0,024	
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,112	
<i>Tellina distorta</i>	0,005	0,048
<i>Thyasira flexuosa</i>	0,001	0,005
<i>Timoclea ovata</i>	0,224	
Caudofoveati		
Caudofoveata nd	0,001	0,003
Gasteropodi		
<i>Cylichna cylindracea</i>		0,009
<i>Mangelia coarctata</i>	0,002	
<i>Polinices nitida</i>	0,013	
Scafopodi		
<i>Antalis inaequicostata</i>	0,005	
Nemertini		
Nemertea nd	0,010	0,014
Policheti		
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,004	*
<i>Amphicteis gunneri</i>		0,008
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,002
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,002	0,009
Cirratulidae nd		*
<i>Eunice vittata</i>	0,011	0,007
<i>Glycera rouxii</i>	0,087	0,050
<i>Goniada maculata</i>	0,010	0,008
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,025	0,013
<i>Lumbrineris gracilis</i>		0,003
<i>Lumbrineris latreilli</i>		0,009
<i>Magelona alleni</i>	*	
Maldanidae nd		0,004
<i>Minuspio cirrifera</i>	*	0,001
<i>Nematoneis unicomis</i>		*
<i>Nephtys hombergi</i>		0,114
<i>Nephtys hystricis</i>	0,102	0,048
Nereididae nd		0,001
<i>Nothria conchilega</i>		0,001
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	0,002	0,003
<i>Ophiudromus flexuosus</i>	*	
<i>Owenia fusiformis</i>	0,005	0,007
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,002	0,001
Paraonidae nd	0,002	0,001
<i>Pectinaria koreni</i>		0,003
Phyllococidae nd	0,001	0,001
<i>Pista cristata</i>		0,005
<i>Prionospio</i> sp	0,012	0,001
Sabellidae nd	0,011	0,003
<i>Scoletoma impatiens</i>	0,004	0,004
<i>Sthenelais boa</i>		*
<i>Syllis</i> sp	*	0,008
Terebellidae nd		0,001
<i>Terebellides stroemi</i>	0,007	0,012
Sipunculidi		
<i>Aspidosiphon mulleri</i>	0,017	0,120
Sipunculida nd	0,001	0,003
BIOMASSA TOTALE	1,025	2,425
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE	40	55

Tab. 3-XXVII – Lista e biomassa (gr. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nel I survey condotto dopo la posa del sea-line (**inverno 2010**). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. * = P<0,001 gr.

Stazioni	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Cnidari										
Antozoi	<i>Alcyonium palmatum</i>		0,001	0,173	6,382	0,003		0,206	0,004	
	<i>Epizoanthus</i> sp	0,014					0,002			
	Madreporaria nd					0,803				
Idrozoi	Hydroidea nd		0,017		0,001		0,248	0,264	4,428	0,494
Crostacei										
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	0,009	0,027	0,004	0,001	0,012	0,007	0,009	0,010	0,001
	<i>Ampelisca intermedia</i>	0,002				0,001		0,002	*	*
	<i>Corophium</i> sp	0,002	*	0,002	0,000	0,001	0,001	0,002	*	0,002
	<i>Erichtonius</i> sp									*
	<i>Harpinia dellavallei</i>	0,001								
	<i>Leucothoe</i> sp		*				0,001	0,001	*	*
	<i>Metaphoxus simplex</i>	*	*					*	*	*
	<i>Microprotopus maculatus</i>	0,001				*		0,001		0,002
	<i>Monoculodes carinatus</i>	0,000	*	*	0,001	*	*	*		
	<i>Orchomene grimaldii</i>	0,002						0,022		0,003
	<i>Peltocoxa</i> sp					*				
	<i>Photis longicaudata</i>			*					0,001	0,001
	<i>Phtisica marina</i>			*		*	0,001		0,003	0,001
	<i>Pseudoprotella phasma</i>		*	0,006				0,004		
	<i>Synchelidium</i> sp				*					
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	0,001					*			
Cirripedi	<i>Scalpellum scalpellum</i>								0,084	
Copepodi	Copepoda nd		*				*	*	*	*
Cumacei	Cumacea nd	0,001	0,001	*		0,001	0,002	*	*	*
	<i>Iphinoe serrata</i>	*	*		*	0,001			0,002	
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>								0,087	0,016
	<i>Ebalia deshayesi</i>	0,001			0,027		*	0,009		
	<i>Ebalia edwardsii</i>	0,031								
	<i>Eurynome aspera</i>						0,070		0,020	
	<i>Galathea</i> sp								0,013	
	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,006		0,013		0,004				0,003
	<i>Inachus dorsettensis</i>	0,007								
	<i>Liocarcinus depurator</i>									0,015
	<i>Liocarcinus maculatus</i>				0,085					
	<i>Liocarcinus</i> sp	0,004					0,009			
	Paguridae nd		0,067		0,005	0,003	0,005		0,005	0,000
	<i>Philocheras sculptus</i>						0,017			
	<i>Processa</i> sp	0,198	0,004		0,001	0,001	*		*	
	<i>Solenocera membranacea</i>							0,557		
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp	0,001	0,002		0,002					
	<i>Gnathia</i> sp		*			*				*
	Isopoda nd							0,003		
Misidacei	Misidiacea nd			0,003	0,001			0,002	0,005	
Ostracodi	Ostracoda nd	*		*		*	*	*	0,001	
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillii</i>			*	*			0,002	*	*
	<i>Leptocheilia savignyi</i>			*	*			*	*	*
	Tanaidacea nd					*		*	*	
Echinodermi										
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	0,017	0,070							
Echinoidei	<i>Brissopsis lyrifera</i>		1,211		1,179		1,200	3,635		
	Echinoidea nd								0,764	
	<i>Schizaster canaliferus</i>			2,641						0,565
Ofiuroidi	<i>Amphiura chiajei</i>	0,021	0,027	0,015	0,005		0,018			0,007
	<i>Ophiura albida</i>	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,009	0,034	0,003
Oloturoidei	<i>Holothuria forskali</i>						26,030			
	Holothuriodea nd	*			*		0,001			
	<i>Ocnus planci</i>								12,067	
	<i>Thyone fusus</i>		0,011		0,115		0,061			
	<i>Trachythione</i> juv					0,003				
Molluschi										
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	*	*						0,003	
	<i>Abra prismatica</i>				0,037	0,003				
	<i>Aequipecten opercularis</i>									0,523
	<i>Anomia ephippium</i>								0,013	
	<i>Bathycarac philippiana</i>		0,026	0,028						
	<i>Cardiomya costellata</i>	0,018							0,023	0,004
	<i>Chlamys</i> sp	0,005		0,003						
	<i>Chlamys varia</i>								0,083	
	<i>Clausinella brogniartii</i>		0,023	1,047			0,945	0,802	0,401	
	<i>Corbula gibba</i>			0,010			0,098			0,004
	<i>Gari fervensis</i>	0,017	0,061							

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazioni	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Molluschi										
Bivalvi										
<i>Hiattella arctica</i>	0,039		0,001		0,002	0,002	0,001		0,043	
<i>Lembulus pellus</i>									0,002	
<i>Limaria hians</i>									0,001	
<i>Lucinella divaricata</i>										0,003
<i>Modiolarca subpicta</i>			*				0,002		0,030	*
<i>Modiolula phaseolina</i>							0,002		0,001	
<i>Myrtea spinifera</i>	0,186	0,347	0,093	0,228	0,249	0,214	0,291	0,217	0,181	0,069
<i>Mysia undata</i>						*	0,012	0,180	0,000	0,002
<i>Mytilus galloprovincialis</i>					0,001					
<i>Nucula nitidosa</i>	0,043	0,081	0,023			0,022	0,133		0,035	0,045
<i>Pandora pinna</i>	0,216									
<i>Phaxas adriaticus</i>		0,002					0,013		0,025	0,017
<i>Plagiocardium papillosum</i>							0,002	0,003		0,002
<i>Pseudamussium clavatum</i>						0,338				
<i>Saccella commutata</i>		0,023				0,070	0,016	0,021	0,005	
<i>Tellina distorta</i>				0,132		0,041		0,061		0,007
<i>Tellina nitida</i>										*
<i>Tellina serrata</i>				0,245						
<i>Thracia papyracea</i>					0,004		0,001			0,003
<i>Thyasira flexuosa</i>	0,001	0,003	0,001	*	*	0,001	0,005			0,004
<i>Timoclea ovata</i>	0,434	0,032	0,353		0,259	0,101	0,763	0,039	0,610	0,116
Caudofoveati										
Caudofoveata nd	0,005	0,014	0,004	0,002	0,010	0,007	0,009	0,013	0,009	0,013
Gasteropodi										
<i>Calyptrea chinensis</i>					0,007				0,001	
<i>Cylichna cylindracea</i>	0,006	0,027			0,002	0,008	0,009		0,020	0,005
<i>Eulima bilineata</i>								0,002		
<i>Mangelia coarctata</i>	0,001	0,002		0,026	0,003	0,005	0,003	0,007		
<i>Melanella polita</i>									*	0,003
<i>Polinices nitida</i>		0,004				0,005		0,003	0,002	
<i>Pseudotorinia architae</i>	0,049									
<i>Turritella communis</i>					0,012					
Scafopodi										
<i>Antalis inaequicostata</i>	0,015		0,125	0,239	0,313		0,091		0,003	
Nemertini										
Nemertea nd	0,009	0,003	0,001	0,001	0,003	0,024	0,007	0,010	0,007	0,002
Pantopodi										
Picnogonidi										
Picnogonida nd						0,001	*		*	*
Platelminti										
Platelminta nd	0,005									
Policheti										
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,010	0,017	0,005	0,004	0,031	0,014	0,008	0,010	0,010	0,003
Ampharetidae nd						0,001	0,002	0,007	0,001	0,006
<i>Amphicteis gunneri</i>	*		*		0,002	0,007	*			
<i>Aphelocheata filiformis</i>	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,005	0,001	0,006	0,003	0,004
<i>Aphelocheata marioni</i>									0,015	*
<i>Ceratonereis costae</i>	*									
<i>Chaetozone caputesocis</i>	*	*	0,000	0,002	0,006	0,004		0,001	0,001	*
<i>Ditrupea arietina</i>	0,048	0,133	0,164	0,058	0,041	0,005	*	*	0,001	
<i>Dorvillea rubrovittata</i>		*								
<i>Drilonereis filum</i>								0,003	*	
<i>Eunice vittata</i>	0,008	0,001		0,003	0,002	0,001		0,003	0,008	0,001
Flabelligeridae nd			*	0,006		0,006	0,001		0,001	0,001
<i>Glycera rouxii</i>	0,057	0,163	0,018	0,219	0,090	0,049	0,070	0,153	0,156	0,244
<i>Goniada maculata</i>	0,037	0,022	0,017	0,008	0,022	0,019	0,004	0,020	0,008	0,008
<i>Hamothoe</i> sp	0,003	*	0,001	0,001	*		*	0,001	0,060	0,001
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,043	0,032	0,018	0,028	0,024	0,066	0,015	0,020	0,005	0,032
<i>Hydroides elegans</i>						0,000				
<i>Hydroides norvegica</i>	*	0,008	0,002							
<i>Labioleanira yhleni</i>	0,005	0,004			0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	*
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,002	0,007	0,003	0,006	0,007	0,012	0,011	0,005	0,003	0,002
<i>Lysidice ninetta</i>	0,001									
<i>Macroclymene santanderensis</i>	*		0,005	0,029		0,003	0,004	0,006		0,067
<i>Magelona allenii</i>	0,005		0,001	*	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001
Maldanidae nd	0,042	0,001		0,006	0,010	0,025	0,001	0,004	0,001	0,001
<i>Marphysa bellii</i>	0,001		0,002						0,002	
<i>Minuspio cirrifera</i>	0,002	0,005	0,001	0,002	0,002	0,005	0,001	0,003	0,001	0,001
<i>Nematonereis unicornis</i>				0,009		0,013			0,005	
<i>Nephtys hombergi</i>					0,024					
<i>Nephtys hystricis</i>	0,100	0,114	0,596	0,176	0,090	0,011	0,031	*	0,565	0,201
Nereididae nd							0,001		*	*
<i>Ninoe</i> sp					0,002					
<i>Nothria conchilega</i>		0,001	0,009	0,008	0,006	0,010	0,001	0,008	0,007	*
<i>Notomastus aberans</i>	0,002			0,003	0,004			0,001		
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	0,006	0,001	0,000	0,002	0,001	0,002	0,003	*	0,001	0,001
<i>Ophiiodromus flexuosus</i>				0,001		0,001			*	

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazioni	C1	C2	C3	C4 (SL)	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Policheti										
<i>Owenia fusiformis</i>	0,006	0,009	0,003	0,002	0,018	0,008	0,002	0,102	0,016	*
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,003	0,003	*	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	*
Paraonidae nd	0,001	*	0,003	0,001	0,002	0,001	0,004	0,002	0,001	0,002
<i>Pectinaria koreni</i>	0,011	0,004				0,001	0,011			
<i>Pelogenia arenosa</i>							0,593			
<i>Phylodoce lineata</i>	*			*		*	*	*		
<i>Phylodoce</i> sp	*		*	0,001	0,003	0,001	0,001		*	
<i>Phylo foetida</i>										0,075
<i>Pista cristata</i>				0,037		0,001				
<i>Pista</i> sp							*			
<i>Pomatoceros triqueter</i>		0,003							0,004	*
<i>Prionospio</i> sp	0,004		0,005	0,004	0,001	0,010	0,012	0,009	0,006	0,002
<i>Sabella pavonina</i>									2,547	
Sabellidae nd	0,004	0,017	0,003	0,009	0,008	0,023	0,017	0,007	0,006	0,003
<i>Scalibregma inflatum</i>		0,000								
<i>Scoletoma impatiens</i>	0,001	0,000	0,004	0,011	0,002	0,028	0,002	0,001	0,011	0,008
<i>Serpula vermicularis</i>									*	
<i>Spiophanes bombyx</i>	*		*			*		0,001		0,001
<i>Sthenelais boa</i>	0,023	*	0,002	0,000	*	0,009	0,001	0,016		
Syllidae juv					*			*	*	*
<i>Syllis</i> sp	0,010	0,014	0,003	0,018	*	0,003	0,007	0,001	*	0,001
Terebellidae nd			0,002		0,004	0,000	0,003	0,003	0,183	0,029
<i>Terebellides stroemi</i>	0,007	0,016		0,001	0,007	0,008	0,014	0,001	0,049	0,002
Sipunculidi										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,256	0,185	0,234	0,259	0,078	0,064	0,226	0,058	0,061	0,002
<i>Sipuncula</i> nd	0,005	0,002	0,009	0,006	0,005	0,006	0,006	0,010	0,020	0,011
BIOMASSA TOTALE	2,079	2,852	5,493	3,426	7,773	2,107	31,170	6,535	22,784	2,657
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE	79	64	61	61	63	73	81	70	89	72

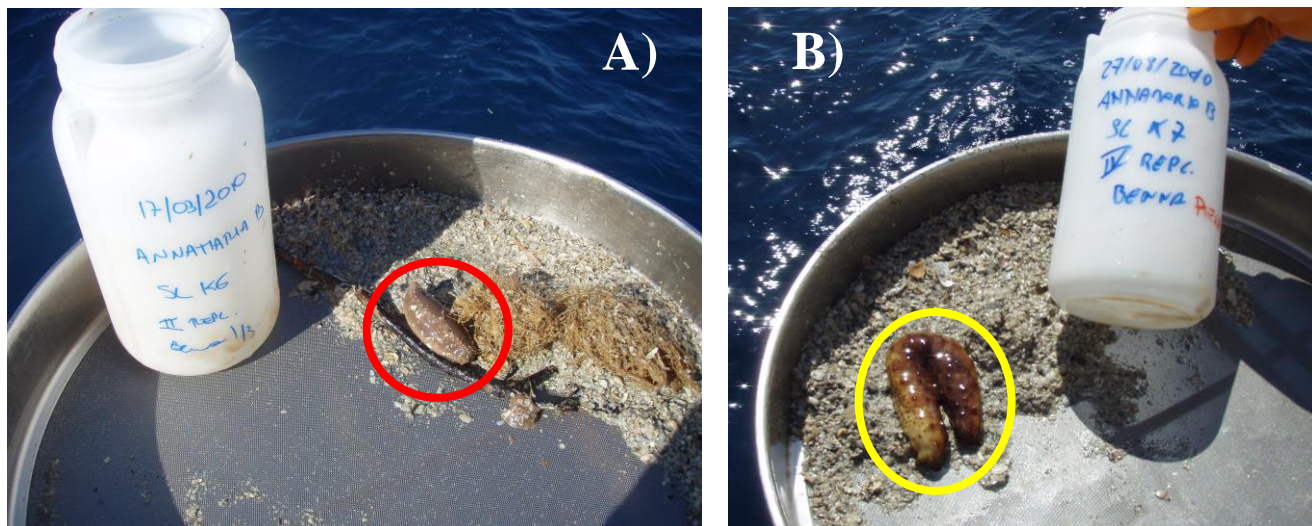


Fig. 3.12 – A) inverno 2010. II replica prelevata dal controllo K6 con un esemplare di *Oncnus planci* (cerchio rosso). B) estate 2010. IV replica prelevata dal controllo K7 con un esemplare di *Holothuria forskali* (cerchio giallo).

Tab. 3-XXVIII – Lista e biomassa (gr. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nel II survey condotto dopo la posa del sea-line (estate 2010). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. * = P<0,001 gr.

Stazioni	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Cnidari										
Antozoi	Actiniaria nd	0,007	0,188			*	*	*		
	<i>Alcyonium palmatum</i>		3,652							
	<i>Epizoanthus</i> sp	0,065			0,015	0,003			0,004	
	Madreporaria nd	0,540		0,501			0,388	0,296		
Idrozoi	Hydroidea nd	0,066	0,078	0,039	0,025	0,065		0,032	0,003	0,068
Crostacei										
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	0,008	0,007	0,008	0,006	0,012	0,004	0,014	0,007	0,006
	<i>Ampelisca intermedia</i>	0,001					*			
	<i>Aristias neglectus</i>	*								
	<i>Corophium</i> sp	0,001	*	0,001	0,001	*		0,001	0,001	*
	<i>Harpinia dellavallei</i>			0,000			*			
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	0,001	0,003	0,002	0,008	0,002	0,001		0,002	
	<i>Iphimedia</i> sp	0,002			0,003					*
	<i>Leucothoe</i> sp									
	<i>Microprotopus maculatus</i>	0,002	0,000	0,002				0,002	*	0,001
	<i>Monoculodes carinatus</i>	*	*	0,001				*	*	
	<i>Orchomene grimaldii</i>	0,012	0,000		0,006		0,002	0,001	*	
	<i>Photis longicaudata</i>	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Photis longipes</i>				0,000					
	<i>Phtisica marina</i>	0,001	*	*	0,001	0,001	*	*	*	
	<i>Pseudoprotella phasma</i>							0,001		
	<i>Stenothoe</i> sp			*		0,001				*
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	*	*				*	*	*	*
Copepodi	Copepoda nd			*		*		*		*
Cumacei	Cumacea nd	*	0,004	*	0,001	*	*	*	0,003	*
	<i>Iphinoe serrata</i>		*			0,002	*	*	*	*
Decapodi	<i>Ebalia deshayesi</i>	0,014					0,020	0,001	*	0,004
	<i>Eurynome</i> sp									
	<i>Galathea</i> sp	0,008				0,019	0,001	0,016	0,003	*
	<i>Goneplax rhomboides</i>						0,044		0,029	
	<i>Inachus dorsettensis</i>	0,005								
	<i>Liocarcinus maculatus</i>							0,017		
	<i>Liocarcinus</i> sp		0,004			0,042				0,003
	Paguridae nd	*	0,003	0,002			*			0,013
	<i>Pagurus excavatus</i>		0,199							
	<i>Processa</i> sp		0,023		0,001	0,011		0,002	0,015	
	<i>Solenocera membranacea</i>		0,024							
	<i>Thoralus cranchi</i>					0,004				
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp				0,058					
	<i>Eurydice</i> sp	0,002	0,001	0,003	0,006	0,002	*	0,001	*	
	<i>Gnathia</i> sp	*	*			0,001	*			
Leptostraci	<i>Nebalia</i> sp						0,009			
Misidacei	Misidiacea nd		0,001	0,001	0,002		0,003		*	*
Ostracodi	Ostracoda nd	*	0,001	0,003	*	0,001	*	0,001	*	*
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillii</i>	0,004	*	0,005	0,005	0,001	0,001		0,001	0,001
	<i>Leptochelia savignyi</i>	*	*	*	*	*		0,000		
Echinodermi										
Asteroidi	<i>Astropecten irregularis</i>			2,226		0,002				
Echinoidei	<i>Brissopsis lyrifera</i>						0,875		0,335	0,126
	<i>Echinocardium</i> sp									2,016
Otiuroidei	<i>Amphiuira chiajei</i>	0,011	0,003	0,048	0,002	0,007	0,008	*	*	0,002
	<i>Ophiura albida</i>	0,262	0,034	0,010	*	0,079	0,006	0,014	0,010	0,011
Oloturoidei	<i>Holothuria forskali</i>									8,420
	Holothuroidea nd		0,001				0,004	0,001	0,002	
	<i>Thyone fusus</i>							0,188		
	<i>Trachythone tergestina</i>		0,019						0,138	
Molluschi										
Bivalvi	<i>Abra alba</i>		0,001		*			*		
	<i>Abra prismatica</i>				0,002	0,008		*		
	<i>Acanthocardia</i> sp							4,524		*
	<i>Anomia ephippium</i>					0,013	0,003			
	<i>Cardiomya costellata</i>	0,007	0,020					0,022		
	<i>Chlamys</i> sp					0,002				
	<i>Chlamys varia</i>						0,114			
	<i>Clausinella brogniartii</i>								0,107	
	<i>Corbula gibba</i>		0,020	*				0,005	0,025	0,001
	<i>Gari fervensis</i>									0,013
	<i>Hiatella arctica</i>	0,002		0,004	0,001	0,003	0,005	0,003	0,016	0,016
	<i>Kurtiella bidentata</i>				*	*	*	*	*	
	<i>Lucinella divaricata</i>			0,001	*	*	0,001	*	*	
	<i>Lyonsia norvegica</i>	0,267	0,002			0,179		0,069		
	<i>Modiolarca subpicta</i>		*		0,001	0,015	0,010	0,008	0,007	
	<i>Modiolula phaseolina</i>	0,001		0,001						
	<i>Myrtea spinifera</i>	0,252	0,467	0,226	0,126	0,213	0,210	0,259	0,116	0,153
	<i>Nucula nitidosa</i>		0,002	0,024		0,104	0,087		0,011	0,005
	<i>Phaxas adriaticus</i>					0,046		0,007	0,006	0,026
	<i>Pitar rudis</i>	0,004								
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,004	0,394	0,002			0,001	0,001	*	0,008
	<i>Saccella commutata</i>	0,042		0,047					0,002	0,003
	<i>Scapharca demiri</i>	0,002			0,653		*			
	<i>Similipecten similis</i>		0,002					0,004	0,001	*
	<i>Tellimya ferruginosa</i>									
	<i>Tellina balaustina</i>			0,748						
	<i>Tellina distorta</i>									0,017
	<i>Tellina serrata</i>		0,002	0,023						0,001
	<i>Thyasira flexuosa</i>				0,024	0,002	*	0,025	0,118	0,003
	<i>Timoclea ovata</i>	0,041	0,432	0,553	1,026	0,604	0,093	0,055	0,074	0,254

Tab. 3-XXVIII – Continuo.

