

4S2B705 - MESSA IN SICUREZZA DI TRATTI CRITICI DEL LITORALE MARINO
DELL'EMILIA-ROMAGNA - PROGETTONE 4

**LOTTO 1 – MESSA IN SICUREZZA DI TRATTI CRITICI DEL LITORALE
NELLE PROVINCE DI RIMINI, FORLÌ-CESENA E RAVENNA CON
SABBIE SOTTOMARINE DA AREE OFF-SHORE
€ 19.620.500,00**



PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATI TECNICI

ALLEGATO E

RISULTATI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PROGETTONE 3

Decreto del Commissario del Governo 4 del 28 Ottobre 2016 L.R. N. 44/1995 E S.M.
AFFIDAMENTO ALL'ARPAE DEL MONITORAGGIO (MORFOLOGICO, SEDIMENTOLOGICO, AMBIENTALE) E REVISIONE DEI
CAPISALDI E DEFINIZIONE DI UNA STRUTTURA GEODETICA A SUPPORTO DEL MONITORAGGIO TOPOGRAFICO E
BATIMETRICO DELL'INTERVENTO "CI 4S2F304 – 08IR032/G3 COMUNI VARI- MESSA IN SICUREZZA DI TRATTI CRITICI DEL
LITORALE REGIONALE MEDIANTE RIPASCIMENTO CON SABBIE SOTTOMARINE – PROGETTONE 3

Monitoraggio ambientale dell'area di prelievo di sabbia al largo

Risultati della seconda campagna – Dicembre 2018



Responsabile attività: Dott.ssa Carla Rita Ferrari, Responsabile Struttura Oceanografica Daphne (S.O.D.) ARPAE Emilia Romagna

Hanno partecipato alle attività per Arpae - Struttura Oceanografica Daphne

Campionamento:

Dott.ssa Margherita Benzi

P.c. Enza Bertaccini

Dott. Maurizio Pascucci

Dott.ssa Cristina Mazziotti

Analisi granulometriche:

Dott.ssa Paola Martini

Analisi delle comunità bentoniche:

Dott.ssa Cristina Mazziotti

Elaborazione dati:

Dott.ssa Margherita Benzi

Dott.ssa Cristina Mazziotti

Dott.ssa Paola Martini

Stesura del testo:

Dott.ssa Cristina Mazziotti

Dott.ssa Margherita Benzi

Dott.ssa Paola Martini

Indice generale

1	INTRODUZIONE.....	5
2	SINTESI ATTIVITÀ RIPASCIMENTO 2016.....	6
2.1	Area di prelievo-dosso C1.....	6
2.2	Risultati caratterizzazione area di prelievo dosso C1-novembre 2015.....	7
2.3	Risultati del monitoraggio ambientale dell' area di prelievo di sabbia al largo – Prima campagna – agosto 2017.....	8
3	VARIABILI IDROLOGICHE ACQUISITE NELLA COLONNA D'ACQUA.....	10
3.1	Metodologie.....	10
3.1.1	Temperatura.....	11
3.1.2	Salinità.....	12
3.1.3	Clorofilla "a".....	13
3.1.4	Ossigeno disciolto.....	14
4	MATERIALI E METODI.....	15
4.1	Analisi granulometrica.....	15
4.2	Caratterizzazione delle popolazioni degli organismi bentonici con particolare riferimento al macrozoobenthos.....	16
4.2.1	Introduzione.....	16
4.2.2	Materiali e metodi.....	16
4.2.2.1	Modalità di prelievo e di trattamento del campione.....	16
4.2.2.2	Osservazione degli organismi.....	17
4.2.2.3	Analisi della comunità bentonica.....	17
4.2.2.4	Applicazione dell'indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index).....	18
4.2.2.5	Applicazione dell'indice M Ambi.....	18
4.2.2.6	Analisi MDS (Multi Dimensional Scaling).....	19
4.3	Popolamento ittico.....	20
5	COORDINATE GEOGRAFICHE.....	21
6	RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE: AREA AL LARGO.....	22
6.1	Analisi granulometrica.....	22
6.2	Analisi del macrozoobenthos.....	27
6.2