Stazioni	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	926	926	926	
Molluschi											
Caudofoveati	Caudofoveata nd	0,006	0,007	0,019	0,007	0,012	0,008	0,028	0,008	0,005	0,005
Gasteropodi	<i>Acteon tornatilis</i>	0,005	0,002								
	<i>Bittium</i> sp		0,005								
	<i>Calyptrea chinensis</i>	0,002	0,003			0,009	0,002	0,145	*	*	
	<i>Cylichna cylindracea</i>	0,008	0,006		0,004	0,016	0,005	0,006		0,001	0,002
	<i>Epitonium commune</i>							0,014			
	<i>Eulima bilineata</i>										*
	<i>Hyalia vitrea</i>					*					
	<i>Mangelia coarctata</i>	0,001	0,009	0,003		0,014	0,003		0,002	0,002	0,001
	<i>Melanella polita</i>	0,002	0,002	0,011			0,001			0,000	0,001
	<i>Philine aperta</i>							0,002			
	<i>Polinices nitida</i>	0,056	0,036				0,039	*		0,006	0,001
	<i>Roxania utriculus</i>						0,005				
	<i>Trophonopsis muricatus</i>					0,011					
	<i>Turbonilla lactea</i>	0,001			0,001						
	<i>Turritella communis</i>		0,118	0,001			0,021	0,021			
Scafopodi	<i>Antalis inaequicostata</i>			0,002					0,074	0,040	0,022
Nemertini	Nemertea nd	0,008	0,003	0,007				0,010	*	0,008	0,002
Pantopodi											
Picnogonidi	Pycnogonida nd			0,001	*					*	
Platelminti	Platelminta nd				0,001	0,001				*	
Policheti											
	<i>Ampharete acutifrons</i>	0,012	0,013	0,003	0,012	0,004	0,010	0,001	0,004	0,005	*
	Ampharetidae nd	0,009	0,006	0,005	0,005	0,007	0,004	0,004	0,003	0,005	0,001
	<i>Amphicteis gunneri</i>	0,014	0,007	0,004		0,003		*	0,001	0,001	0,001
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,003	0,001	0,003	0,002	0,001	0,004	0,003	0,003	0,002	0,001
	<i>Aphrodita aculeata</i>								2,564		
	<i>Aponuphis brementi</i>	0,016	0,049	0,025	0,028	0,022	0,042	0,011	0,010	0,026	0,015
	<i>Chaetozone caputesocis</i>		*	*	*	*	0,001	*	0,002	0,005	0,008
	Cirratulidae nd						0,006			*	
	<i>Ditrupa arietina</i>	2,163	1,544	1,599	4,977	0,236	4,277	2,191			*
	<i>Dilonereis filum</i>	0,003	0,002	0,002		0,028			0,007	0,001	0,005
	<i>Eunice vittata</i>	0,003	0,002	0,009	0,002			0,020	0,001	0,003	0,007
	<i>Filograna</i> sp								*		
	Fiabelligeridae nd		0,000								*
	<i>Glycera rouxii</i>	0,010	0,006	0,287	0,287	0,058	0,029	0,129	0,024	0,004	0,087
	<i>Goniada maculata</i>	0,006	0,010	0,006	0,009	0,008	0,003	0,016	0,003	0,002	0,003
	<i>Harmothoe</i> sp	0,001	0,001	0,002	*	0,001	*	0,002		*	0,007
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>		0,001	0,001	0,001	0,002	0,001		0,002	*	0,003
	<i>Hydroides norvegicus</i>	0,006	0,002	0,001		0,007		0,003		*	
	<i>Labioleanira yhleni</i>		0,003			0,005	0,010				
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,011	0,001	0,002	0,002	0,004	0,003	0,030	*	0,002	0,001
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	*	0,000	*	0,001	0,013	*	0,001	*	0,010	0,005
	<i>Magelona alleni</i>			*	*	*	*	0,000	*	*	*
	Maldanidae nd	0,002	0,004	0,004		0,001	0,008	0,006	0,005	0,002	0,004
	<i>Marphysa bellii</i>	0,001				*			*	*	*
	<i>Melinna palmata</i>	0,001	0,002						0,016	*	*
	<i>Minuspio cirrifera</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*	*	0,001
	<i>Nematoneis unicornis</i>		0,002					0,001	0,002	0,005	0,001
	<i>Nephtys hombergi</i>			0,038	0,044	0,039	0,424	0,003		0,155	
	<i>Nephtys hystricis</i>	0,013	0,096	0,006	0,005	0,005	0,043		*	0,019	0,005
	Nereididae nd	*	0,001		0,001		0,003	0,001		*	*
	<i>Nothria conchilega</i>	0,003	*	0,003	0,004	0,002	0,003	0,002	0,008	0,000	0,003
	<i>Ophelia cilindricaudata</i>	0,000	*	0,001	*	*	0,001	0,000	*	*	*
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>						0,000	0,000			
	<i>Owenia fusiformis</i>	0,014	0,018	0,001	0,007	0,035	0,028	0,002	0,025	0,026	0,016
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,004	0,001	0,002	0,004	0,006		0,002	0,001	0,001	0,001
	Paraonidae nd	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,002	*	*
	<i>Pectinaria koreni</i>			*					0,002		0,001
	<i>Phyllodoce</i> sp		*	0,001	0,001	0,001		0,001	0,001	*	*
	Phyllococidae nd	0,003	*	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	*	*	*
	<i>Pista cristata</i>							0,001	0,011	0,001	
	<i>Pista</i> sp	*									
	<i>Poecilochetus serpens</i>			0,001						*	
	<i>Pomatoceros triquetus</i>					0,056					
	<i>Prionospio</i> sp	0,003	0,002	0,005	0,001	0,002	0,005	*	0,004	0,001	0,002
	Sabellidae nd	0,044	0,018	0,016	0,007	0,105	0,017	0,004	0,005	0,004	0,003
	<i>Scalibregma inflatum</i>		0,010					*	0,003	0,001	*
	<i>Scoletoma impatiens</i>	0,003	*	0,019	*	0,002	0,001	0,003	0,006	0,004	*
	<i>Serpula vermicularis</i>									*	
	<i>Sigambra tentaculata</i>									*	
	Sphaerodoridae nd						*				
	<i>Spiophanes bombyx</i>			*				*			
	<i>Sthenelais boa</i>	0,009	0,003	0,016	0,009	*		0,005	0,003	*	0,002
	Syllidae juv	*	0,000	0,001					*	*	
	<i>Syllis</i> sp	0,018	0,003	0,014	0,006	0,005	0,006	0,001	0,004	0,002	0,001
	Terebellidae nd	0,039	0,012	0,005		0,014	*	0,081	0,002	0,004	0,001
	<i>Terebellides stroemi</i>	0,001	0,002	0,004				0,002	0,003	0,004	
Poriferi	Porifera nd	0,020		0,507							
Sipunculidi											
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,184	0,047	0,121	0,116	0,099	0,119	0,120	0,084	0,024	0,021
	Sipuncula nd	0,003	0,003	0,010	0,008	0,009	0,009	0,005	0,003	0,002	0,001
BIOMASSA TOTALE	3,801	4,339	8,380	10,170	2,165	5,976	4,601	8,416	1,502	11,226	
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE	84	86	76	66	77	80	82	82	87	81	

Tab. 3-XXIX – Lista e biomassa (gr 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle due stazioni campionate nel III survey post lavori (**inverno 2011**). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa. osservati.

Stazioni	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Briozoi										
<i>Amathia semiconvoluta</i>				80,000						
Briozoa nd								0,018		
<i>Cellaria salicornioides</i>				12,167						
Cnidari										
Actiniaria nd									0,292	
<i>Alcyonium palmatum</i>				13,132	0,512			0,004	22,420	16,314
<i>Epizoanthus</i> sp						0,011		0,001		
Madreporaria nd										0,767
Hydroidea nd	0,038	0,006	0,031		0,003	0,088	0,120	4,255	0,018	0,260
Crostacei										
Antipodi										
<i>Ampelisca diadema</i>	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,016	0,013	0,002	0,003	0,008
<i>Ampelisca intermedia</i>	0,001			0,000	0,001				0,005	
<i>Corophium</i> sp			0,000		0,000					
<i>Eusirus longipes</i>								0,002		0,005
<i>Harpinia dellavallei</i>	0,001	0,000							0,000	0,000
<i>Iphimedia</i> sp				0,001						
<i>Leucothoe</i> sp	0,000									
<i>Lysianassa</i> sp				0,014						
<i>Metaphoxus simplex</i>						0,000				0,000
<i>Microtopopus maculatus</i>		0,000	0,000	0,000						
<i>Monoculodes carinatus</i>		0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
<i>Orchomene grimaldii</i>						0,001		0,019		
<i>Pariambus typicus</i>				0,001						
<i>Photis longicaudata</i>			0,000	0,000	0,000					
<i>Phthisica marina</i>		0,000		0,000	0,000		0,000	0,000		0,000
Copepoda nd	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				0,000	
Cumacei										
Cumacea nd	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	
<i>Iphinoe serrata</i>			0,000							
Decapodi										
<i>Alpheus glaber</i>		0,056	0,184							
<i>Ebalia deshayesi</i>		0,002			0,003	0,023		0,003		0,015
<i>Eurynome</i> sp				0,000				0,008		
<i>Galathea</i> sp				0,031				0,011		0,012
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,003	0,003								
<i>Monodaeus couchi</i>						0,002				
Paguridae nd			0,010	0,021		0,016	0,001		0,003	
<i>Pilumnus spinifer</i>				0,048						
<i>Processa</i> sp	0,002									
<i>Solenocera membranacea</i>								0,087		
<i>Thoralus cranchi</i>				0,001						
Isopodi										
<i>Eurydice</i> sp	0,001					0,005	0,000	0,001		
<i>Gnathia</i> sp						0,000		0,000	0,000	0,000
Misidacei					0,001	0,001	0,000			
Misidiacea nd					0,001	0,000				
Ostracodi	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000
Ostracoda nd	0,000		0,000	0,003	0,000					
Tanaidacei										
<i>Apseudes latreillii</i>	0,000	0,000	0,000	0,000						
<i>Leptochelia savignyi</i>	0,000	0,000	0,000	0,000						
Echinodermi										
Asteroidei		0,256				0,344				
<i>Astropecten irregularis</i>		0,256				0,344				
Echinoidei	1,212		3,875			0,191				
<i>Brissopsis lyrifera</i>	1,212		3,875			0,191				
<i>Schizaster canaliciferus</i>						0,153				
Ofiuroidei	0,000			0,000	0,000	0,021	0,019	0,001		0,185
<i>Amphiura chiajei</i>	0,000			0,000	0,000	0,021	0,019	0,001		0,185
<i>Ophiura albida</i>								0,008		0,003
Oloturoidei										
<i>Holothuria forskali</i>										43,464
Holothuriodea nd		0,001	0,001	0,001	0,000	0,000				0,035
<i>Ocnus planci</i>				11,372				5,523		
<i>Thyone fusus</i>	0,066			0,029				0,014		
<i>Trachythyone elongata</i>					5,867	0,005				
<i>Trachythyone</i> juv								0,002		
Molluschi										
Bivalvi										
<i>Abra alba</i>		0,012								
<i>Abra prismatica</i>	0,005					0,002			0,000	
<i>Cardiomya costellata</i>				0,004						0,022
<i>Chlamys glabra</i>								0,614		
<i>Clausinella brogniartii</i>			0,447			0,718	0,391		0,687	
<i>Gari fervensis</i>								0,012		0,033
<i>Hiatella arctica</i>					0,029			0,000		0,005
<i>Lucinella divaricata</i>					0,004					
<i>Lyonsia norvegica</i>		0,015	0,010	0,061			0,445			
<i>Modiolarca subpicta</i>				0,001	0,001					
<i>Modiolula phaseolina</i>					0,009	0,005				
<i>Myrtea spinifera</i>	0,078	0,224	0,096	0,094	0,115	0,072	0,048	0,164	0,652	0,151
<i>Mysella bidentata</i>						0,001				0,002
<i>Mysia undata</i>			0,027							
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				0,002		0,011				
<i>Nucula nitidosa</i>		0,007	0,021	0,002		0,013				
<i>Phaxas adriaticus</i>			0,006		0,021	0,000	0,053		0,015	
<i>Pitar rudis</i>						0,360	0,033			
<i>Plagiocardium papillosum</i>	0,001							0,007	0,026	
<i>Saccella commutata</i>	0,026									
<i>Saccella illinica</i>								0,131		0,001
<i>Similpecten similis</i>					0,001					
<i>Tellina serrata</i>				0,065	0,181		0,003			
<i>Thyasira flexuosa</i>	0,000		0,002	0,001	0,009		0,002			
<i>Timoclea ovata</i>			0,194		0,089	0,284		0,480	0,931	0,721
Caudofoveati										
<i>Caudofoveata</i> nd	0,010	0,006	0,005	0,017	0,007	0,014	0,014	0,014	0,006	0,034

Tab. 3-XXIX – Continuo.

Stazioni	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Gastropodi										
<i>Acteon tornatilis</i>	0,001									
<i>Bittium</i> sp										0,007
<i>Calliostoma granulatum</i>								0,016		
<i>Calyptrea chinensis</i>					0,011	0,031		0,023	0,011	
<i>Cylichna cylindracea</i>	0,009			0,029	0,013			0,017	0,000	0,018
<i>Mangella coarctata</i>	0,000				0,022	0,008	0,001	0,061	0,008	0,039
<i>Melanella polita</i>	0,001	0,000		0,010				0,002	0,005	
<i>Nudibranchia</i> nd		0,088								
<i>Polinices nitida</i>	0,001	0,001	0,005							
<i>Trophonopsis muricatus</i>				0,005						
<i>Turritella communis</i>	0,380	0,031	0,032	0,090	0,000	0,026	0,275	0,005		0,099
<i>Anthalis inaequicostata</i>	0,188	0,110	0,063		0,385			0,283	0,099	0,234
Scafopodi										
Nemertini										
Nemertea nd	0,003	0,003	0,004	0,000	0,003	0,002	0,007	0,022	0,004	0,006
Pantopodi										
Picnogonidi					0,000			0,000		
Policheti										
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,006	0,007	0,006	0,005	0,016	0,007	0,005	0,010	0,007	0,012
Ampharetidae nd	0,005	0,001		0,003	0,002	0,005		0,001	0,004	0,006
<i>Amphicteis gunneri</i>	0,000		0,008	0,005	0,005		0,003			0,002
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>				0,000						
<i>Aphelocheata filiformis</i>	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002
<i>Aphelocheata marioni</i>	0,000	0,000			0,001	0,000	0,000		0,000	0,000
Aphroditidae nd					0,000					
<i>Aponuphis brementi</i>	0,069	0,030	0,023	0,075	0,005	0,079	0,038	0,010	0,029	0,016
<i>Arabella geniculata</i>		0,011	0,021							
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,001	0,005	0,006		0,001	0,002	0,001	0,007	0,000	0,011
Cirratulidae nd		0,003		0,009						
<i>Ditrupe arietina</i>	0,018	0,085	0,411	0,023	0,056	0,006	0,028			
<i>Driloneis filium</i>		0,007		0,013		0,025	0,003			0,003
<i>Eunice vittata</i>	0,007	0,005			0,001				0,057	0,001
<i>Filograna</i> sp				0,020						
Fiabelligeridae nd	0,001	0,031	0,001		0,002	0,001	0,001	0,000		0,000
<i>Glycera rouxii</i>	0,149	0,152	0,249	0,074	0,048	0,306	0,073	0,206	0,010	0,161
<i>Goniada maculata</i>	0,009	0,011	0,015	0,019	0,008	0,007	0,006	0,006	0,008	0,012
<i>Hamothoe</i> sp	0,000	0,000	0,001			0,000	0,000			0,000
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	0,001				0,001	0,003	0,000	0,011	0,254	0,001
<i>Hydroides norvegicus</i>					0,000					
<i>Labiolenira yhleni</i>	0,004				0,003		0,000			
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,002	0,002	0,010	0,005	0,006	0,002	0,003	0,003	0,001	0,005
<i>Macroclymene santanderensis</i>	0,009	0,001	0,001	0,000	0,001	0,009	0,003			0,013
<i>Magelona alleni</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,001
Maldanidae nd	0,002	0,000	0,005	0,002	0,000		0,016	0,001		0,004
<i>Malmgreniella lunulata</i>				0,029						
<i>Marphysa bellii</i>			0,001			0,001				
<i>Melinna palmata</i>			0,001	0,001		0,000				0,003
<i>Minuspio cimifera</i>	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000
<i>Nematoneis unicomis</i>	0,001			0,002	0,003	0,001	0,002	0,008		
<i>Nephtys hombergi</i>	0,008				0,083					
<i>Nephtys hystrix</i>	0,313	0,076	0,051	0,003		0,011	0,031	0,000	0,108	0,489
Nereididae nd	0,000				0,003	0,000			0,000	0,000
<i>Ninoe</i> sp				0,008						0,001
<i>Nothria conchilega</i>	0,000	0,001	0,003		0,013	0,010		0,005	0,016	0,004
<i>Notomastus aberans</i>					0,021			0,060		
<i>Ophelia cilindricaudata</i>	0,000	0,000		0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,001	0,003
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	0,000			0,000						
<i>Owenia fusiformis</i>	0,005	0,001	0,000	0,005	0,009	0,016	0,010	0,003	0,000	0,014
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,002	0,001	0,000	0,003	0,000	0,001	0,002	0,004	0,002	0,001
Paraonidae nd	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,002	0,000	0,004	0,001
<i>Pectinaria koreni</i>	0,000			0,004		0,002	0,001	0,000		
<i>Phyllococe lineata</i>			0,000							
<i>Phyllococe</i> sp					0,000	0,000	0,001			
Phyllococidae nd					0,000					
<i>Phylo foetida</i>	0,001		0,084							
<i>Pista cristata</i>		0,000			0,003	0,001		0,001		0,039
<i>Pomatoceros triquetter</i>				0,001						
<i>Prionospio</i> sp	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,008	0,008	0,001	0,003	0,005
Sabellidae nd	0,002	0,004	0,003	0,003	0,001	0,005	0,014	0,001	0,001	0,042
<i>Scalibregma inflatum</i>			0,001							
<i>Scoletoma impatiens</i>	0,004	0,000	0,002	0,000	0,006	0,000	0,006	0,000	0,002	0,007
<i>Serpula vermicularis</i>				0,000			0,000			
<i>Sigambra tentaculata</i>		0,004		0,000	0,000			0,000		
<i>Spiophanes bombyx</i>			0,001							
<i>Sthenelais boa</i>	0,000	0,001	0,005	0,000	0,000	0,000	0,029			0,002
Syllidae juv			0,000	0,000	0,000		0,000	0,000		0,000
<i>Syllis</i> sp	0,002	0,000	0,000		0,001	0,001	0,002	0,018	0,002	0,007
Terebellidae nd	0,005	0,001		0,003	0,003	0,006	0,002	0,001		0,009
<i>Terebellides stroemi</i>	0,002	0,000		0,001	0,001	0,006		0,002	0,000	0,002
Sipunculidi										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,058	0,007	0,017	0,040	0,002	0,048	0,037	0,403	0,098	0,259
Sipuncula nd	0,006	0,004	0,012	0,009	0,001	0,004	0,009	0,012	0,012	0,003
Tunicati										
Ascidiacei										
<i>Ascidia mentula</i>				1,681						
<i>Phallusia mammillata</i>				4,484						
BIOMASSA TOTALE	2,728	1,278	5,959	123,744	7,606	2,999	1,767	12,592	25,807	63,580
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE	73	65	66	85	81	76	58	73	54	70

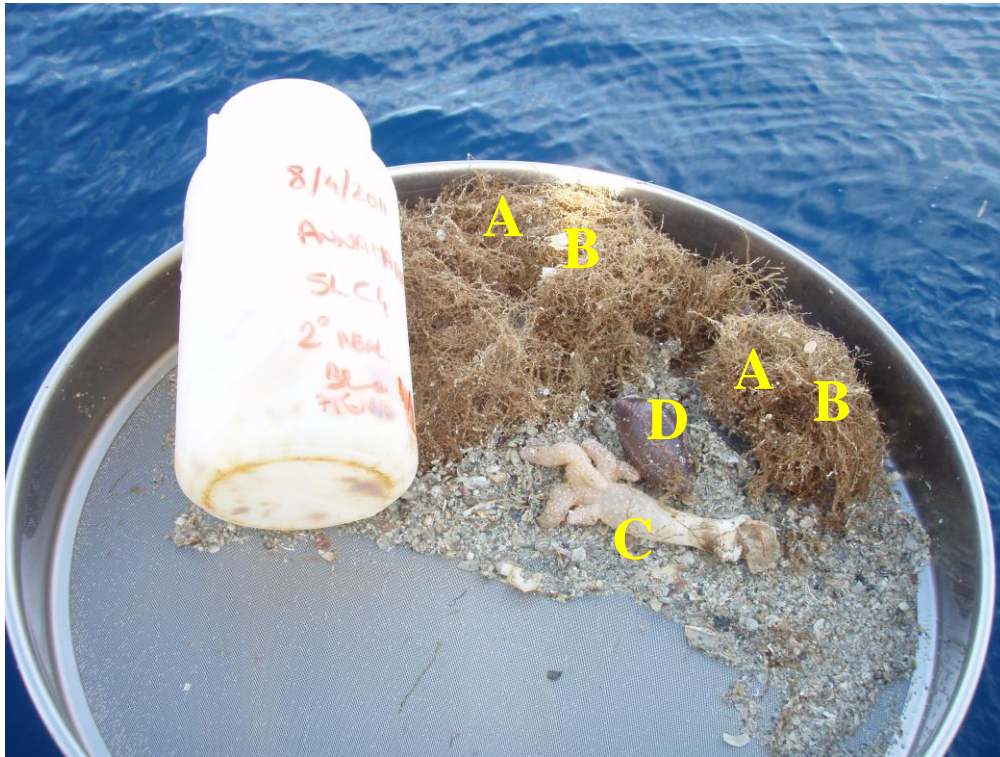


Fig. 3.13 – Inverno 2011. II replica prelevata presso C4. A e B = *Amathia semiconvoluta* e *Cellaria salicornioides*; C = *Alcyonum palmatum*; D = *Ocnus planci*.



Fig. 3.14 – Estate 2011. IV replica prelevata presso C4. Le frecce rosse indicano gli esemplari di *Ascidia mentula*, quelle gialle l'elevata quantità di *Amathia semiconvoluta*.

Tab. 3-XXX – Lista e biomassa (gr. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nel IV survey condotto dopo la posa del sea-line (estate 2011). Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. * = P<0,001 gr.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Briozoi												
	<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd	0,022	0,020	0,123	422,944	71,149	16,112		0,087	3,938	0,034
	Briozoa nd			0,067								
	<i>Cellaria salicomnioides</i>	Mixt				3,518	0,258					
Cnidari												
Antozoi												
	Actiniaria nd						0,002					
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE				0,846	11,592		10,180	6,556	0,014	6,738
	<i>Epizoanthus</i> sp			0,006		0,010	0,003	0,018				
	Madreporaria nd							0,535				
	Idrozoa nd									0,003		
Crostacei												
Anfipodi												
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,002	0,007	0,009		0,005	0,010	0,003	0,003	0,026	0,006
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC								0,003		
	Amphipoda nd							*				
	<i>Caprella andreae</i>	Lre						*				
	<i>Caprella rapax</i>	AP									0,003	
	<i>Caprella</i> sp					0,002	0,007	0,002	*	*		
	<i>Corophium</i> sp					0,001	0,001	*			*	
	<i>Deflexilodes gibbosus</i>	HP			0,001							
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	Sd									*	
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC							0,011			
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC					*	*	*			
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	*				0,001		0,001		0,002	0,002
	<i>Iphimedia</i> sp					0,003		0,007			*	
	<i>Lysianassa</i> sp					0,063	0,076	0,047		0,002	0,053	*
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC					*			0,001		
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE	*				*	*		*		*
	<i>Orchomele grimaldii</i>	VTC		*		*				0,001	*	
	<i>Periculodes longimanus</i>	SFBC		*	0,001		*	*	*	*	0,001	*
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	*
	<i>Phtisica marina</i>	Lre		0,001	0,001	*	0,001	0,001	*	0,001	*	*
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre		0,001		0,001	*			*	*	*
	<i>Stenothoe</i> sp				*					*	*	*
	<i>Synchelidium haplocheles</i>	Mixt								*	0,002	*
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab		*	0,001	0,001	0,011	0,008	*	0,002	*	*
	Copepoda nd		0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,002	*	*	*	0,001
Cumacei												
	Cumacea nd		0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002	*	0,001	0,001	0,004
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	*	0,001			0,001	0,001	*	*	0,004	0,001
	<i>Anapagurus</i> sp		*				0,004			*	*	*
Decapodi												
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	*									0,007
	<i>Distolambrus maltzani</i>	Lim					0,006					
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC		0,011			0,037	0,001				0,004
	<i>Ebalia edwardsii</i>	DC								0,001		
	<i>Eurynome aspera</i>	DC				0,040	0,081					
	<i>Eurynome</i> sp						0,029					
	<i>Galathea</i> sp					0,217	0,218	0,015			0,029	0,003
	<i>Liocarcinus corrugatus</i>	Sd					0,293	0,018				
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab	0,028					0,019		0,018	0,013	
	Paguridae nd							*				
	<i>Processa</i> sp						0,018					
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB				0,017	0,065				0,003	
Isopodi												
	<i>Eurydice</i> sp						0,016				*	
	<i>Gnathia</i> sp			*	*	*	*	*	*	*	0,000	
Misidacei												
	Misidiacea nd		0,011			0,006	0,033	0,028	0,005	0,007	0,043	0,010
Ostracodi												
	Ostracoda nd		0,000		0,001		0,004	0,004		0,001	0,002	0,001
Stomatopodi												
	<i>Squilla mantis</i>	Lim										0,040
Tanaidacei												
	<i>Apeudes latreillii</i>	Minut	0,000	*	0,001	*		0,004	0,006	*	0,004	0,001
	<i>Leptochelia savignyi</i>	C	0,000	*	*	0,000	*	*	*	*	*	0,000
Echinodermi												
Asteroidei												
	<i>Astropecten irregularis</i>	DC	0,365									
	<i>Astropecten spinulosus</i>	HP		0,008	0,001		0,001	0,003		0,001	0,008	
Ofiuroidei												
	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC		*	0,001	0,003	0,039	0,001	*	*		0,001
	<i>Ophiura albida</i>	DC	0,015	0,002	0,003	0,001	0,002	0,006	0,005	*	0,021	0,001
Oloturoidei												
	Holothuriodea nd			0,001								
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC		0,006	0,008		0,003	*	0,006	0,001		
	<i>Thyone fusus</i>	DE			0,001			0,005	0,006			
	<i>Trachythone tergestina</i>	VTC	0,001				0,004		0,006			
Molluschi												
Bivalvi												
	<i>Abra prismatica</i>	DC	0,006		0,016		*	0,002	0,003	0,008		0,001
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre				0,270	0,002	*			0,001	
	<i>Azorinus chamassolen</i>	Mixt								0,049		
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL	0,003		0,008	0,005	0,001		0,011		0,006	
	<i>Chlamys varia</i>	DC						0,014				
	<i>Clausinella brogniartii</i>	SGCF		0,005					1,185	0,618		1,015
	<i>Corbula gibba</i>	MI	0,001		*	0,002		0,008			0,001	0,003
	<i>Cuspidaria rostrata</i>	DL							0,007			
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd			0,003	0,008	0,001					
	<i>Hiatella rugosa</i>	Sd			0,003	0,172	0,008	0,070	0,001	*	0,001	0,002
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC				0,001	0,001					
	<i>Laevicardium crassum</i>	SGCF			0,005						0,031	
	<i>Limaria hians</i>	DC					0,002					
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC					0,005		*	*	0,001	
	<i>Lyonsia norvegica</i>	Mixt									0,116	
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP				0,011	0,009	*	*		0,002	*
	<i>Modiolula phaseolina</i>	DC				6,813	0,145					*

Tab. 3-XXX – Continuo.

Stazioni		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Molluschi												
Bivalvi	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	0,204	0,277	0,262	0,047	0,202	0,164	0,202	0,152	0,132	0,122
	<i>Mysia undata</i>	Mixt	0,149	0,001	0,022		0,013		0,009			
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,003	0,002			0,022			0,030		0,001
	<i>Pandora pinna</i>	Lim									0,034	
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt	0,001	0,006	0,013		0,006	0,009	0,003	*	0,009	0,001
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab	0,028	0,002	0,005	0,017	0,068	0,019	0,009	0,017	0,030	0,009
	<i>Pitar rudis</i>	DC		0,012								
	<i>Saccula commutata</i>	Mixt									0,062	
	<i>Similipecten similis</i>	Sm			0,002							0,002
	<i>Tellina balaustina</i>	Mixt	0,498									
	<i>Tellina distorta</i>	MI						0,030				
	<i>Tellina serrata</i>	DE	0,216	0,006					0,250	0,117		
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	0,003		0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	*		*
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	*	0,001	0,004		0,023	0,037	0,001		0,001	0,004
Caudofoveati	<i>Falcidens guttuosus</i>	Lim	0,003	0,011	0,026	0,016	0,007	0,028	0,024	0,010	0,014	0,013
	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre			0,003	0,005	0,010					*
Gasteropodi	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC		0,007	0,006	0,003	0,001	0,002	0,008	0,004		0,002
	<i>Eulima bilineata</i>	MO						0,003				
	<i>Fusinus rostratus</i>	Lim								0,165		
	<i>Mangella coarctata</i>	Sm	0,002				0,012	0,008				
	<i>Melanella polita</i>	DC					0,002					
	<i>Nudibranchia nd</i>		*				0,152	0,002	*	0,002	0,002	*
	<i>Odostomia sp</i>		*									
	<i>Philine aperta</i>	VTC	*									
	<i>Polinices nitida</i>	Sab	*					0,009				
	<i>Pseudotorinia architae</i>	DC			0,037							
	<i>Trophonopsis muricatus</i>	Sd						0,011				
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,458	0,281	0,077	0,007	0,003		0,017	0,078	0,011	0,161
	<i>Anthalis inaequicostata</i>	VTC	0,094		0,290				0,221	0,193	0,182	
	Scafopodi											
Nemertini												
	<i>Nemertea nd</i>		*	0,011	0,001	0,003	0,008	0,022	0,020	0,076	0,023	0,003
Pantopodi												
Picnogonidi	<i>Pycnogonida nd</i>		*	*	*	*	0,001	*	*	*		*
Policheti												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,017	0,018	0,016	0,012	0,016	0,010	0,007	0,036	0,031	0,021
	<i>Ampharetidae nd</i>		0,002	0,013	0,009	0,013	0,001	0,004	0,006	0,007	0,007	0,009
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	0,001	0,002			0,002	0,002	0,001		0,002	0,001
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	*									
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	0,001	0,002	0,002	0,002	0,006	0,008	0,003	0,004	0,005	0,004
	<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	0,001	*	0,002		*	*	0,005	0,003	0,002	0,002
	<i>Aphrodita aculeata</i>	VTC				2,287						
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,034	0,060	0,066	0,010	0,029	0,044	0,038	0,029	0,014	0,016
	<i>Arabella geniculata</i>	Glar			0,002							
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,002		0,001	0,003	*	0,002	0,005	0,002	0,003	0,005
	<i>Chirimia biceps</i>	MO	0,005						*			
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI	0,271	0,216	1,656	1,948	0,346	0,242	0,170		0,015	
	<i>Dilonereis filum</i>	Lim		0,020								
	<i>Eunice vittata</i>	Lre										0,004
	<i>Flabelligeridae nd</i>		0,001	0,001	*	*	0,011	0,002	0,011	0,004	0,004	*
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,272	0,079	0,059	0,036	0,052	0,152	0,018	0,364	0,277	0,106
	<i>Glycera sp</i>					0,018						
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	0,076	0,004	0,013	0,003	0,004	0,014	0,001	0,009	0,001	0,003
	<i>Harmothoe sp</i>				*	0,182	0,101	0,006	0,006	0,006	0,022	0,001
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	0,004	0,002	0,005	0,001	*	0,005	*	0,001		0,001
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd				0,008	0,001	0,001				
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO									*	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,017	0,004	0,006	0,002	0,005	0,004	0,044	0,004	0,011	0,002
	<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab	0,023	0,003	*	0,029	0,023	0,023	0,007	0,007	0,014	0,021
	<i>Magelona allenii</i>	VTC	0,001	0,002	0,001	*	0,001	0,001	0,002	0,001	*	*
	<i>Maldanidae nd</i>		0,009	0,017	0,047	0,001	0,003	0,017	0,009	0,022	0,014	0,006
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	*					*				0,001
	<i>Melinna palmata</i>	Minut			0,006	*	*	*		0,002	0,001	0,001
	<i>Micronephrys sphaerocirrata</i>	Sab toll			*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Minuspio cimifera</i>	MO	0,003	0,003	0,005	0,003	0,004	0,006	0,002	0,012	0,004	0,002
	<i>Nematonereis unicomis</i>	Mixt						*			0,001	*
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	0,211		0,215	0,016	0,002	0,034	0,069	0,063	0,363	*
	<i>Nereididae nd</i>		*		*	*	*	0,001	*	*	*	0,002
	<i>Nothria conchilega</i>	Sab	0,008	0,002	0,006	0,001	0,001	0,008	*	0,011	*	0,001
	<i>Notomastus aberans</i>	MO				0,222						
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	0,001	0,001	0,001	0,002	*	*	0,001	0,001	*	0,001
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	*		*	0,001	*	*		0,003	*	*
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	0,018	0,003	0,031	0,031	0,017	0,025	0,002	0,027	0,026	0,013
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,002	0,001	0,003	*	0,006	0,002	0,003	0,004	0,001	0,001
	<i>Paraonide nd</i>		0,002	0,001	0,003	0,002	*	0,001	0,003	0,002	0,003	0,001
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	*	0,001	0,007	0,003	0,002	0,005	0,011		0,010	0,001
	<i>Phyllodoce lineata</i>	Sm									0,020	
<i>Phyllodoce sp</i>		*			*	0,004	*			0,002	*	
<i>Phyllocecididae nd</i>		0,007	0,012	0,001	0,006	*	*	*	0,034	*	*	
<i>Pista brevisbranchia</i>	Lim	0,022		0,001	0,001		0,003	*	*	*		
<i>Pista cristata</i>	Lim		*	0,008	0,001	0,038	0,001	*				
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC						*	*		*		
<i>Polydora ciliata</i>	SFBC			*								
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd				0,004	0,003				0,002		
<i>Praxillella gracilis</i>	Lim			0,002								
<i>Prionospio sp</i>		0,006	0,001	0,001	0,004	0,004	0,007	0,004	0,011	0,005	0,002	
<i>Prionospio steenstrupi</i>	Lre						*	0,003	0,002	*	0,001	

Tab. 3-XXX – Continuo.

Stazioni	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	926	926	926
Policheti											
<i>Sabella pavonina</i>	Lre						0,009				
Sabellariidae nd			0,002								
Sabellidae nd		0,033	0,026	0,034	0,047	0,028	0,025	0,027	0,047	0,047	0,022
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	0,002	0,003	0,002	0,002	0,007	0,006	0,011	0,011	0,022	0,001
<i>Serpula vermicularis</i>	AP				0,002	0,002					
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt								*		
Sphaerodoridae nd		*			*		*				
Spionidae nd					0,081	0,001					
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	*	*	*	0,001	0,005	0,001	*			0,001
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC		0,001								
<i>Sthenelais boa</i>	Lim					0,001	0,011				
Syllidae juv		*	*	*	*	*	*		*	*	*
<i>Syllis paraparī</i>	SFBC		*	0,002	0,001	0,001	0,003		*	0,001	
<i>Syllis sp</i>			*	0,008	0,059	*	0,003	0,001	*	0,003	
Terebellidae nd		0,002	0,001	0,004		0,003	0,042	0,003	0,002	0,069	0,007
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,006	0,007	*	0,001	0,014	0,003	0,007	0,009	0,011	0,042
Poriferi											
Porifera nd					0,018	0,127	0,013				
Sipunculidi											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	0,024	0,012	0,039	0,115	0,082	0,067	0,004	0,009	0,094	0,019
<i>Phascolion strombus</i>	Lre				0,001						
Sipuncula nd		0,005	0,007	0,009	0,007	0,008	0,013	0,010	0,016	0,008	0,004
Tunicati											
Ascidieci											
<i>Ascidia mentula</i>	Lre				14,259						
<i>Ascidia virginea</i>	Lre									2,106	
BIOMASSA TOTALE		3,205	1,284	3,211	454,503	85,606	18,340	12,491	8,977	8,050	8,519
RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE		82	74	85	92	113	106	84	88	94	83

3.3.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

I popolamenti rinvenuti in tutti i monitoraggi sono risultati costituiti quasi esclusivamente da taxa di fondo mobile rappresentati soprattutto da organismi limicoli (Lim) e misticoli (Mixt; Tab. 3-XXXIa), nonostante la sabbia abbia costituito la frazione granulometrica preponderante sempre e ovunque (vedi Cap. 3.1.1). Solo nell'ultimo monitoraggio i sabulicoli hanno costituito il II gruppo dopo i limicoli in alcuni siti del transetto (C2, C3, C4 e C6) e ai controlli, con un numero di specie uguale o superiore a quello dei misticoli, e hanno raggiunto ovunque (eccetto in C1 e C7) il più alto numero di specie dell'intero periodo di indagine, nonostante granulometricamente non si sia registrato un corrispondente aumento della sabbia. A parte gli indicatori della presenza di materia organica nei sedimenti (MO), che ovunque hanno rappresentato il III o IV gruppo come numero di specie, tutti gli altri raggruppamenti ecologici sono apparsi marginali, eccetto gli organismi di substrato duro e quelli a larga ripartizione ecologica soprattutto in C4, C5, C6 e K7.

In termini di numero di individui (Tab. 3-XXXIb) invece, è da evidenziare innanzitutto il fortissimo incremento nell'inverno 2010 degli organismi caratteristici della Biocenosi dei fondi mobili instabili (MI), alla quale afferisce *D. arietina*, sia nel sito del sea-line (C4), dove nel pre-survey dominavano gli MO, sia lungo il transetto da C1 a C5. Gli organismi MI sono rimasti dominanti anche nell'estate seguente lungo il transetto con la sola eccezione di C5. A differenza della maggior parte delle stazioni del transetto, nel primo anno post lavori ai controlli erano apparsi dominanti gli MO. Nei due survey del 2011 MI o MO sono risultate le Biocenosi più numerose ovunque con le sole eccezioni di C1 e C5 in inverno e di K7 in entrambe le stagioni in cui hanno prevalso i limicoli.

Tab. 3-XXXI – Affinità bionomica dei taxa determinati a livello di specie rinvenuti nel corso del pre-survey (PS) e dei quattro monitoraggi condotti dopo la fine dei lavori di posa in opera del sea-line (PL) in termini di numero di specie (a) e di individui (b). In giallo sono indicati i gruppi più importanti. Per la spiegazione degli acronimi delle Biocenosi consultare la Tab. 3-XXI.

a)

		C1				C2				C3				C4 (SL)				C5				C6				C7											
		PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	
Substrato mobile	Non riportato in letteratura (Sm)	2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2					1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1
	Limicolo (Lim, VTC, VB)	19	11	17	20		14	17	17	16		17	15	17	17		9	12	11	16	18	13	17	16	22		13	14	18	20		14	18	13	19		
	Sabulicolo (Sab, SFBC)	10	12	11	11		8	9	6	11		5	8	8	14	4	6	9	9	12		8	10	9	15		9	10	7	15		12	14	5	12		
	Misticolo (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	12	14	10	13		11	13	8	11		7	12	8	11	6	12	8	12	9		7	7	10	16		11	14	7	11		13	10	9	15		
	Glareicolo								1	1				1	1																	1					
	Indicatore di fondi mobili instabili (MI)	1	1	1	2		1	2	1	1		2	2	1	2	1	2	1	1	2		1	1	1	1		2	1	1	3		2	2	1	1		
Minuticolo		2	1	1			2		1				2	2				1	2	1			1	2	1			1	1	1			1	1	1		
Indicatore di materia organica (MO)	8	7	8	9		7	7	8	8		6	7	6	8	7	8	6	7	8		8	6	9	8		7	5	8	9		7	7	7	9			
Substrato duro (Sd, AP, C)		4	3	1	2		3	2	1	3		4	3	1	6		1	3	7	8		1	4	3	11		2	3		8		2	3	1	3		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		3	8	1	1		3	4	2	3		2	4	1	3		2	1	5	3	6	4	4	4	5		2	5	4	6		2	4	1	3		

		K5				K6 (SLK1)				K7						
		PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
Substrato mobile	Non riportato in letteratura (Sm)	2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Limicolo (Lim, VTC, VB)	12	17	13	18		10	15	21	10	16	15	15	17	17	
	Sabulicolo (Sab, SFBC)	7	9	5	15		7	10	10	6	13	10	11	6	12	
	Misticolo (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	12	14	13	14		10	15	14	8	11	10	13	8	12	
	Glareicolo			1												
	Indicatore di fondi mobili instabili (MI)	2	1				1	2			2	2	3		1	
Minuticolo	1	1		1			1		2		2	2	1	2		
Indicatore di materia organica (MO)	9	7	8	8		8	7	8	9		8	7	8	8		
Substrato duro (Sd, AP, C)		1	3	1	4		6	4		8		3	1	1	4	
Larga ripartizione ecologica (Lre)		3	4	5	3		1	5	4	3	5	2	4	4	5	

b)

		C1				C2				C3				C4 (SL)				C5				C6				C7											
		PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	
Substrato mobile	Non riportato in letteratura (Sm)	1,01	0,51	0,25	1,52		0,67	2,86				2,00	1,01	0,51	0,51	0,67	2,00						0,67	2,67	1,33	1,52		5,01	0,67	1,01	1,33		2,67		0,33		
	Limicolo (Lim, VTC, VB)	49,88	28,28	41,79	79,36		39,74	38,49	24,33	73,19		39,33	35,35	30,81	95,55	20,20	20,67	30,67	23,10	70,87		40,59	35,33	21,19	62,81		44,95	31,56	32,63	84,14		28,00	37,56	23,33	56,12		
	Sabulicolo (Sab, SFBC)	12,24	19,70	12,09	8,18		18,53	14,64	8,00	10,36		10,67	12,12	12,63	35,67	2,34	13,33	25,33	14,74	29,80		14,91	35,33	10,17	12,71		20,22	18,32	13,96	32,91		19,33	23,37	9,00	9,54		
	Misticolo (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	25,94	29,29	8,18	16,07		26,87	24,37	5,00	23,06		12,00	26,77	7,32	28,18	14,36	22,67	21,33	9,18	173,01		17,54	15,33	9,17	41,88		36,57	23,68	12,62	44,99		25,33	24,87	12,67	16,78		
	Glareicolo								0,33					0,25	0,51												0,67										
	Indicatore di fondi mobili instabili (MI)	209,96	153,03	6,33	55,94		289,41	129,24	16,67	50,77		188,67	130,81	119,19	233,56	0,67	180,00	228,00	12,04	230,69		112,38	19,33	17,21	95,49		23,54	330,59	8,24	76,22		3,33	157,86	29,33	31,08		
Minuticolo		1,52	0,67	0,33			1,34		2,84				0,76	2,69			4,67	1,68	0,67			0,33					1,84	0,33	2,34			0,83		2,52			
Indicatore di materia organica (MO)	50,44	47,47	36,19	83,22		57,92	47,93	27,33	78,95		42,67	55,56	36,62	122,88	25,23	46,00	36,00	23,77	73,86		53,66	50,67	20,04	77,05		75,05	34,93	36,14	104,40		58,67	47,27	23,33	63,15			
Substrato duro (Sd, AP, C)		2,85	3,54	0,33	5,53		2,34	1,01	0,33	2,72		5,33	3,03	1,52	10,38		1,33	2,67	2,68	34,32		0,67	6,00	1,33	16,44		1,33	2,53		10,04		1,33	2,67	0,33	2,52		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		8,87	6,57	1,42	0,33		5,84	6,56	1,33	6,96		3,33	8,08	0,25	11,04		3,33	2,00	8,00	1,00	38,06		7,01	9,33	2,00	15,76		5,52	8,57	2,35	10,02		2,67	6,02	0,33	3,01	

		K5				K6 (SLK1)				K7						
		PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL
Substrato mobile	Non riportato in letteratura (Sm)	6,17	0,33	3,83			4,71	0,92	1,33	0,67		3,36	0,25	5,27	0,28	
	Limicolo (Lim, VTC, VB)	43,56	20,87	28,17	63,72		15,92	48,35	18,99	35,67	52,67	34,70	9,67	42,31	47,97	
	Sabulicolo (Sab, SFBC)	22,01	11,86	16,83	27,03		7,12	28,12	13,61	11,17	18,46	12,40	9,26	34,52	12,16	
	Misticolo (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	25,04	14,36	18,00	15,94		9,39	25,62	13,58	13,50	33,54	17,27	8,84	11,39	11,44	
	Glareicolo			1,33												
	Indicatore di fondi mobili instabili (MI)	2,00	0,67				0,33	2,67			1,33	0,67	0,75			0,61
Minuticolo	1,33	0,33		0,67			0,67		1,68			0,75	0,83	1,12		
Indicatore di materia organica (MO)	71,71	35,66	62,50	125,80		29,31	70,17	24,10	64,17	97,01	53,64	23,30	38,89	47,07		
Substrato duro (Sd, AP, C)		0,83	2,00	0,83	3,19		14,12	1,67		19,15		1,52	0,42	0,67	1,45	
Larga ripartizione ecologica (Lre)		8,00	2,76	6,67	7,21		2,01	16,80	3,76	7,83	4,69	3,52	2,51	4,83	6,08	

3.3.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati i 19 taxa principali che complessivamente hanno costituito dal 61% (4° survey post lavori) al 70% (1° post lavori) circa delle comunità, includendo i restanti nella categoria “altro” (fig. 3.15).

Nel pre-survey tutti i taxa considerati, pur essendo i principali, non erano risultati fortemente dominanti nelle due stazioni. Infatti *M. spinifera*, prima specie in entrambi i siti (accanto ad *A. mulleri* in C4), rappresentava solo il 10,1% del popolamento al controllo e il 7,1% nel sito posto lungo il tracciato della condotta sottomarina. Particolarmente importante, pertanto, era risultata la categoria “altro”, costituendo dal 30,0% (C4) al 36,0% (K6) dei popolamenti e suggerendo una buona ripartizione delle abbondanze evidenziata anche dalle curve di dominanza cumulativa (fig. 3.16).

Una situazione analoga a quella del pre-survey è stata riscontrata nel primo monitoraggio successivo all’installazione del sea-line in corrispondenza dei tre controlli e dei siti C6 e C7, dove le specie principali erano presenti percentuali non elevate; in particolare, in K5 *M. cirrifera* era risultato il primo taxon con il 9,5%, in K7 prevalevano i sipunculidi con il 10,6% mentre in K6, C6 e C7 era stata riscontrata una dominanza dei sabellidi con percentuali oscillanti tra il 7,2% (C7) e il 10,2% (K6; fig. 3.15). Nelle restanti stazioni, invece, inclusa quella del sea-line (C4), si registrava una netta dominanza di *D. arietina*, che rappresentava dal 37,5% (C5) al 58,7% (C2) dei popolamenti. Questa specie mostrava una drastica riduzione in C6 (7,3%) e C7 (1,2%). Percentuali ancora inferiori erano state riscontrate nei controlli K5 e K6, mentre in K7 non era stata affatto rinvenuta, analogamente al pre-survey. Nel tratto C1-C5 tutte le altre specie riportate in fig. 3.15 risultavano marginali e la categoria “altro” apparivano meno importante rispetto agli altri siti (dal 15,4% in C3 al 25,5% in C5).

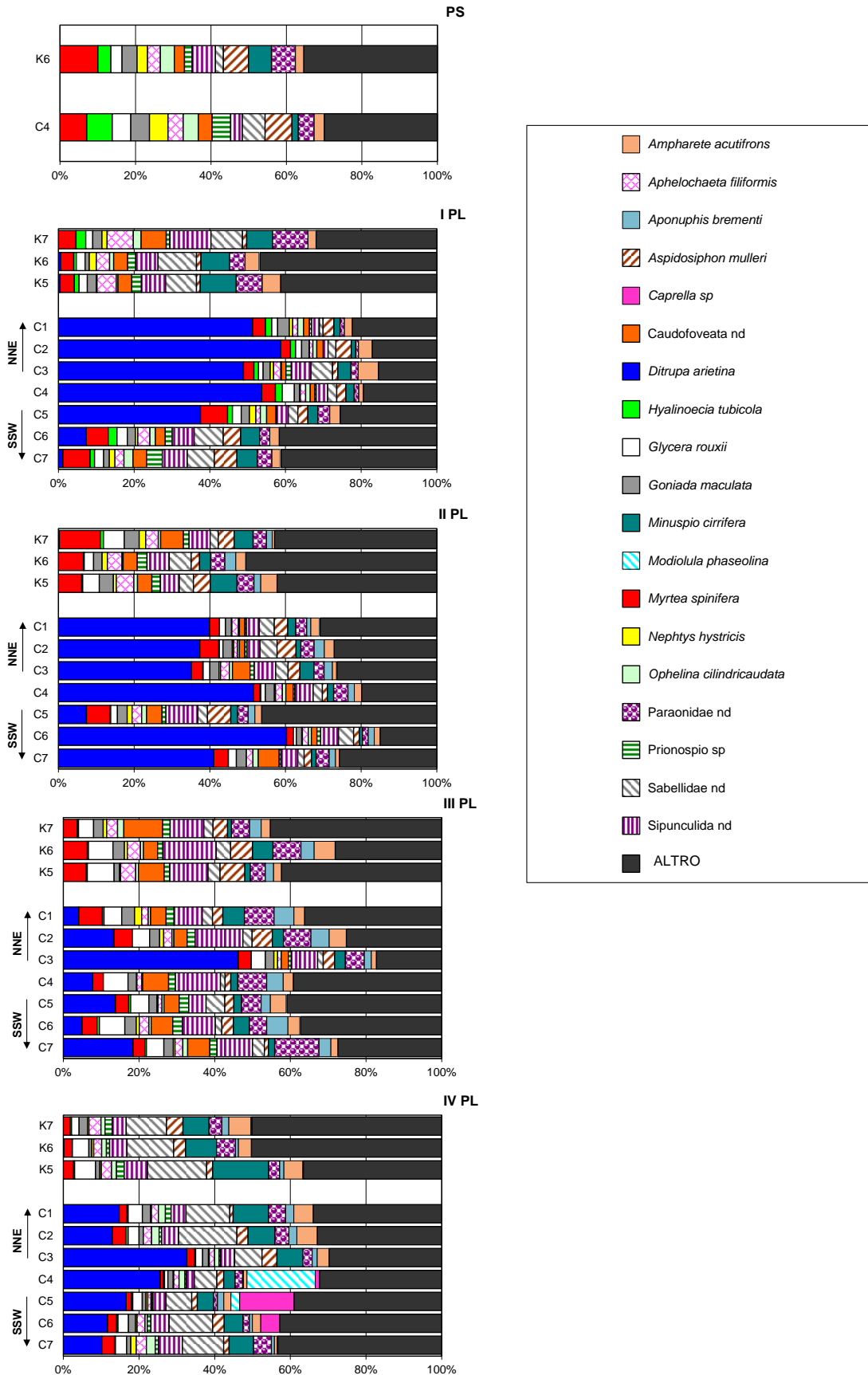


Fig. 3.15 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nel pre-survey (PS) e nei quattro campionamenti successivi alla posa in opera del sea-line (PL). C4 = sito posto sulla condotta sottomarina. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

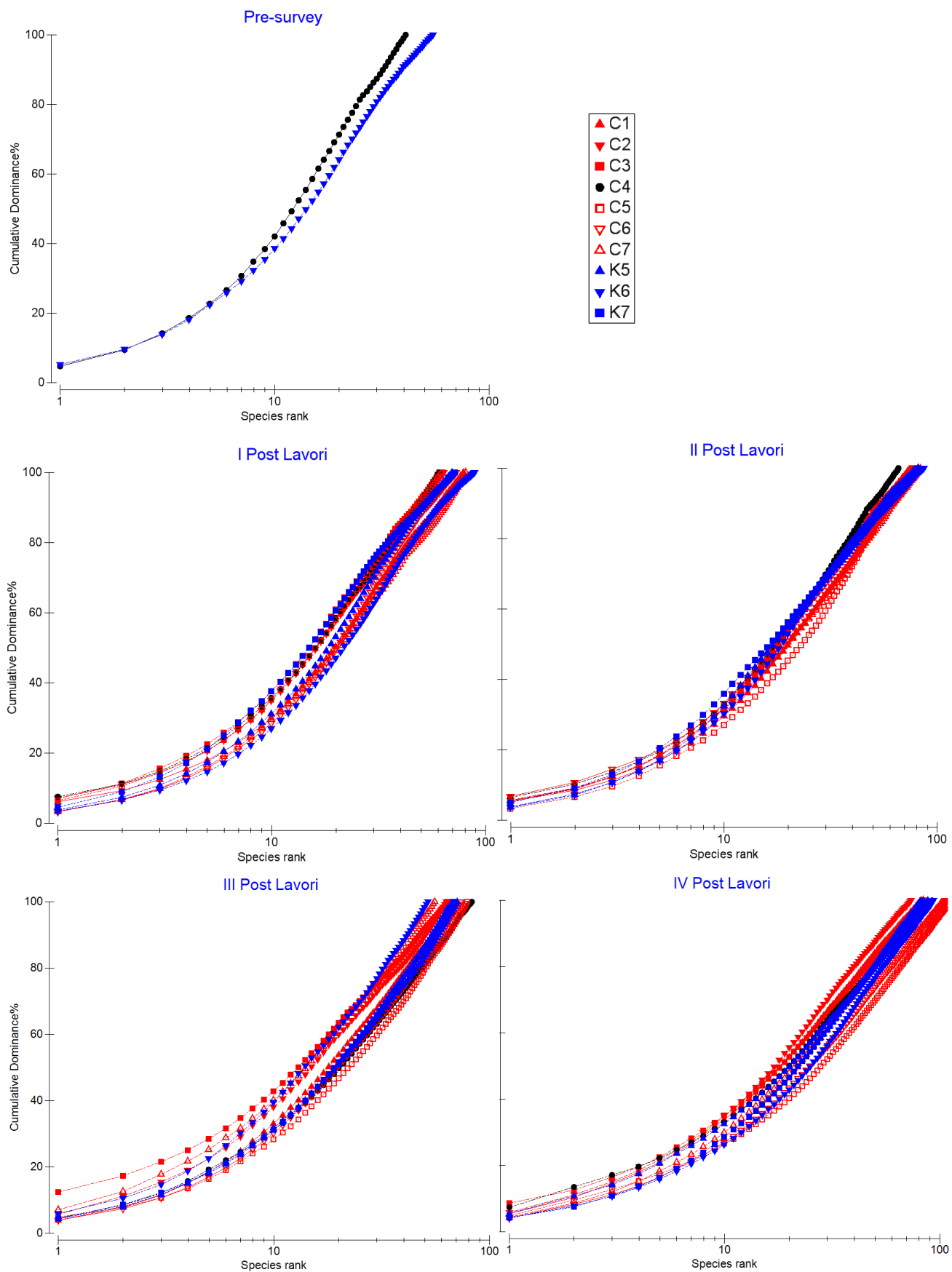


Fig. 3.16 - Curve di dominanza cumulative ottenute per il pre-survey e per i quattro monitoraggi condotti dopo la posa in opera del sea-line. C4 = sito posto sul sea-line; K5-K7 = controlli. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

Nell'estate 2010 (2° survey post lavori) era confermata la predominanza di *D. arietina* da C1 a C4, anche se con percentuali inferiori a quelle invernali essendo comprese tra 35,1% (C3) e 51,1% (C4). Questo polichete diventava prima specie anche in C6 (60,3%) e C7 (41,1%), mentre in C5 si era ridotto fortemente a vantaggio soprattutto di *Sipuncula* nd e *A. mulleri*, diventando comunque il secondo taxon in ordine di importanza (7,4%) dopo i sipunculisi (8,4%). I controlli erano caratterizzati anche in questo survey dalla mancanza di specie nettamente dominanti. Infatti, i taxa più importanti risultavano *M. cirrifera* in K5 (7,1%) e *M. spinifera* in K6 e K7 (6,6% e 10,9% rispettivamente). In ogni caso, le curve di dominanza cumulativa hanno evidenziato una buona omogeneità tra transetto e controlli anche in questa stagione (fig. 3.16).

Nell'inverno 2011 non è stata confermata la netta dominanza di *D. arietina* lungo il transetto (fig. 3.15). Infatti, questo polichete ha mantenuto un'elevata percentuale solo in C3 (46,3%), mentre nelle altre tre stazioni in cui è rimasto dominante (C2, C5 e C7) ha costituito porzioni ridotte delle comunità (13,4%; 13,8%; 18,4% rispettivamente). In C1 hanno prevalso i paraonidi con il 7,9%, valore molto simile a quello dei sipunculidi (7,5%), risultati preponderanti nelle restanti due stazioni (C6: 8,7%; C4: 11,9%) e nei controlli K5 e K6 (10,2% e 14,1% rispettivamente), sostituiti da *Caudofoveata* nd in K7 (10,2%). Comunque, le curve di dominanza cumulativa (fig. 3.16) hanno confermato una buona omogeneità tra transetto e controlli; solo il sito C3 si discosta leggermente da tutti gli altri all'origine della curva per l'elevata dominanza di *D. arietina*.

Infine, nell'estate 2011 *D. arietina* ha continuato a rappresentare la specie dominante lungo tutto il transetto eccetto in C2, dove hanno prevalso i sabellidi con il 15,4% e in C7, dove sabellidi e *D. arietina* hanno presentato percentuali molto simili (*Sabellidae* nd: 10,9%; *D. arietina*: 10,2%). Per quanto concerne *D. arietina*, la massima percentuale è stata rilevata in C3 (32,6%), sito a partire dal quale l'importanza di questa specie si è progressivamente ridotta sino a C7. Da segnalare in C4 la percentuale rappresentata dal bivalve *Modiolula phaseolina* (18,1%), risultato seconda specie in ordine di dominanza; tale specie è stata rinvenuta anche in C5 e K7, ma in modo decisamente ridotto (2,3% e 0,2% rispettivamente). Ai controlli hanno sempre prevalso i sabellidi, con percentuali oscillanti tra il 10,6% (K7) e il

15,6% (K5). Nessuna situazione particolare è stata evidenziata dalle curve di dominanza cumulativa (fig. 3.16), che hanno ancora una volta messo in risalto l'omogeneità tra i siti.

3.3.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE

Nel pre-survey erano stati rinvenuti 65 taxa di cui 34 policheti, 15 molluschi, 9 crostacei, 2 echinodermi, 2 cnidari, 2 sipunculidi e 1 nemertino (Tab. 3-XXI). Nel sito posto lungo il tracciato della condotta sottomarina erano stati censiti 41 taxa, mentre al controllo ne erano stati osservati 55 (fig. 3.17).

Nell'inverno 2010 era stata registrata complessivamente la presenza di 160 taxa, principalmente policheti (58), crostacei (42), molluschi (42) ed echinodermi (11; Tab. 3-XXII). In quel survey era stato osservato un forte arricchimento delle comunità in entrambi i siti monitorati nel pre-survey, pari al 33% in C4 e al 38% in K6, che è continuato in estate solo in C4 (fig. 3.17). Lungo il transetto il valore più basso di S (61) era stato registrato in C3 e C4. All'aumentare della distanza del sea-line si osservava un incremento graduale in entrambe le direzioni che portava a un valore di 79 in C1 e di 81 in C7. Ai controlli si riscontrava una somiglianza tra K5 e K7 (70 e 72 rispettivamente), mentre in K6 era stato registrato il massimo stagionale. Pertanto, solo i valori più alti del transetto risultavano comparabili con i controlli.

Nell'estate successiva sono stati censiti 163 taxa, anche in questo caso soprattutto policheti (56) molluschi (47), crostacei (40) ed echinodermi (9; Tab. 3-XXIII). Quella stagione è apparsa caratterizzata da un incremento generalizzato che non ha riguardato solo K6 e C7 rimasti praticamente invariati. Il trend lungo il transetto è risultato simile a quello invernale, con il minimo in corrispondenza della condotta (66) e un aumento verso le stazioni più lontane, più consistente verso NNE.

Nell'inverno 2011 sono stati individuati 159 taxa, principalmente policheti (61), molluschi (38), crostacei (35) ed echinodermi (11; Tab. 3-XXIV). Tale quantità è risultata molto simile a quella rilevata nell'inverno 2010 e leggermente inferiore a quella dell'estate dello stesso anno. Il trend ottenuto lungo C è risultato differente da quelli riscontrati nei primi due survey effettuati dopo la posa della condotta; infatti, ha presentato un decremento da C1 (71) a C2 (63) e un notevole aumento in corrispondenza della condotta (83), al quale è seguita una riduzione graduale che ha

portato, in C7, a un totale di 56 taxa (fig. 3.17). I valori maggiori sono stati raggiunti nel tratto C4-C6, risultati superiori ai controlli. Anche questi ultimi hanno presentato una certa variabilità, essendo S compresa tra 52 (K6) e 71 (K5).

Nell'ultimo monitoraggio si è infine assistito a un forte incremento (185 taxa; Tab. 3-XXV). Anche in questo caso i policheti sono risultati i più numerosi con 68 taxa, seguiti da crostacei (47), molluschi (46), echinodermi (8) e dai gruppi minori.

Lungo C il trend è risultato positivo da C2 a C5, sito in cui si è raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine (113; fig. 3.17), e negativo sino a C7 (84). Le stazioni del transetto son risultate confrontabili con i controlli ($83 \leq S \leq 94$) eccetto C5, C6 e C2, dove è stato raggiunto il minimo stagionale (74).

In tutti i siti inclusi i controlli in quest'ultima stagione sono stati raggiunti i valori più elevati dell'intero monitoraggio. Solo in C1 e C2 era stata osservata una Ricchezza specifica superiore nell'estate 2010.

I policheti hanno sempre rappresentato il gruppo principale ovunque, seguiti da molluschi e/o crostacei. Gli echinodermi, assenti solo nel controllo K6 in inverno 2011, hanno costituito il quarto gruppo in tutte le stagioni.

Dal punto di vista qualitativo i popolamenti non erano risultati omogenei nel pre-survey, essendo rappresentati per il 24% (C4) e il 42% (K6) da specie esclusive (Tab. 3-XXI). Invece, a partire dall'inverno 2010 in ciascuna stagione è stata registrata una notevole somiglianza tra le comunità rinvenute lungo il transetto e nei controlli. Infatti, nel primo survey post lavori non sono stati rinvenuti taxa esclusivi in C3, mentre altrove hanno rappresentato dal 3% (C2 e C4) al 10% (C1 e K6) dei popolamenti (Tab. 3-XXII). Nell'estate 2010 (Tab. 3-XXIII), le specie esclusive hanno costituito al massimo l'8% del popolamento in C6 (6 specie), nell'inverno 2011 (Tab. 3-XXIV) al massimo il 9% in C4 e nell'estate 2011 al massimo l'8% in C6 (Tab. 3-XXV).

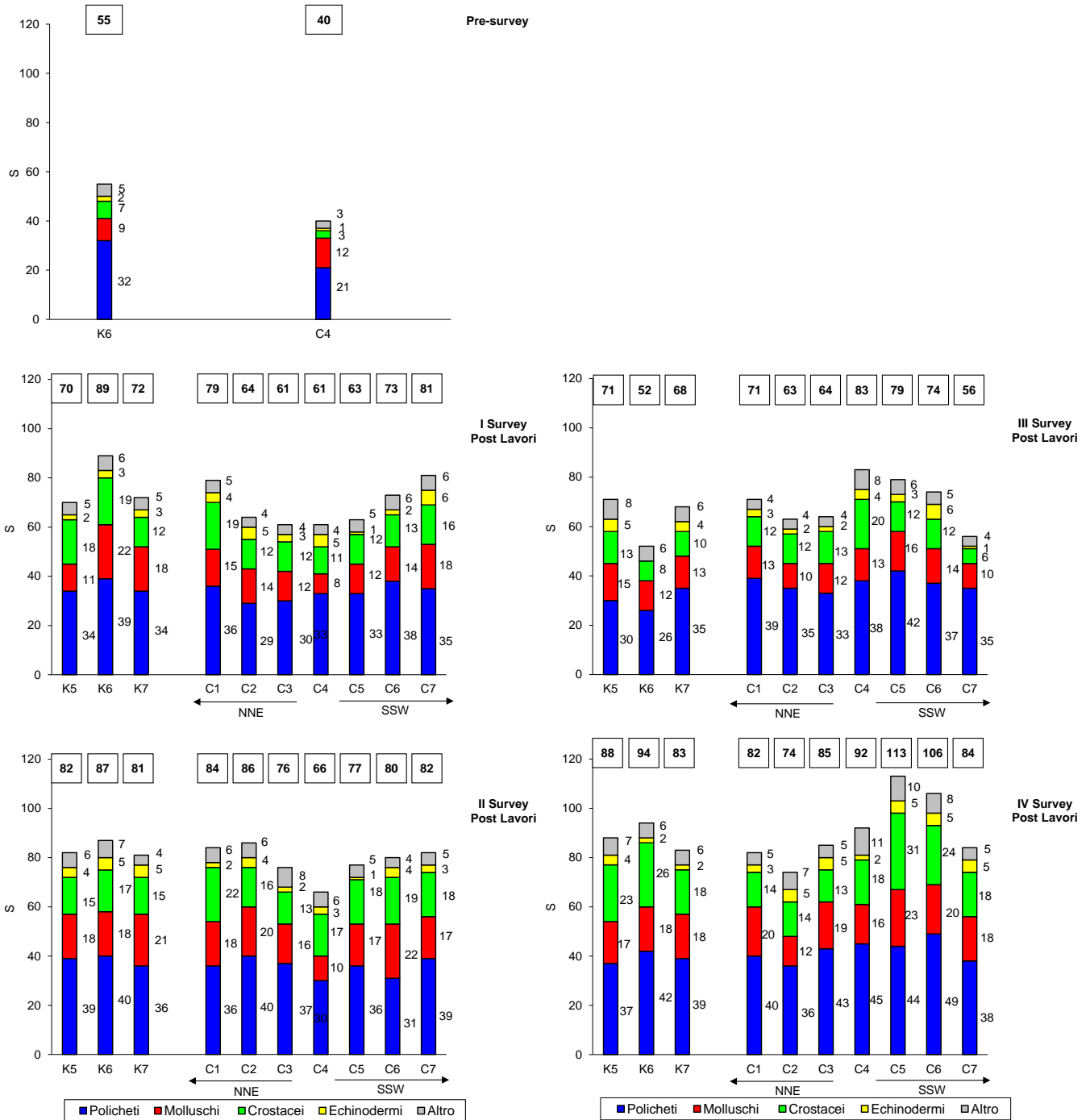


Fig. 3.17 - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nel pre-survey (PS) e nei monitoraggi successivi alla posa in opera del sea-line (PL). Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri). C4 = sea-line; K5-K7 = controlli. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

3.3.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA

Anche per la Ricchezza specifica media nell'inverno 2010 era stato registrato, rispetto al pre-survey, un notevole incremento che aveva interessato sia C4 (pre-survey: $16,7 \pm 1,9$; post lavori: $23,8 \pm 2,2$) che K6 (pre-survey: $22,5 \pm 1,5$; post lavori: $40,0 \pm 4,3$; fig. 3.18).

Lungo il transetto si osservava una buona omogeneità entro 30 m dal sea-line, dove si riscontravano i valori più bassi compresi tra $22,8 \pm 2,1$ (C3) e $26,2 \pm 2,4$ (C5). A 60 m il valore maggiore si registrava in C6 ($35,5 \pm 1,2$; C2: $30,2 \pm 1,1$), mentre i siti a 100 m apparivano confrontabili tra loro (C1: $32,5 \pm 1,7$; C7: $28,5 \pm 3,5$). Eccetto C3 e C4, tutte le altre stazioni risultavano comunque paragonabili ad almeno un controllo.

Nell'estate 2010 si sono verificati degli incrementi in C2, C3 e C5 e una riduzione in C6, mentre nelle rimanenti stazioni, inclusi i controlli, la situazione è rimasta stabile. Il transetto ha presentato una discreta omogeneità nel tratto C1-C3 ($33,0 \pm 3,2 \leq S_m \leq 36,7 \pm 2,4$) e nel tratto C5-C7 ($29,3 \pm 2,6 \leq S_m \leq 33,2 \pm 2,1$), con il minimo in C4 ($27,2 \pm 2,0$). Tutti i siti, incluso C4, sono risultati comparabili con almeno due controlli ($29,2 \pm 2,0 \leq S_m \leq 35,2 \pm 3,0$).

Nell'inverno 2011 i valori di S_m non hanno mostrato variazioni importanti nelle singole stazioni, eccetto in K6, C2 e C3 in cui si sono ridotti. E' però da rilevare che, a differenza dell'estate precedente, il sito in corrispondenza del sea-line (C4) è diventato confrontabile con la maggior parte delle altre stazioni. Lungo il transetto S_m è oscillata tra $24,50 \pm 0,99$ (C3) e $31,33 \pm 1,82$ (C6). L'andamento è apparso caratterizzato da un decremento in C2, un aumento da C3 a C4 e un successivo decremento in C7, risultato comunque confrontabile con C2, C4 e C5. Nei controlli l'indice è variato tra $21,50 \pm 1,06$ (K6) e $27,17 \pm 1,35$ (K7), quest'ultimo risultato molto simile a K5. K5 e/o K7 sono risultati comparabili anche con le stazioni del transetto eccetto C1 e C6.

Analogamente all'estate 2010, anche in quella del 2011 il minimo ($34,5 \pm 2,3$) è stato riscontrato in C4, comunque comparabile con C2 ($36,8 \pm 3,0$), C3 ($42,0 \pm 4,8$) e con i controlli K5 e K7 ($38,5 \pm 2,6$ e $37,8 \pm 2,5$ rispettivamente). A partire dal sea-line S_m è aumentata a 30 m in entrambe le direzioni per mantenersi poi pressoché costante nonostante alcune oscillazioni. Tutti i siti del transetto sono risultati confrontabili con almeno un controllo.

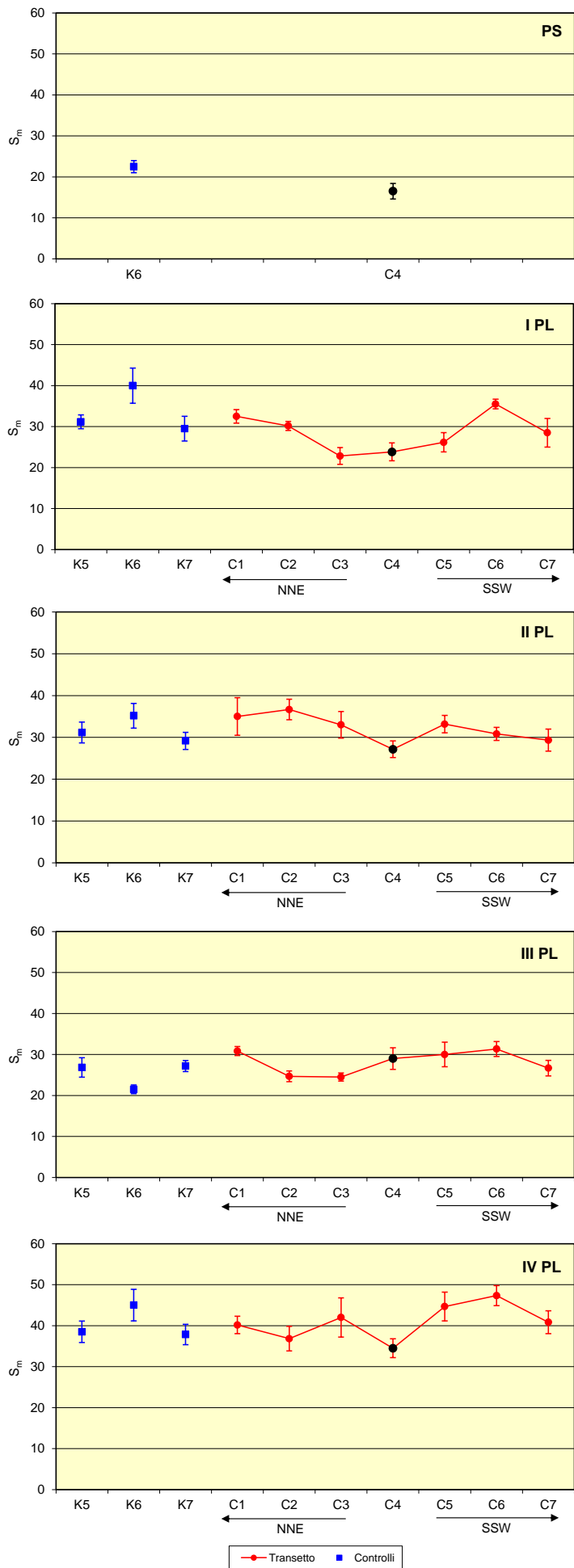


Fig. 3.18 – Ricchezza specifica media (\pm e.s.) registrata nel corso del pre-survey (PS) e dei monitoraggi condotti dopo la posa in opera del sea-line (PL). C4 = sito posto sul sea-line. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

3.3.6. DIVERSITÀ SPECIFICA

Nel pre-survey i valori della Diversità specifica erano risultati molto elevati (C4: $2,68 \pm 0,12$; K6: $2,90 \pm 0,07$), confermando la presenza di un popolamento piuttosto diversificato in entrambe le stazioni (in particolare nel controllo K6), caratterizzato da un buon numero di taxa e una ripartizione delle abbondanze tra le specie molto equilibrata (fig. 3.19). Dopo i lavori di installazione (inverno 2010) nel controllo K6 l'indice è ulteriormente aumentato ($3,27 \pm 0,10$), mentre in corrispondenza della condotta ha subito un decremento ($2,11 \pm 0,20$) determinato dalla forte dominanza di *D. arietina*. Lo stesso polichete ha influito anche sui valori registrati in C1-C3, risultati simili a quello di C4 ($2,08 \pm 0,22 \leq H' \leq 2,39 \pm 0,23$) e, in misura minore, su quello di C5 ($2,60 \pm 0,14$). Tutti questi valori sono apparsi inferiori rispetto agli altri due siti del transetto (C6: $3,30 \pm 0,04$; C7: $0,09 \pm 0,09$) che sono invece risultati comparabili con i controlli. In quel survey era stato registrato un incremento da C4 a C6 e un lieve decremento in C7. Nell'estate 2010 la situazione è rimasta pressoché invariata ai controlli, in C1 e C4. Negli altri siti del transetto, invece, si sono verificati incrementi (C2, C3 e C5) o riduzioni (C6 e C7) parallelamente a una riduzione o a un aumento dell'importanza di *D. arietina*. Il trend del transetto è apparso omogeneo da C1 a C4, mentre a SSW ha presentato delle evidenti oscillazioni. Comunque, in seguito all'elevata variabilità ad esso associata, il valore registrato in C4 è risultato comparabile anche con quelli relativi a C6 e C7. I controlli ($3,10 \pm 0,08 \leq H' \leq 3,33 \pm 0,09$) hanno presentato un H' superiore alla maggior parte dei siti di C ($1,91 \pm 0,19 \leq H' \leq 3,25 \pm 0,08$) e comparabile solo con C5.

Anche nell'inverno 2011 non si sono verificate variazioni univoche lungo il transetto rispetto alla stagione precedente, essendo l'indice aumentato in alcuni siti (C1, C4 e C6), diminuito in altri (C3 e C5) e rimasto invariato nei restanti. Il transetto ha presentato un decremento pronunciato sino a C3 in cui è stato registrato il minimo assoluto ($2,31 \pm 0,13$) determinato dalla forte dominanza di *D. arietina* e un aumento sino a C6, più evidente da C3 a C4. Una riduzione è stata infine registrata in C7.

Comunque, se si esclude la stazione C3, i valori ottenuti per le altre stazioni del transetto ($2,86 \pm 0,11 \leq H' \leq 3,22 \pm 0,07$) sono risultate comparabili con almeno uno dei siti di controllo. Questi ultimi sono rimasti invariati rispetto al monitoraggio precedente eccetto una leggera riduzione in K6.

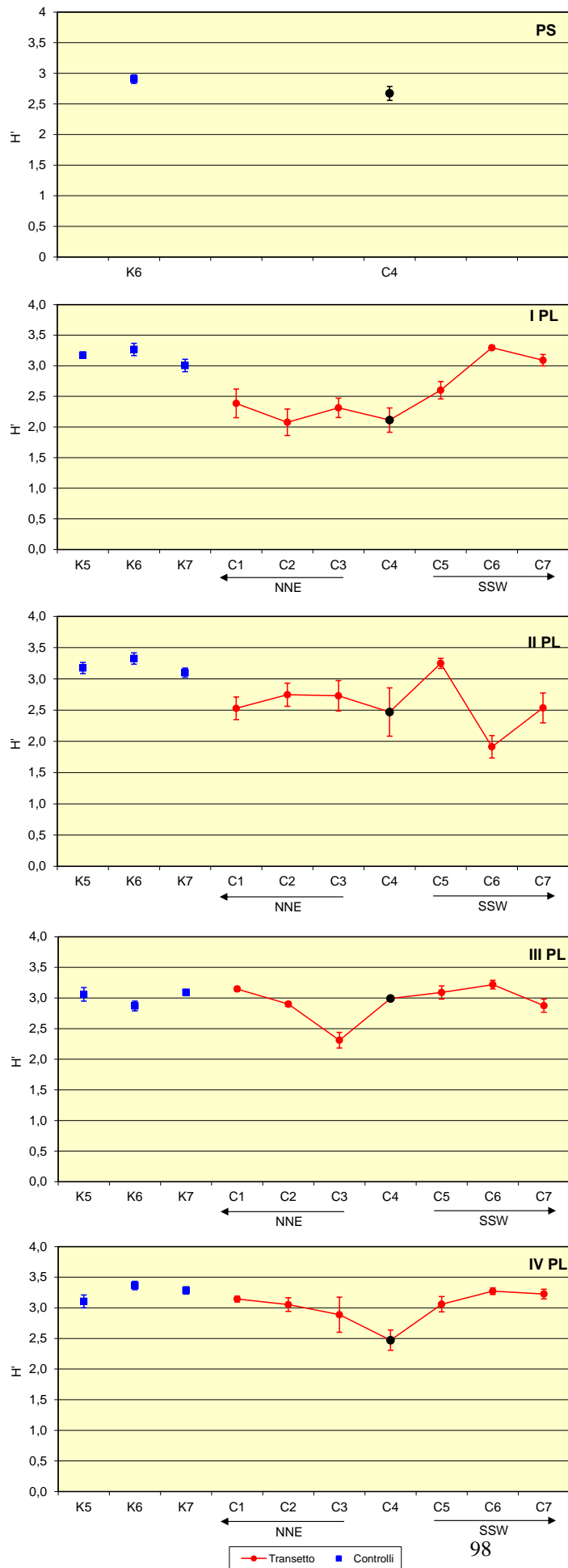


Fig. 3.19 – Diversità specifica (\pm e.s.) registrata nel corso del pre-survey (PS) e dei monitoraggi condotti dopo la posa in opera del sea-line (PL). C4 = sito posto sul sea-line. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

Nell'estate 2011, infine, l'andamento di H' lungo il transetto è risultato simile a quello dell'inverno, anche se in questo caso il minimo è stato registrato in C4 ($2,47 \pm 0,17$) per la dominanza di *D. arietina* e *M. phaseolina* che, insieme, hanno rappresentato il 44% del popolamento. Il valore di C4 è apparso confrontabile solo con quello di C3 ($2,89 \pm 0,29$). A partire da C4 si è registrato un aumento simile in entrambe le direzioni sino alle stazioni più lontane dalla condotta. Escludendo C4, il range di H' relativo al transetto ($2,89 \pm 0,29 \leq H' \leq 3,27 \pm 0,05$) è risultato comparabile a quello dei controlli ($3,11 \pm 0,11 \leq H' \leq 3,37 \pm 0,07$). Questi ultimi sono apparsi ancora una volta omogenei con valori del tutto comparabili a quelli registrati nell'estate 2010.

3.3.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING

Il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità e biomassa delle singole specie ha raggruppato le stazioni campionate nel corso dei cinque monitoraggi in cinque cluster (similarità al 55%; figg. 3.20a e 3.20b), di cui uno comprendente i siti monitorati nel pre-survey e parzialmente sovrapposto al gruppo con tutte le stazioni dei primi tre monitoraggi condotti dopo la posa della condotta esclusa C4 dell'inverno 2011 (III PL) e uno tutti i siti dell'estate 2011, escluso anche questa volta C4.

Tuttavia, tre dei cinque cluster appaiono parzialmente sovrapposti soprattutto per i quantitativi simili nel tempo dei policheti Paraonidae nd (fig. 3.20c). La leggera separazione del pre-survey è stata determinata dall'assenza di *D. arietina* in quel periodo (fig. 3.20d), mentre la separazione dell'estate 2011 è una conseguenza dei maggiori quantitativi di Sabellidae nd (fig. 3.20e). C4 – estate 2011 ha costituito un cluster a sé per la densità elevata di *M. phaseolina* assente in quasi tutte le altre stazioni nell'intero periodo (fig. 3.20f) e per la biomassa dei briozoi *A. semiconvoluta* e *C. salicornioides*, che hanno determinato anche la separazione del sito posto sul sea-line campionato nell'inverno 2011 (figg. 3.20 g e 3.20h).

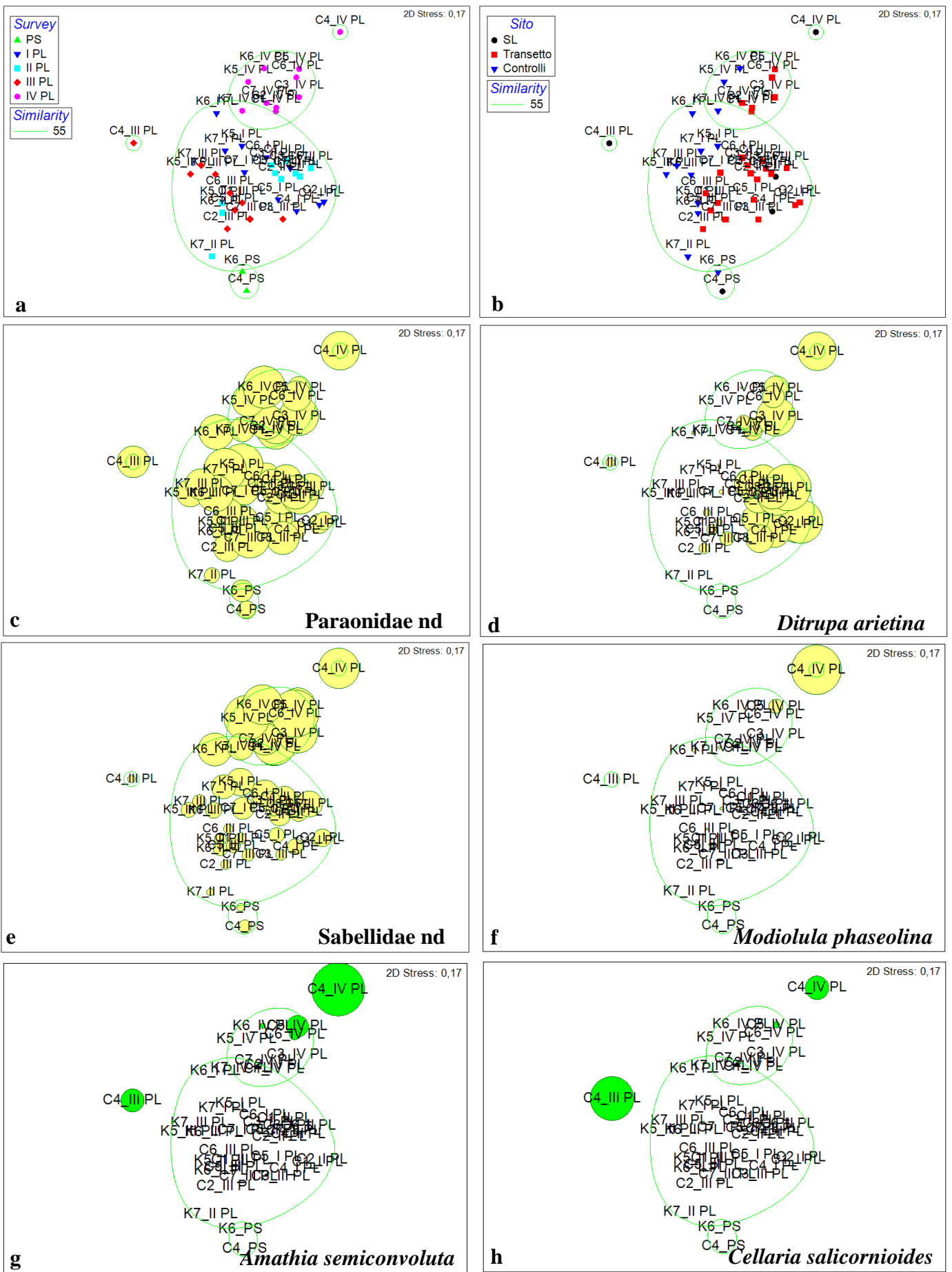


Fig. 3.20 - Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nel pre-survey (PS) e nei campionamenti effettuati dopo i lavori di installazione (PL) tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi indicano i quantitativi in termini di densità (gialli) o biomassa (verdi) delle specie più rappresentative.

3.3.8. VALUTAZIONE DELLO STATO DI STRESS DELLE COMUNITÀ

3.3.8.1 Indice W di Clarke

Il calcolo dell'indice W di Clarke aveva evidenziato la presenza di una comunità moderatamente disturbata nell'inverno 2010 lungo il transetto eccetto C7 e i controlli K5 e K6, indicando un lieve peggioramento in C4 rispetto al pre-survey (Tab. 3-XXXII). Nell'estate 2010 è stato confermato un disturbo moderato lungo il transetto estesosi anche a C7 e al controllo K6, mentre K7 ha mostrato un lieve miglioramento.

Nell'inverno 2011 si è verificato un miglioramento in tre siti del transetto e nel riferimento K6, dove il disturbo è diventato da moderato a lieve.

In estate, invece, lungo il transetto e in K7 si è confermata la situazione registrata nella stessa stagione del 2010 (ambiente moderatamente disturbato). K5 è risultato moderatamente disturbato, mentre gli altri due controlli lievemente disturbati.

Tab. 3-XXXII - Valori dell'indice di W di Clarke ottenuti per il pre-survey (PS) e per i monitoraggi condotti dopo la posa della condotta sottomarina (PL). C4 = sito sul sea-line; K5-K7 = controlli. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

	Stations	W	Disturbance Classification	
PS	C4	0,317	Slightly disturbed	
	K6	0,339	Slightly disturbed	
I PL	C1	0,051	Moderately disturbed	
	C2	0,056	Moderately disturbed	
	C3	0,161	Moderately disturbed	
	C4	0,088	Moderately disturbed	
	C5	0,257	Moderately disturbed	
	C6	0,284	Moderately disturbed	
	C7	0,402	Slightly disturbed	
	K5	0,323	Slightly disturbed	
	K6	0,324	Slightly disturbed	
	K7	0,202	Moderately disturbed	
II PL	C1	0,182	Moderately disturbed	
	C2	0,167	Moderately disturbed	
	C3	0,208	Moderately disturbed	
	C4	0,188	Moderately disturbed	
	C5	0,280	Moderately disturbed	
	C6	0,107	Moderately disturbed	
	C7	0,184	Moderately disturbed	
	K5	0,372	Slightly disturbed	
	K6	0,287	Moderately disturbed	
	K7	0,395	Slightly disturbed	
	III PL	C1	0,300	Slightly disturbed
		C2	0,189	Moderately disturbed
		C3	0,141	Moderately disturbed
C4		0,319	Slightly disturbed	
C5		0,395	Slightly disturbed	
C6		0,278	Moderately disturbed	
C7		0,190	Moderately disturbed	
K5		0,365	Slightly disturbed	
K6		0,392	Slightly disturbed	
K7		0,411	Slightly disturbed	
IV PL	C1	0,156	Moderately disturbed	
	C2	0,155	Moderately disturbed	
	C3	0,148	Moderately disturbed	
	C4	0,232	Moderately disturbed	
	C5	0,294	Moderately disturbed	
	C6	0,293	Moderately disturbed	
	C7	0,336	Moderately disturbed	
	K5	0,244	Moderately disturbed	
	K6	0,313	Slightly disturbed	
	K7	0,369	Slightly disturbed	

3.3.8.2 Indice AMBI

L'indice AMBI ha fornito risultati in parte contraddittori rispetto all'indice W (Tab. 3-XXXIII). Infatti, ha evidenziato la presenza di un ambiente non disturbato nei siti C1-C5 campionati nell'inverno 2010 lungo tutto il transetto nell'estate 2010, in C3 nell'inverno 2011 e da C2 a C5 nell'estate 2011 a causa della preponderanza di taxa appartenenti al gruppo ecologico I, in cui è inserito il polichete *D. arietina* risultato, come già detto, fortemente dominante in quelle stazioni (cfr. Cap. 3.3.3.). Tutti gli altri siti monitorati nei vari periodi di indagine sono invece risultati leggermente disturbati, a causa dell'importanza dei gruppi ecologici II, III e IV meglio rappresentati rispetto alle altre stazioni.

Tab. 3-XXXIII - Suddivisione percentuale delle specie rinvenute in ciascun sito di campionamento nei cinque periodi di indagine 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. C4 = sito sul sea-line; K5-K7 = controlli. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

	Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Disturbance Classification	
PS	C4	33,5	48,1	10,8	7,7	0	1,457	Slightly disturbed	
	K6	27,0	48,2	14,2	10,7	0	1,539	Slightly disturbed	
I PL	C1	69,1	23,7	4,6	2,6	0	0,663	Undisturbed	
	C2	73,5	21,4	3,5	1,6	0	0,550	Undisturbed	
	C3	69,4	18,3	6,7	5,6	0	0,862	Undisturbed	
	C4	68,5	23,7	4,9	2,9	0	0,709	Undisturbed	
	C5	54,1	35,3	7,2	3,4	0	1,103	Undisturbed	
	C6	40,2	40,8	11,0	8,0	0	1,287	Slightly disturbed	
	C7	40,0	39,7	9,4	11,0	0	1,416	Slightly disturbed	
	K5	33,4	37,2	15,9	13,5	0	1,670	Slightly disturbed	
	K6	45,6	33,8	9,5	11,0	0	1,327	Slightly disturbed	
	K7	42,0	29,8	19,1	9,1	0	1,442	Slightly disturbed	
II PL	C1	61,0	28,9	7,4	2,7	0	0,778	Undisturbed	
	C2	57,7	32,7	7,1	2,5	0	0,817	Undisturbed	
	C3	59,0	28,1	7,4	5,5	0	0,893	Undisturbed	
	C4	67,2	22,2	7,9	2,7	0	0,691	Undisturbed	
	C5	45,2	41,6	10,0	3,3	0	1,072	Undisturbed	
	C6	74,8	18,5	4,1	2,2	0,4	0,523	Undisturbed	
	C7	60,7	29,1	7,9	2,3	0	0,776	Undisturbed	
	K5	26,0	50,1	12,8	11,1	0	1,635	Slightly disturbed	
	K6	31,1	49,9	11,8	7,2	0	1,425	Slightly disturbed	
	K7	26,3	52,4	11,6	9,8	0	1,572	Slightly disturbed	
	III PL	C1	26,5	51,5	12,9	9,0	0	1,566	Slightly disturbed
		C2	41,4	40,2	10,9	7,5	0	1,267	Slightly disturbed
		C3	61,5	24,5	9,9	4,1	0	0,851	Undisturbed
C4		42,3	36,1	16,2	5,3	0	1,270	Slightly disturbed	
C5		36,6	44,3	11,6	7,5	0	1,348	Slightly disturbed	
C6		32,0	48,1	11,0	8,8	0	1,449	Slightly disturbed	
C7		37,7	40,0	16,8	5,5	0	1,350	Slightly disturbed	
K5		32,9	50,0	11,9	5,1	0	1,340	Slightly disturbed	
K6		32,3	45,5	13,7	8,5	0	1,475	Slightly disturbed	
K7		30,8	51,8	11,6	5,8	0	1,385	Slightly disturbed	
IV PL		C1	45,9	30,6	10,3	13,2	0	1,360	Slightly disturbed
		C2	51,9	31,1	8,8	8,1	0	1,097	Undisturbed
		C3	61,1	24,2	5,9	8,9	0	0,938	Undisturbed
		C4	69,5	19,1	7,5	3,8	0	0,684	Undisturbed
	C5	49,8	40,4	4,5	5,3	0	0,980	Undisturbed	
	C6	50,4	35,7	7,1	6,8	0	1,054	Undisturbed	
	C7	52,2	25,3	11,6	10,9	0	1,219	Slightly disturbed	
	K5	40,4	33,7	7,8	18,1	0	1,554	Slightly disturbed	
	K6	44,6	33,8	10,5	11,2	0	1,324	Slightly disturbed	
	K7	42,0	35,8	11,3	10,9	0	1,367	Slightly disturbed	

3.3.8.3 Indice BENTIX

Il BENTIX ha sottolineato la presenza nell'inverno 2010 di un ambiente moderatamente disturbato nel tratto del transetto compreso tra C1 e C5 e di un ambiente solo leggermente disturbato negli altri siti, analogamente a quelli

campionati nel pre-survey (Tab. 3-XXXIV).

Nell'estate 2010 ha confermato quanto già evidenziato in inverno eccetto in C6 e C7 dove ha sottolineato un peggioramento, analogamente all'indice W di Clarke, e in C5 dove è invece avvenuto un miglioramento. Nell'inverno 2011 anche il Bentix, analogamente all'indice W, ha indicato un miglioramento lungo il transetto che non ha interessato solo C3 e C7, miglioramento che nell'estate successiva si è esteso anche a C7.

Tab. 3-XXXIV - Risultati dell'indice BENTIX e relativa classificazione del disturbo ambientale per le stazioni campionate nei cinque periodi di indagine. C4 = sito sul sea-line; K5-K7 = controlli. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

	Stations	BENTIX	Disturbance Classification
PS	C4	4,14	Slightly polluted
	K6	3,87	Slightly polluted
I PL	C1	3,10	Moderately polluted
	C2	2,91	Moderately polluted
	C3	3,14	Moderately polluted
	C4	2,96	Moderately polluted
	C5	3,17	Moderately polluted
	C6	3,81	Slightly polluted
	C7	4,24	Slightly polluted
	K5	4,06	Slightly polluted
	K6	4,35	Slightly polluted
	K7	4,13	Slightly polluted
II PL	C1	3,32	Moderately polluted
	C2	3,34	Moderately polluted
	C3	3,43	Moderately polluted
	C4	3,09	Moderately polluted
	C5	4,20	Slightly polluted
	C6	2,91	Moderately polluted
	C7	3,20	Moderately polluted
	K5	3,97	Slightly polluted
	K6	4,13	Slightly polluted
	K7	3,88	Slightly polluted

	Stations	BENTIX	Disturbance Classification
III PL	C1	3,96	Slightly polluted
	C2	3,72	Slightly polluted
	C3	2,95	Moderately polluted
	C4	4,07	Slightly polluted
	C5	3,61	Slightly polluted
	C6	4,06	Slightly polluted
	C7	3,43	Moderately polluted
	K5	4,06	Slightly polluted
	K6	3,89	Slightly polluted
	K7	4,23	Slightly polluted
IV PL	C1	3,69	Slightly polluted
	C2	3,82	Slightly polluted
	C3	3,46	Moderately polluted
	C4	4,05	Slightly polluted
	C5	4,16	Slightly polluted
	C6	4,17	Slightly polluted
	C7	4,03	Slightly polluted
	K5	4,04	Slightly polluted
	K6	4,02	Slightly polluted
	K7	4,16	Slightly polluted

3.3.8.4 Stato ecologico

In fig. 3.21 e in Tab. 3-XXXV è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni derivato dalla combinazione dei tre indici. Il risultato indica il passaggio da uno stato ecologico buono a uno buono/moderato nel primo survey post lavori sia in corrispondenza della condotta che del controllo K6, suggerendo che la variazione osservata non fosse direttamente imputabile ai lavori di posa quanto,

presumibilmente, a fattori naturali. Infatti, in quella stagione anche il sito di riferimento K7 aveva presentato uno stato buono/moderato. Tutti le stazioni del transetto erano apparse tra il buono e il moderato eccetto C7 in cui lo stato ecologico era risultato buono analogamente a K5.

Nell'estate 2010 non si sono avute variazioni tranne in C5 e K7 (miglioramento da buono/moderato a buono) e in C7 (peggioramento da buono a buono/moderato). Nell'inverno successivo la situazione ha continuato a peggiorare in C7, dove è stato raggiunto uno stato ecologico moderato determinato dai risultati concordanti degli indici W e BENTIX, conseguenti alla prevalenza di specie tolleranti (64,22%) su quelle sensibili (35,78%). Un miglioramento (da buono/moderato a buono) è stato invece riscontrato in C1, C4, C6 e K6.

Infine, nell'estate 2011 non sono state osservate variazioni in C3, sul sea-line, in C6 e nei controlli K6 e K7 dove, eccetto C3, è stato confermato uno stato ecologico buono. Un lieve peggioramento (da buono a buono/moderato) è stato registrato in C1 e K5, mentre in tutte le altre stazioni lo stato ecologico è apparso leggermente migliorato.

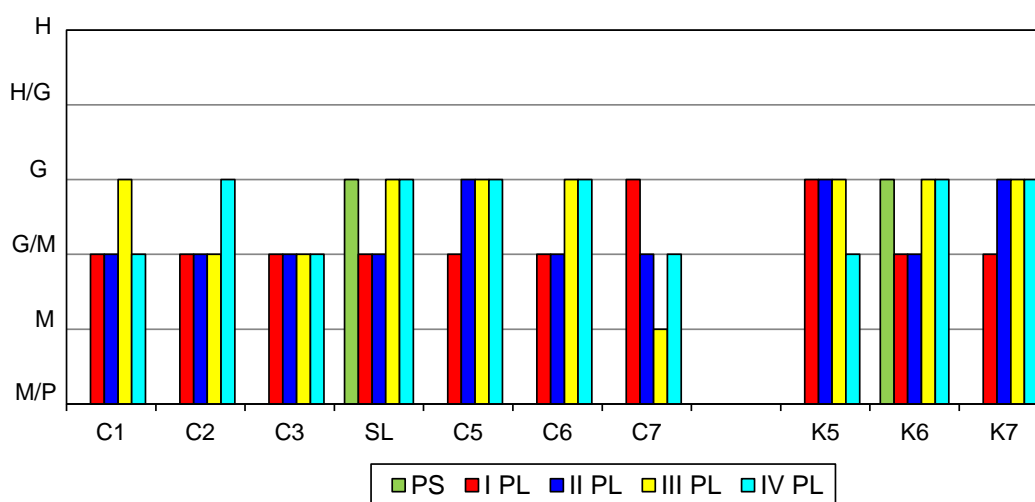


Fig. 3.21 – Variazioni temporali dello stato ecologico derivato dalla combinazione dei tre differenti indici W, Ambi e Bentix. PS = pre-survey; PL: survey effettuati dopo la fine dei lavori di posa in opera del sea-line. M/P = moderato/povero; M = moderato; G/M = buono/moderato; G = buono; H/G = alto/buono; H = alto. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

Tab. 3-XXXVI - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici. I PL: inverno 2010; II PL: estate 2010; III PL: inverno 2011; IV PL: estate 2011.

	Stations	W	AMBI	BENTIX	Ecological status
		Disturbance Classification	Disturbance Classification	Disturbance Classification	
PS	C4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	K6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
I PL	C1	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C2	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C3	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C4	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C5	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	C7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	K5	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	K6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	K7	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
II PL	C1	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C2	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C3	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C4	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C5	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good
	C6	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C7	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	K5	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	K6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	K7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
III PL	C1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	C2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	C3	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	C5	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	C6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	C7	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately polluted	Moderate
	K5	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	K6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	K7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
IV PL	C1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	C2	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good
	C3	Moderately disturbed	Undisturbed	Moderately polluted	Good/Moderate
	C4	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good
	C5	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good
	C6	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly polluted	Good
	C7	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	K5	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good/Moderate
	K6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good
	K7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly polluted	Good

3.4. AVVISTAMENTI DI CETACEI E TARTARUGHE MARINE

Dal pre-survey al dicembre 2010 non erano stati avvistati né cetacei, né tartarughe marine nell'area interessata dal sea-line Annamaria B - Annamaria A.

Anche nel I semestre 2011 nell'area interessata dalla presenza del sea-line non è avvenuto alcun avvistamento, mentre è stata segnalata la presenza di 2 tartarughe (*Caretta caretta*) in corrispondenza dei controlli K6 e K7 il giorno 12 aprile verso le ore 15:30 in concomitanza ai campionamenti di sedimenti e comunità bentonica.

Nel II semestre 2011 sono infine avvenuti due avvistamenti il 16 settembre. In particolare, verso le ore 10,15 è stato osservato un tursiope a 100 m a NNE dal sea-line, mentre alle ore 15,00 è stata osservata una tartaruga (*C. caretta*) stazionare a circa 60 m verso SSW dalla condotta sottomarina (fig. 3.22).

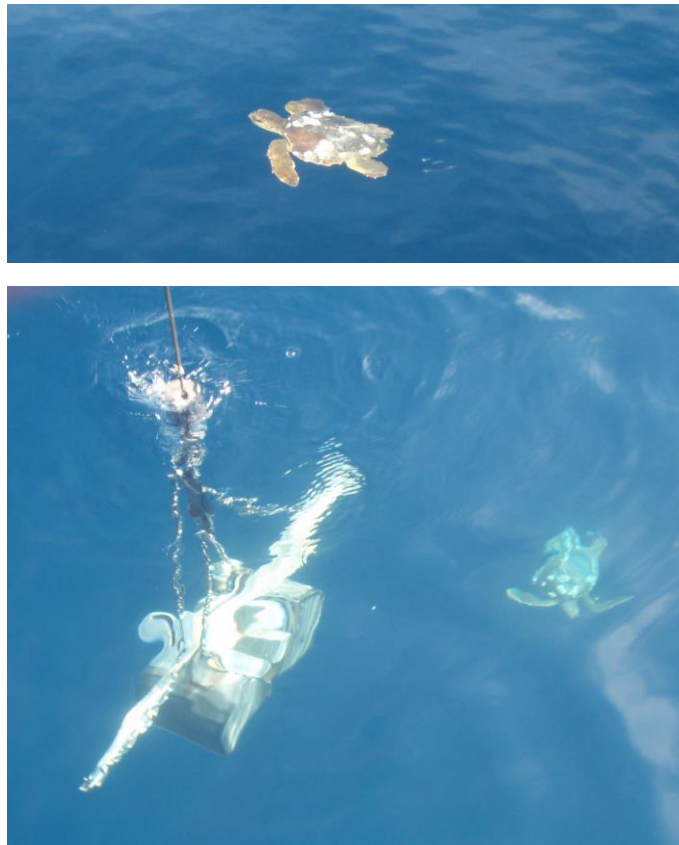


Fig. 3.22 – Esemplare di *Caretta caretta* osservato nel settembre 2011 osservato a circa 60 m a SSW dal sea-line.

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.

Per quanto concerne i due sea-line, in base alle caratteristiche dell'area in cui essi sono stati installati 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 posa in opera delle strutture comprendente lo studio delle caratteristiche sedimentologiche (fisiche, chimiche ed ecotossicologiche) e della comunità bentonica.

Al fine di ottenere un quadro esaustivo degli effetti indotti dall'installazione delle condotte sottomarine, sulla base della tempistica delle operazioni di posa in opera fornite da ENI Divisione E&P, nel programma di monitoraggio erano stati previsti due survey precedenti la posa in opera (pre-survey) e sei campionamenti da svolgersi durante le stagioni invernali ed estive nei tre anni di indagini successivi alla loro installazione. Non è stato possibile condurre il secondo pre-survey sulle aree destinate ad accogliere i sea-line previsto nell'estate 2009, poiché in quella stagione è avvenuta la posa delle condotte, ma soltanto uno che è stato effettuato nell'inverno 2009. Di conseguenza, i monitoraggi dopo la fine dei lavori di posa in opera delle due condotte sottomarine sono iniziati nell'inverno 2010 (e non nell'estate 2010 come previsto inizialmente) e termineranno nell'estate 2012 anziché nell'inverno 2013. Il piano di monitoraggio nella fase post installazione della condotta collegante le piattaforme Annamaria A - Annamaria B ha previsto il campionamento di 7 stazioni poste a distanze crescenti lungo un transetto (transetto C) perpendicolare alla condotta stessa e di tre siti di controllo posizionati a una distanza tale dal sea-line da non esserne influenzati.

Nel presente rapporto sono descritti i risultati relativi alle indagini sedimentologiche, ecotossicologiche e sulla comunità bentonica conseguiti dal pre-survey al quarto monitoraggio condotto dopo la posa della condotta sottomarina (estate 2011).

Caratteristiche sedimentologiche – Analogamente a quanto riscontrato sino all'inverno 2011, anche nell'estate successiva l'area interessata dalla posa della condotta è apparsa caratterizzata da sedimenti costituiti in prevalenza da sabbia con percentuali modeste di silt e argilla, pertanto tutti classificabili come sabbia secondo Shepard.

Le caratteristiche chimiche non hanno subito in generale variazioni degne di nota. Infatti, le concentrazioni di IPA totali sono risultate modeste, sempre al di sotto dell'LCB ($0,9 \text{ mg kg}^{-1}$) indicato nel manuale ICRAM-APAT (2007) relativo alla movimentazione dei sedimenti marini. Solo nell'estate 2010 tale limite era stato superato in corrispondenza della condotta, presumibilmente a causa delle attività svolte per la sua installazione. Tuttavia, si è trattato di un impatto di tipo acuto, ossia limitato nel tempo, che era scomparso già nell'inverno 2011.

Per quanto riguarda i metalli pesanti, analogamente ai survey precedenti anche nell'estate 2011 mediamente le concentrazioni lungo il transetto di tutti gli elementi ricercati sono sempre risultate paragonabili alla media dei controlli. Per molti metalli (Al, Cr, Cu, Cd, Ni, V, Zn) nell'ultimo monitoraggio è stato osservato un lieve decremento da 100-60 m di distanza dalla condotta verso i 30 m sia a NNE che a SSW e una leggera recrudescenza sopra il sea-line. Una situazione analoga, ma riguardante solo la porzione SSW del transetto, era stata riscontrata anche nell'inverno 2010 per Al, B, Cr, Ni, Pb, V e Zn. In quella stagione era stato ipotizzato che, viste le basse concentrazioni ovunque, la posa della condotta non avesse influito in generale sulla distribuzione dei metalli pesanti, risultata omogenea lungo il transetto e nei controlli, ma che l'accumulo di materiale verificatosi dopo l'interro (fig. 4.1) potesse aver creato una sorta di barriera con conseguente riduzione delle concentrazioni dei metalli pesanti a 30 m verso SSW (Fabi *et al.*, 2011b). Quanto osservato nell'estate 2011 sembra confermare quanto supposto allora, sia per quanto concerne l'effetto "barriera" sulla distribuzione degli elementi in traccia sia per quanto riguarda la tesi che la posa della condotta non abbia alterato i tenori dei metalli nell'area, sempre rimasti bassi e confrontabili con i riferimenti. Niente di particolare da segnalare, infine, per quanto concerne la materia organica, presente in modeste quantità sia prima che dopo i lavori e omogeneamente distribuita.

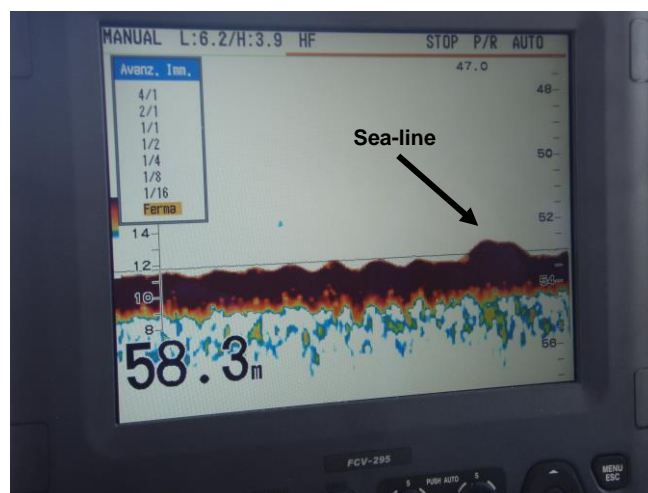


Fig. 4.1 – Inverno 2010. Immagine con ecoscandaglio del sea-line Annamaria A - Annamaria B. E' visibile l'accumulo di sedimento in corrispondenza dell'interro della condotta.

Ecotossicologia dei sedimenti – Nel quarto monitoraggio condotto dopo l'installazione del sea-line tutti i saggi hanno confermato l'assenza di tossicità nei sedimenti prelevati da tutti i siti campionati, già evidenziata nei survey precedenti.

Il test di bioaccumulo ha dimostrato anche nell'estate 2011 che la maggior parte dei metalli pesanti trattenuti nei sedimenti dell'area del sea-line è presente nella forma non biodisponibile per gli organismi test. L'unica eccezione riguarda l'arsenico, che in quest'ultimo monitoraggio è risultato ancora parzialmente biodisponibile solo in C6 (60 m a SSW) e nel controllo K6. Poiché la biodisponibilità di questo metallo è stata osservata sin dal pre-survey ed è stata rilevata anche nel controllo, essa può essere attribuita alla composizione naturale dei sedimenti.

Comunità bentonica – La comunità bentonica rinvenuta sia lungo il transetto C intersecante la condotta sottomarina che nei siti di controllo nell'estate 2011 è apparsa ancora più ricca in termini di densità e ricchezza specifica rispetto a quanto riscontrato sin dal pre-survey, quando già i popolamenti erano caratterizzati da elevati quantitativi di individui e specie. Nell'estate 2011 è stata anche convalidata la presenza di due briozoi coloniali (*Amathia semiconvoluta* e *Cellaria salicornioides*), pertanto estremamente difficili da quantificare in termini di densità, ma particolarmente importanti dal punto di vista ponderale. Questi erano stati osservati per la prima volta nell'inverno 2011 esclusivamente in corrispondenza della

condotta, ma già nell'estate seguente *A. semiconvoluta* è stata individuata lungo tutto il sea-line eccetto a 100 m verso SSW e nei siti di controllo, sebbene in quantità estremamente modeste rispetto a C4, mentre *C. salicornioides* è stata censita sia in C4 che, in misura minore, in C5 (30 m a SSW). Si tratta di organismi presenti a partire dalla batimetrica dei 25 m, con profondità ottimali tra 50 e 80 m (Moissette, 2000), che colonizzano generalmente conchiglie morte e fondi detritici (Cebrian e Ballesteros, 2004). Sono di piccole dimensioni (le colonie di *C. salicornioides* raggiungono i 10 cm circa di altezza; McKinney e Jaklin, 2001), ma spesso particolarmente abbondanti. Un aspetto interessante di queste praterie è che spesso presentano un'elevata biodiversità in termini di taxa associati (Cocito, 2004). Per quanto concerne l'Adriatico, esse sono presenti in Croazia, e nella letteratura scientifica non vi sono altre informazioni concernenti questo bacino. Tuttavia, dati provenienti da survey condotti dal CNR-ISMAR Ancona a partire dal 2005 nell'Adriatico centro-settentrionale, indicano la presenza di entrambe le specie anche in altre aree tra cui una zona nei pressi di Brenda e del sea-line per quanto concerne *C. salicornioides*.

Analogamente a quanto osservato precedentemente, anche nell'estate 2011 la maggior parte delle specie rinvenute nelle varie stazioni di campionamento sono risultate tipiche di fondali mobili, prevalentemente limicole nonostante i sedimenti siano prevalentemente costituiti da sabbia, situazione già riscontrata in analoghi monitoraggi ambientali condotti presso strutture offshore installata nella stessa tipologia di fondale del sea-line Annamaria B - Annamaria A (sabbie relitte; Fabi *et al.*, 2014a; 2014b; 2015a; 2015b; 2015c), Tuttavia, nell'estate 2011 è avvenuto un incremento dei taxa sabulicoli, diventati quasi ovunque il secondo gruppo più importante dopo i limicoli nonostante nei sedimenti non siano variate le percentuali di sabbia rispetto ai periodi precedenti. In termini di numero di individui, invece, anche nell'estate 2011 hanno prevalso gli organismi indicatori di materia organica, nonostante questa componente sia rimasta modestamente presente nei sedimenti come nei monitoraggi precedenti, e quelli della Biocenosi dei fondi mobili instabili, confermando quanto già osservato subito dopo la posa della condotta sottomarina. In effetti, in quel survey (inverno 2010), si era verificato un cambiamento molto importante nell'area circostante il sea-line sino a 100 m di distanza dalla condotta

stessa in direzione NNE e, in modo meno evidente, sino a 30 m di distanza in direzione SSW, consistente nella forte predominanza del polichete serpulideo *Ditrupa arietina*, appartenente proprio alla Biocenosi dei fondi mobili instabili (Pèrés e Picard, 1964). Questa specie incrementa numericamente durante lo sviluppo di comunità di transizione che avviene a seguito di cambiamenti ambientali. Ad esempio, Sardà *et al.* (2000) hanno descritto un aumento di *D. arietina* dopo delle operazioni di dragaggio effettuate lungo la costa Catalana occidentale. La presenza di questa specie era apparsa evidente anche nell'estate 2010, quando si era estesa anche verso SSW sino a 100 m di distanza dalla condotta ed era molto probabilmente correlata ai lavori di posa della condotta che, tramite la movimentazione dei sedimenti, devono aver determinato un disturbo delle comunità. Nell'inverno 2011, invece, si è assistito a una riduzione del polichete che, pur essendo stato ancora rinvenuto lungo il transetto, aveva fortemente ridotto la sua importanza eccetto nella stazione C3, posta a 30 m a NNE dal sea-line. Nell'estate 2011 le densità di questa specie sono nuovamente aumentate, contrariamente a quanto osservato nell'inverno precedente, facendo supporre che la comunità presente nell'area circostante la condotta non abbia ancora raggiunto un equilibrio. Infatti, secondo Pèrés e Picard (1975), la presenza di specie associate ai sedimenti instabili è limitata sia spazialmente che temporalmente e si dovrebbe assistere a una loro riduzione nel momento in cui venisse raggiunta una situazione ambientale di equilibrio.

In effetti, sia l'indice W di Clarke che l'indice BENTIX, che in entrambe le stagioni del 2010 avevano sottolineato la presenza di comunità moderatamente disturbate proprio nelle stazioni in cui è stata rinvenuta *D. arietina*, classificata come specie tollerante (GII) e a strategia r, nell'inverno 2011 avevano indicato un miglioramento nei siti in cui il polichete si è ridotto, mentre nell'estate successiva, a seguito del nuovo incremento di questa specie, l'indice W ha sottolineato un peggioramento. Il BENTIX, invece, ha sostanzialmente confermato quanto indicato in inverno (prevalentemente uno stato leggermente disturbato) per una prevalenza un po' ovunque di specie sensibili (GI) alle quali afferiscono, tra gli altri, i policheti Sabellidae nd, aumentati ovunque in questa stagione, i sipunculidi e il bivalve *Modiolula phaseolina*, particolarmente abbondante in C4.

Contraddittorio rispetto ai precedenti indici è apparso l'AMBI, che raggruppa le

specie sulla base della loro sensibilità o tolleranza all'arricchimento organico e, a differenza dell'indice BENTIX, considera *D. arietina* appartenente al gruppo ecologico I (specie sensibili). In effetti, come sottolineato da Labrune *et al.* (2006), questa specie non è mai stata rinvenuta in studi focalizzati sull'arricchimento organico nei sedimenti. L'AMBI, infatti, ha classificato come non disturbate tutte o la maggior parte delle stazioni del transetto campionate nei due survey del 2010 e come leggermente disturbate quelle monitorate nell'inverno 2011, mantenendo uno stato non disturbato in C3, sito caratterizzato, come già detto, da una forte dominanza di *D. arietina*, e indicando un miglioramento nell'estate 2011 in tutti i siti in cui il polichete ha aumentato la sua presenza.

Viene pertanto confermata la necessità di utilizzare più indici nella descrizione della qualità dell'ambiente poiché, come indicato da Teixeira *et al.* (2007), uno di essi può enfatizzare una caratteristica ecologica di una determinata specie che viene invece sottovalutata da un altro. Dall'integrazione dei risultati dei 3 indici, tutta l'area interessata dalla presenza del sea-line Annamaria A - Annamaria B è risultata compatibile con l'ambiente "naturale" rappresentato dai siti di riferimento. Nel tempo ha subito solo lievi variazioni, passando da uno stato ecologico buono/moderato, che a seconda delle stazioni si è mantenuto per uno o più semestri successivi ai lavori di posa in pera, a uno stato ecologico buono che è stato raggiunto in quattro siti del transetto. Solo presso la stazione C7, posta a 100 m a SSW, sino all'inverno 2011 si è verificata una lieve, costante riduzione della qualità dell'ambiente a causa della predominanza delle specie tolleranti (es.: *Ampelisca diadema*, *D. arietina*, *Glycera rouxii*, Paraonidae nd) su quelle sensibili, mostrando tuttavia segnali di ripresa nell'ultimo survey. E' anche da segnalare un lieve peggioramento nel sito di controllo K5, il che suggerisce che le variazioni sinora osservate possono essere attribuite, almeno in parte, anche alle dinamiche ambientali.

Avvistamenti di cetacei e tartarughe marine – Contrariamente a quanto riscontrato dal pre-survey al I semestre 2011, periodo in cui non si erano verificati avvistamenti di cetacei o tartarughe marine nell'area interessata dalla presenza della condotta eccetto due tartarughe (*Caretta caretta*) in corrispondenza dei siti di controllo nell'aprile 2011, nel II semestre 2011 è stato avvistato un esemplare di *C. caretta* a circa 100 m a SSW dal sea-line.

5. BIBLIOGRAFIA

- Amiard J.C., C. Amiard-Triquet, B. Berthet, and C. Mètaer. 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.
- 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. 57 pp.
- ASTM. 2004a. *Standard guide for conducting static toxicity tests with microalghe*. ASTM E1218-04-E1. 14 pp.
- ASTM. 2004b. *Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests Starting with Embryos of Four Species of Saltwater Bivalve Molluscs*. ASTM E724 - 98. 21 pp.
- Augier H. 1992. *Inventaire et classification des biocénoses marines benthique de la Méditerranée*. Conseil de l'Europe. U.E.R. Des Sciences de la Mer et de l'Environnement de Luminy Marseille. 59 pp.
- Azur Environmental. 1994. *Microtox® M500 manual (A toxicity testing handbook)*.
- Bellan Santini D., Ledoyer M. 1972. Inventaire des amphipodes gammariens récoltés dans la Région de Marseille. *Tethys*, 4 (4): 899-934.
- Bellan G., Bellan Santini D., Picard J. 1980. Mise en évidence de modèles eco-biologiques dans des zones soumises à perturbations par matières organiques. *Oceanol. Acta*, 3: 383-390.
- 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. 98 pp.
- 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.
- 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 narine 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.
- 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.
- Casale P., Affronte M., Insacco G., Freggi D., Vallini C., D'astore P., Basso R., Paolillo G., Abbate G., Argano R. 2010. Sea turtle strandings reveal high anthropogenic mortality in Italian waters. *Aquat. Cons: Mar. and Freshw. Ecosyst.*, 20: 611–620.
- Cebrian E., Ballesteros E. 2004. Zonation patterns of benthic communities in an upwelling area from the western Mediterranean (La Herradura, Alboran Sea). *Sci. Mar.*, 68 (1): 69-84.
- 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.
- Chryssanthi A., Chintiroglou C. 2005. Biodiveristy of zoobenthic hard-substrate sublittoral communities in the Eastern Mediterranean (North Aegean Sea). *Est. Cost. Shelf Sci.*, 62: 637-653.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council*, 140 (2). 144 pp.
- Cocito S. 2004. Bioconstruction and biodiversity: their mutual influence. *Sci. Mar.*, 68 (1): 137-144.
- 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.
- Dunnett 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*. Produced by: CIS Working Group 2.5 (Intercalibration), Common Implementation Strategy of the Water Framework Directive, European Commission. 54 pp.
- EPA. 1993. *Guidance manual, Bedded sediment Bioaccumulation Tests*. EPA/600/R-93/183. 246 pp.
- EPA. 1995. *Short term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms*. EPA/600/R-95-136. 15 pp.
- EPA. 2007a. *Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry*. EPA METHOD 7473. 15 pp.
- EPA. 2007b. *Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry*. EPA METHOD 7010. 24 pp.
- EPA. 2007c. *Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*. EPA METHOD 6010C. 34 pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Regina. III Anno di indagine. Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 185 + XXVII pp.

- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005. *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., Nasci C., Spagnolo A. 2010. *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini "Bonaccia EST 2 e Bonaccia EST 3" Monitoraggio delle aree interessate dall'installazione dei pozzi sottomarini e del sea-line collegante i pozzi con la piattaforma Bonaccia. II Pre-survey (inverno 2010). Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti, ecotossicologia e indagini sulla comunità bentonica*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 113 + XXV pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Domenichetti F., Penna P., Spagnolo A. 2011a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. III anno di monitoraggio - Rapporto finale 2008*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 285 + XLV pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2011. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione del sea-line Annamaria B - Annamaria A - I survey dopo i lavori di installazione - inverno 2010*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 75 + XX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2012. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione del sea-line Annamaria B - Annamaria A - III survey dopo i lavori di installazione (I semestre 2011)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 78 + XX pp.
- Fabi G., Bolognini L., Bruno S., De Ranieri S., Girasole M., Gomiero A., Malaspina S., Nasci C., Spagnolo A. 2014b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. II anno di indagine durante la fase di produzione. Rapporto semestrale (estate 2011)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 268 + LVII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Girasole M., Gomiero G., Penna P., Spagnolo A. 2014a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto finale dal pre-survey al IV anno dopo la posa in opera (2004-2009). Misure correntometriche, Indagini sedimentologiche, ecotossicologiche e Analisi di inquinanti in organismi marini*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 213 + xlviii pp.
- Fabi G., Bolognini L., Bruno S., De Ranieri S., Domenichetti F., Gomiero A., Nasci C., Spagnolo A. 2015a. *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini "Bonaccia EST 2 e Bonaccia EST 3" Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione dei pozzi sottomarini e del sea-line collegante i pozzi con la piattaforma Bonaccia. I survey successivo ai lavori di installazione (I semestre 2011). Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti, ecotossicologia e indagini sulle comunità bentonica e ittica*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 253 + LIV pp.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Santelli A., Spagnolo A. 2015b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Elettra. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Fase di installazione (I semestre 2014). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, Ecotossicologia e Indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 3*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 124 + XXVII pp.
- Fabi G., De Biasi A.M., Boldrin A., Cuicchi C., Spagnolo A. 2015c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della*

- piattaforma. Fase di installazione (marzo - settembre 2014). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, Ecotossicologia e Indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 3. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 135 + XXVIII pp.
- ICRAM. 2001. *Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)*.
- ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.
- 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.
- 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.
- Labruno C., Amouroux J.M., Sarda R., Dutrieux E., Thorin S., Rosemberg R., Grémare A. 2006. Characterization of the ecological quality of the coastal Gulf of Lions (NW Mediterranean). A comparative approach based on three biotic indices. *Mar. Poll. Bull.*, 52: 34-47.
- 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*. Proceedings of National Sediment Bioaccumulation Conference. U.S. EPA. 10 pp.
- Losso C., Picone M., Arizzi Novelli A., Delaney E., Ghetti P.F., Volpi Ghirardini A. 2007. Developing toxicity scores for embryotoxicity tests on elutriates with the sea urchin *Paracentrotus lividus*, the oyster *Crassostrea gigas* and the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 53: 220-226.
- 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*. *Est. Cstl. Shelf Sci.*, 15: 95-108.
- May R.M. 1979. Patterns of Species Abundance and Diversity. In Cody M.L. and Diamond J.M. (Eds). *Ecology and Evolution of Communities*, 4: 81-120.
- McKinney F., Jaklin A. 2001. Sediment accumulation in a shallow-water meadow carpeted by a small erect bryozoan. *Sedim. Geol.*, 145: 397-410.
- Moissette P. 2000. Changes in bryozoan assemblages and bathymetric variations. Examples from Messinian of northwest Algeria. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155: 305-326.
- Muxica 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.
- 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.
- Onorati F., Pellegrini D., Ausili A. 1999. Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox in fase solida. La normalizzazione pelitica. *Acqua&Aria*, 6: 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.
- Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoume*, 31 (47). 137 pp.
- Pérès J.M., Picard J. 1975. Note préliminaire sur une communauté benthique récemment mise en évidence : la biocénose à *Dentalium rubescens* Desh. et *Lucina (Miltha) borealis* Lin. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 52 : 1-160.
- 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. Publ., New York. 424 pp.
- Poppe G.T., Goto Y. 1991. *European Seashells (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Vol. 1. Publ. by V.C. Hemmen, Grillparzerstr. 22, D-6200 Wiesbaden, Federal Republic of Germany. 352 pp.
- Poppe G.T., Goto Y. 1993. *European seashells. Vol. II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Hemmen V.C. (Ed.), Germany. 221 pp.
- 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. *Water 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 sédimentation en milieu circalitoral Méditerranéen. *Rapp. p. v. Réu. Comm. Int. pour l'Explor. Sci. Mer Médit.*, 29: 5.
- Sardà R., Pinedo S., Grémare A., Taboada S. 2000. Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 1446-1453.
- 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.
- Teixeira H., Salas F., Pardal M.A., Marques J.C. 2007. Applicability of ecological evaluation tools in estuarine ecosystem: a case of the lower Mondego estuary (Portugal). *Hydrobiologia*, 587: 101-112.
- UNI EN ISO, 2000. *Saggio di inibizione della crescita di alghe marine con Skeletonema costatum e Phaeodactylum tricorutum*. UNI EN ISO 10253:2000. 14 pp.
- USEPA. 1991. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms -Section 14- Green alga Selenastrum capricornutum growth test - Method 1003.0.* EPA/600/4-91/002. 370 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.
- 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

A1

INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

A1-I BOX-CORER per il prelievo dei campioni



Materiale	Dimensione scatola campionatore (cm)
Ferro zincato	17x10x24,5h

A1-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.

A1-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.

A1-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.

A1-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.

A1-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.

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.

A1-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.

A1-VIII VARIAN SPECTRA AA-240 Z per la misurazione di CADMIO e PIOMBO E ARSENICO

Spettrofotometro ad assorbimento atomico usato mediante l'impiego del fornello di grafite con piattaforma pirolitica. La correzione del rumore di fondo è assicurata dalla correzione di background trasversa "Zeeman" e dall'interpolazione polinomiale per la correzione delle interferenze. Al fine di ridurre il rumore di fondo e il limite di rivelabilità e di incrementare la sensibilità vengono utilizzate lampade monoelemento a catodo cavo.



A1-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

INDAGINI SULLA COMUNITA' BENTONICA

A2-I BENNA VAN VEEN



Materiale	superficie di sedimento campionata (m ²)
Acciaio	0,095

A2-II SETACCIO



Materiale	Lato maglia (mm)
Acciaio inox	0,5

A2-III MICROSCOPIO STEREO ZEISS STEMI 2000-C



Range dello zoom: 0,65x...5,0x.

A2-IV MICROSCOPIO OTTICO ZEISS AXIOLAB



Obiettivi in dotazione: 10x, 40x, 100x.

A2-V BILANCIA ANALITICA



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

ALLEGATO B

SCHEDE GRANULOMETRICHE

Transetto C e controlli

IV survey post lavori

(estate 2011)



Stazione C1 (100 m NNE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		163,34
Peso umido (g)	Pu		211,67
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.

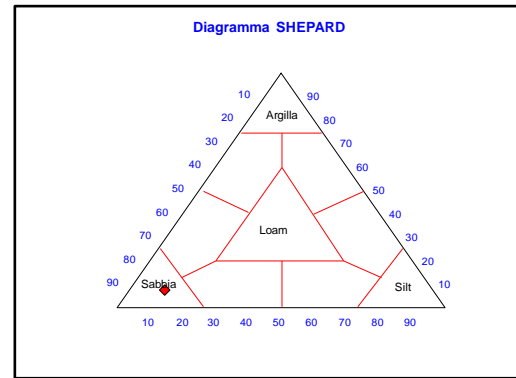
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,66
Classazione	σ_{sp}	0,88
Asimmetria	S_{Kp}	0,13
Appuntimento	K_G	3,69
Mediana	Md	3,50

Percentile	ϕ
5°	1,78
16°	2,86
25°	3,11
50°	3,50
75°	3,89
84°	4,62
95°	8,79

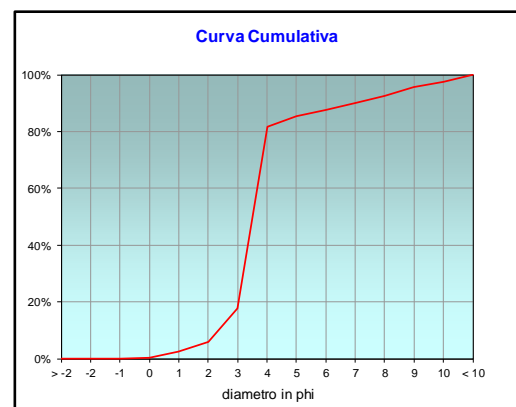
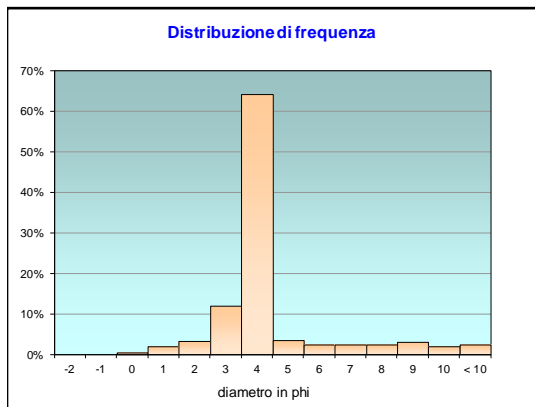
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,62	0	1000	0,38%	0,38%
	3,27	1	500	2,00%	2,38%
	5,50	2	250	3,37%	5,75%
	19,55	3	125	11,97%	17,72%
	104,70	4	62,5	64,10%	81,82%
Limo	5,80	5	31	3,55%	85,37%
	3,87	6	15,6	2,37%	87,73%
	4,00	7	7,8	2,45%	90,18%
	3,80	8	3,9	2,32%	92,51%
Argilla	5,15	9	2,0	3,15%	95,66%
	3,24	10	0,98	1,98%	97,64%
	3,86	< 10	< 0,98	2,36%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,82%	10,69%	7,49%

Note
6,89 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione C2 (60 m NNE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		159,76
Peso umido (g)	Pu		217,66
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.

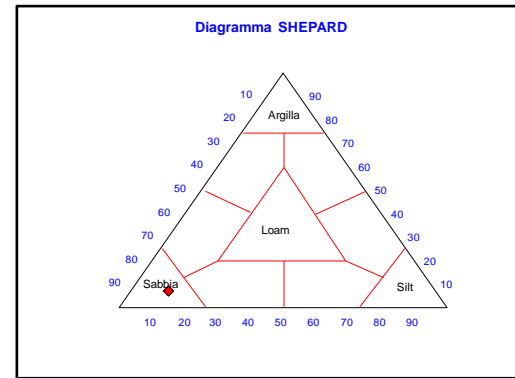
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,68
Classazione	σ_p	0,92
Asimmetria	S_{Kp}	0,14
Appuntimento	K_G	3,79
Mediana	Md	3,51

Percentile	ϕ
5°	1,66
16°	2,84
25°	3,11
50°	3,51
75°	3,90
84°	4,68
95°	8,94

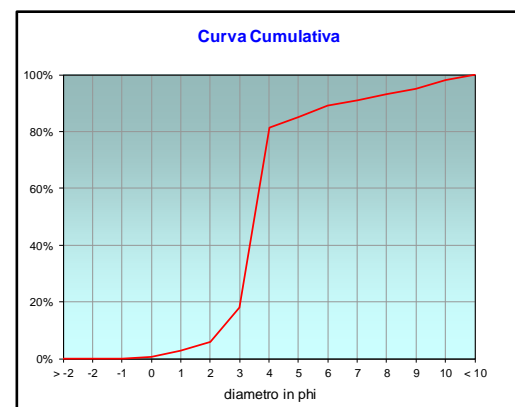
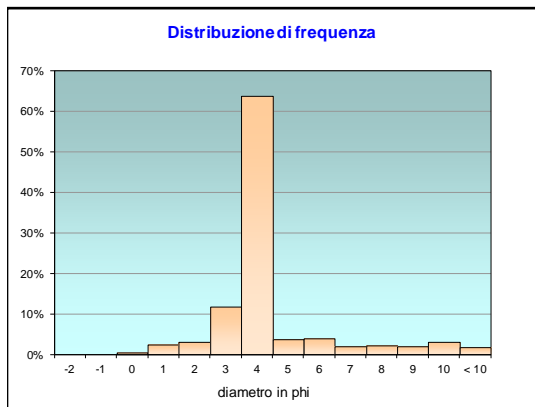
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,80	0	1000	0,50%	0,50%
	3,87	1	500	2,42%	2,93%
	5,00	2	250	3,13%	6,05%
	18,90	3	125	11,83%	17,88%
	101,60	4	62,5	63,60%	81,48%
Limo	5,93	5	31	3,71%	85,19%
	6,19	6	15,6	3,88%	89,07%
	3,13	7	7,8	1,96%	91,03%
Argilla	3,41	8	3,9	2,13%	93,16%
	3,13	9	2,0	1,96%	95,11%
	4,94	10	0,98	3,09%	98,21%
	2,86	< 10	< 0,98	1,79%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,48%	11,68%	6,84%

Note
7,9 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione C3 (30 m NNE)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	172,40
Peso umido (g)	Pu	229,46
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.

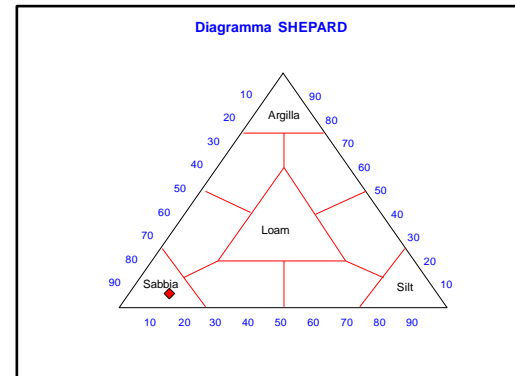
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,67
Classazione	σ_p	0,87
Asimmetria	S_{kp}	0,14
Appuntimento	K_G	3,66
Mediana	Md	3,51

Percentile	ϕ
5°	1,63
16°	2,88
25°	3,12
50°	3,51
75°	3,89
84°	4,62
95°	8,54

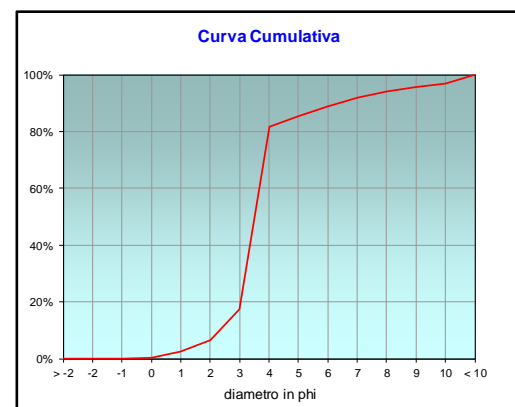
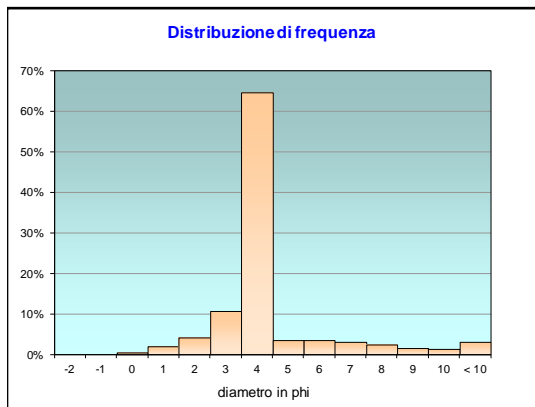
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,62	0	1000	0,36%	0,36%
	3,53	1	500	2,05%	2,41%
	7,12	2	250	4,13%	6,54%
	18,45	3	125	10,70%	17,24%
	111,33	4	62,5	64,58%	81,82%
Limo	6,12	5	31	3,55%	85,36%
	6,01	6	15,6	3,49%	88,85%
	5,31	7	7,8	3,08%	91,93%
Argilla	3,95	8	3,9	2,29%	94,22%
	2,47	9	2,0	1,43%	95,66%
	2,32	10	0,98	1,34%	97,00%
	5,17	< 10	< 0,98	3,00%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	81,82%	12,41%	5,78%

Note
6,2 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione C4 (SEA-LINE)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	175,09
Peso umido (g)	Pu	225,97
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.

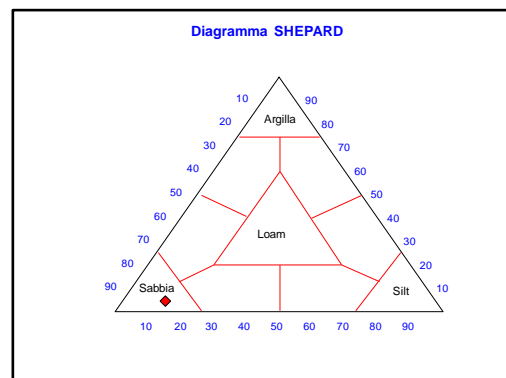
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,58
Classazione	σ_{sp}	0,81
Asimmetria	S_{kp}	0,08
Appuntimento	K_G	3,18
Mediana	Md	3,49

Percentile	ϕ
5°	1,75
16°	2,81
25°	3,10
50°	3,49
75°	3,88
84°	4,44
95°	7,79

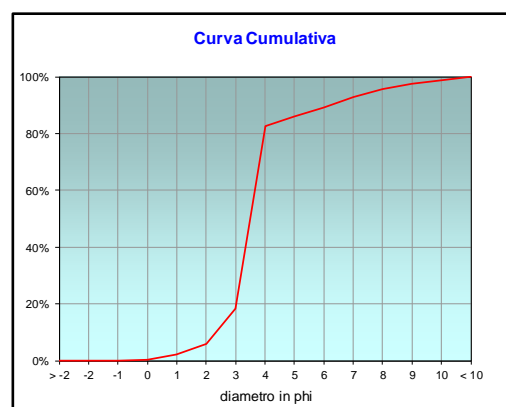
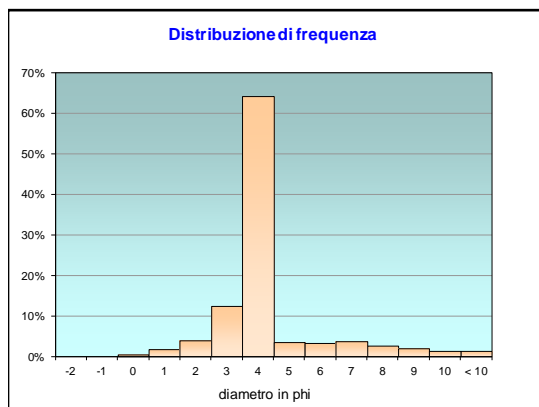
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,60	0	1000	0,34%	0,34%
	3,07	1	500	1,75%	2,10%
	6,80	2	250	3,88%	5,98%
	21,66	3	125	12,37%	18,35%
	112,33	4	62,5	64,16%	82,51%
Limo	5,98	5	31	3,41%	85,92%
	5,87	6	15,6	3,35%	89,27%
	6,52	7	7,8	3,72%	93,00%
Argilla	4,44	8	3,9	2,54%	95,53%
	3,29	9	2,0	1,88%	97,41%
	2,39	10	0,98	1,36%	98,78%
	2,14	< 10	< 0,98	1,22%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	82,51%	13,03%	4,47%

Note
5,58 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione C5 (30 m SSW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	175,77
Peso umido (g)	Pu	224,06
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.

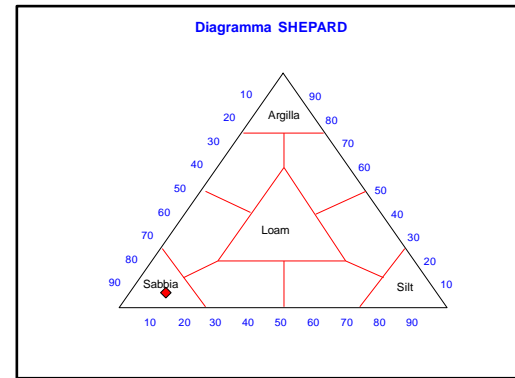
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,62
Classazione	σ_{sp}	0,72
Asimmetria	S_{sp}	0,11
Appuntimento	K_G	3,68
Mediana	Md	3,51

Percentile	ϕ
5°	1,77
16°	2,95
25°	3,13
50°	3,51
75°	3,88
84°	4,39
95°	8,55

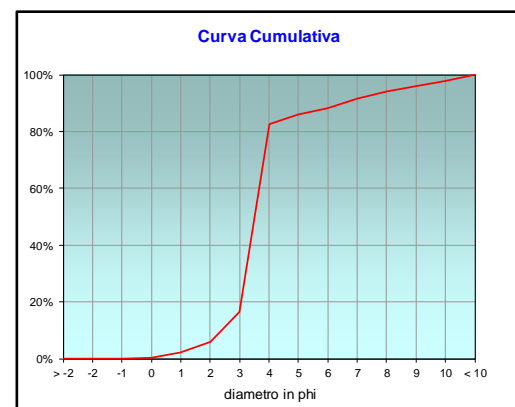
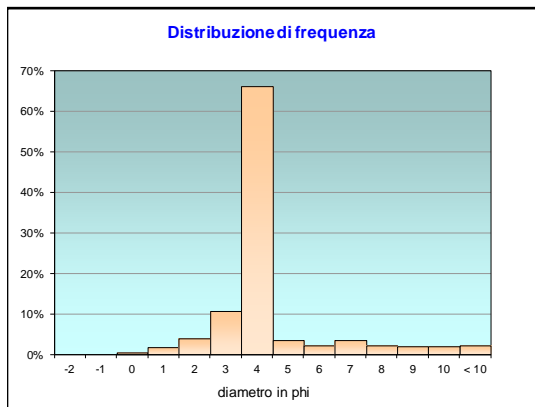
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,78	0	1000	0,44%	0,44%
	2,87	1	500	1,64%	2,08%
	6,71	2	250	3,81%	5,89%
	18,66	3	125	10,62%	16,51%
	116,33	4	62,5	66,18%	82,69%
Limo	5,94	5	31	3,38%	86,07%
	3,96	6	15,6	2,25%	88,32%
	6,05	7	7,8	3,44%	91,77%
	3,85	8	3,9	2,19%	93,96%
Argilla	3,35	9	2,0	1,91%	95,87%
	3,32	10	0,98	1,89%	97,75%
	3,95	< 10	< 0,98	2,25%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	82,69%	11,27%	6,04%

Note
6,54 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione C6 (60 m SSW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	P _s	165,34
Peso umido (g)	P _u	221,56
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.

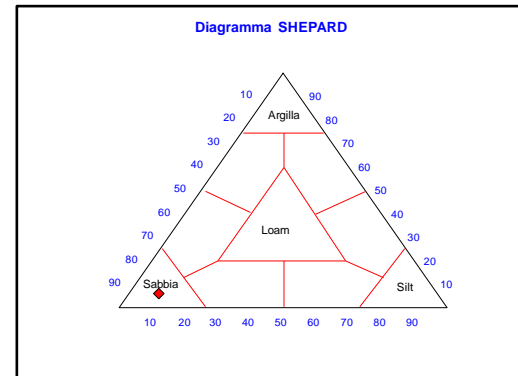
Parametri Statistici		
Media	M _p	3,49
Classazione	σ _p	0,49
Asimmetria	S _{Kp}	0,00
Appuntimento	K _G	3,61
Mediana	M _d	3,49

Percentile	φ
5°	2,10
16°	3,00
25°	3,13
50°	3,49
75°	3,85
84°	3,98
95°	8,45

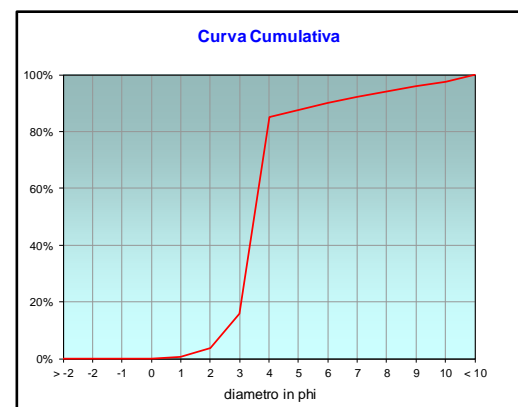
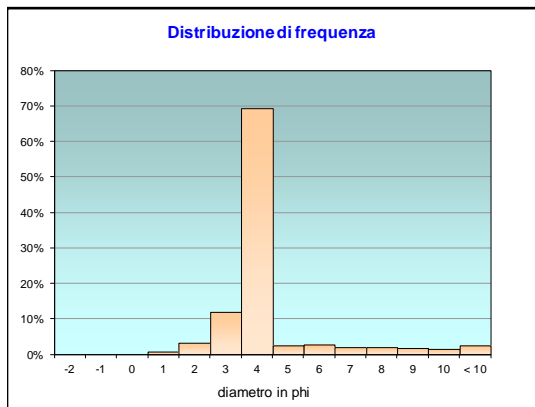
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,14	1	500	0,69%	0,69%
	5,23	2	250	3,16%	3,85%
	19,83	3	125	11,99%	15,84%
	114,54	4	62,5	69,28%	85,12%
Limo	4,02	5	31	2,43%	87,55%
	4,37	6	15,6	2,65%	90,20%
	3,49	7	7,8	2,11%	92,31%
	3,19	8	3,9	1,93%	94,23%
Argilla	2,79	9	2,0	1,69%	95,92%
	2,61	10	0,98	1,58%	97,50%
	4,13	< 10	< 0,98	2,50%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	85,12%	9,11%	5,77%

Note
17,32 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	ben classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione C7 (100 m SSW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	P _s	172,51
Peso umido (g)	P _u	221,84
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.

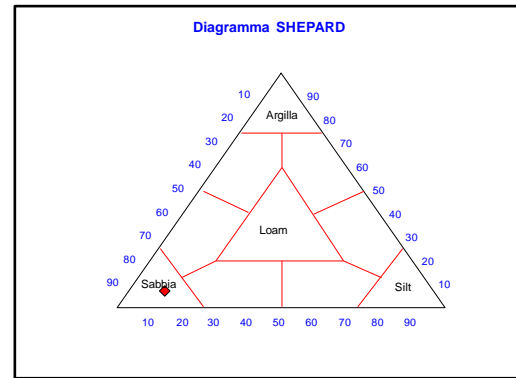
Parametri Statistici		
Media	M _p	3,72
Classazione	σ _p	0,85
Asimmetria	S _{Kp}	0,18
Appuntimento	K _G	4,18
Mediana	M _d	3,51

Percentile	φ
5°	1,56
16°	2,98
25°	3,13
50°	3,51
75°	3,89
84°	4,67
95°	9,30

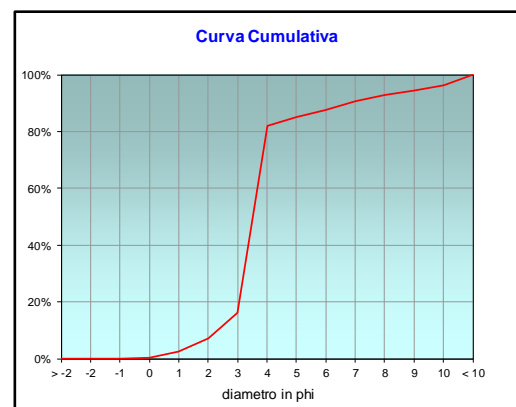
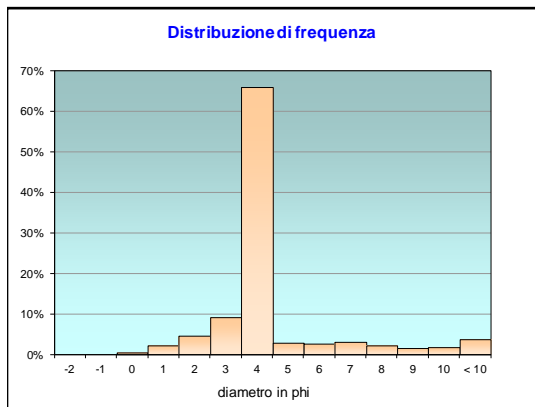
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,57	0	1000	0,33%	0,33%
	3,59	1	500	2,08%	2,42%
	7,90	2	250	4,58%	7,00%
	15,90	3	125	9,22%	16,21%
	113,54	4	62,5	65,82%	82,03%
Limo	5,06	5	31	2,93%	84,96%
	4,64	6	15,6	2,69%	87,65%
	5,27	7	7,8	3,05%	90,71%
	3,82	8	3,9	2,21%	92,92%
Argilla	2,75	9	2,0	1,59%	94,51%
	3,14	10	0,98	1,82%	96,33%
	6,33	< 10	< 0,98	3,67%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	82,03%	10,89%	7,08%

Note
6,82 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



CONTROLLO K5

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		179,50
Peso umido (g)	Pu		222,14
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.

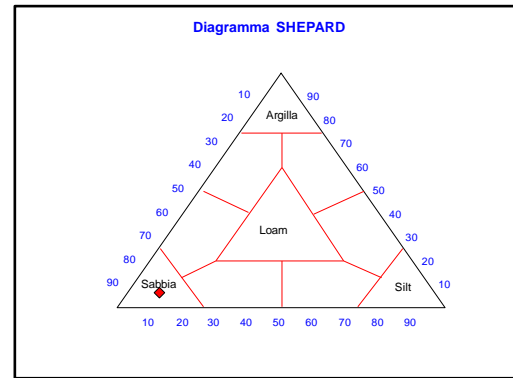
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,47
Classazione	σ_p	0,53
Asimmetria	S_{kp}	-0,03
Appuntimento	K_G	3,59
Mediana	Md	3,49

Percentile	ϕ
5°	2,07
16°	2,93
25°	3,12
50°	3,49
75°	3,86
84°	4,00
95°	8,59

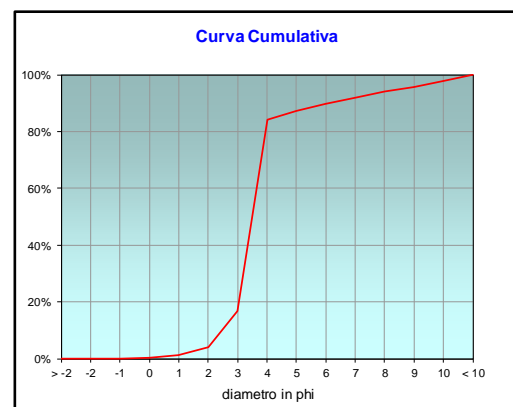
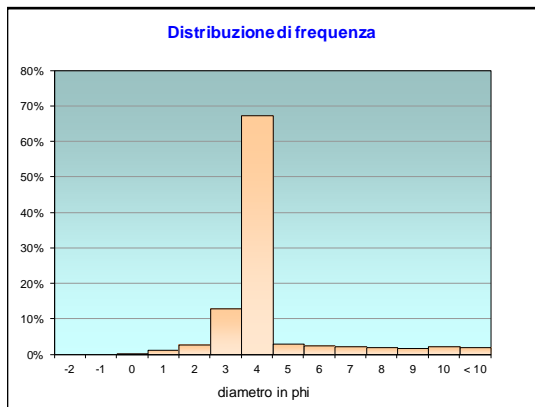
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,33	0	1000	0,18%	0,18%
	2,09	1	500	1,17%	1,35%
	4,82	2	250	2,69%	4,04%
	23,10	3	125	12,87%	16,91%
	120,65	4	62,5	67,21%	84,12%
Limo	5,56	5	31	3,10%	87,22%
	4,50	6	15,6	2,51%	89,73%
	3,97	7	7,8	2,21%	91,94%
	3,63	8	3,9	2,02%	93,96%
Argilla	3,17	9	2,0	1,77%	95,73%
	3,97	10	0,98	2,21%	97,94%
	3,70	< 10	< 0,98	2,06%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	84,12%	9,84%	6,04%

Note
4,19 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica



CONTROLLO K6

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	178,41
Peso umido (g)	Pu	220,44
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.

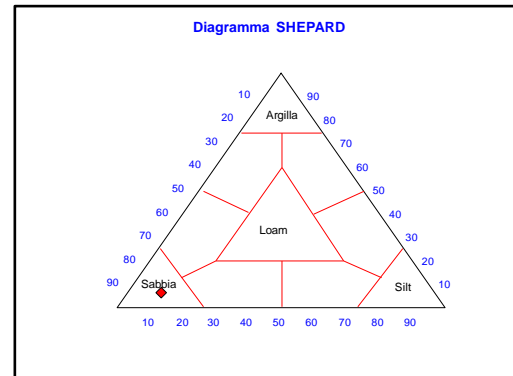
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,51
Classazione	σ_{sp}	0,62
Asimmetria	S_{kp}	0,02
Appuntimento	K_G	3,59
Mediana	Md	3,49

Percentile	ϕ
5°	2,08
16°	2,91
25°	3,12
50°	3,49
75°	3,87
84°	4,14
95°	8,69

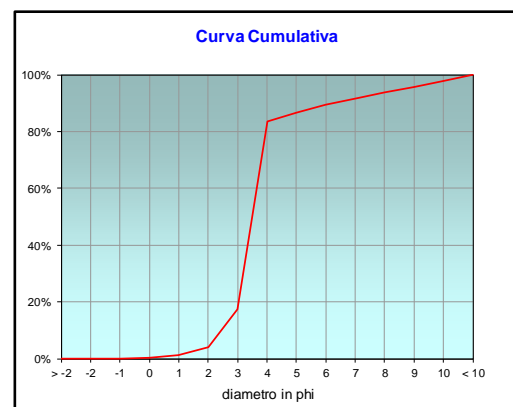
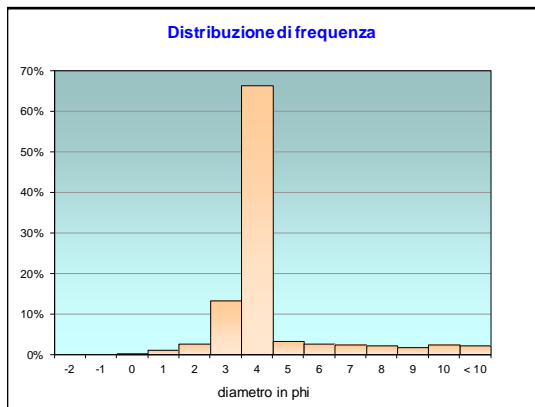
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,32	0	1000	0,18%	0,18%
	1,97	1	500	1,11%	1,28%
	4,72	2	250	2,64%	3,93%
	23,77	3	125	13,32%	17,25%
	118,30	4	62,5	66,31%	83,56%
Limo	5,72	5	31	3,21%	86,77%
	4,63	6	15,6	2,59%	89,36%
	4,08	7	7,8	2,29%	91,65%
	3,73	8	3,9	2,09%	93,74%
Argilla	3,26	9	2,0	1,83%	95,57%
	4,09	10	0,98	2,29%	97,87%
	3,81	< 10	< 0,98	2,13%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	83,56%	10,18%	6,26%

Note
3,92 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica



CONTROLLO K7

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		176,35
Peso umido (g)	Pu		216,46
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.

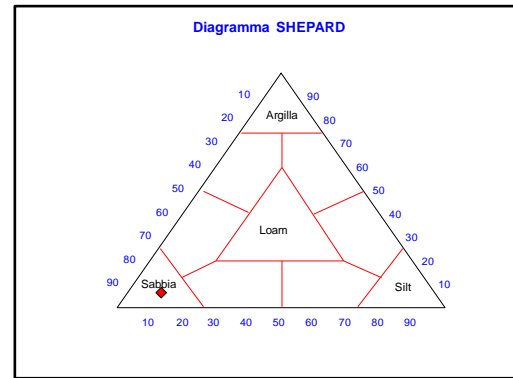
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,53
Classazione	σ_p	0,63
Asimmetria	S_{Kp}	0,04
Appuntimento	K_G	3,60
Mediana	Md	3,50

Percentile	ϕ
5°	2,09
16°	2,92
25°	3,12
50°	3,50
75°	3,87
84°	4,18
95°	8,71

	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	0,30	0	1000	0,17%	0,17%
	1,86	1	500	1,05%	1,22%
	4,60	2	250	2,61%	3,83%
	23,44	3	125	13,29%	17,12%
	116,88	4	62,5	66,28%	83,40%
Limo	5,71	5	31	3,24%	86,64%
	4,62	6	15,6	2,62%	89,26%
	4,08	7	7,8	2,31%	91,57%
	3,72	8	3,9	2,11%	93,68%
Argilla	3,26	9	2,0	1,85%	95,53%
	4,08	10	0,98	2,31%	97,84%
	3,80	< 10	< 0,98	2,16%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	83,40%	10,28%	6,32%

Note
3,87 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA - FI - MA
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	simmetrica
Appuntimento	estremamente leptocurtica

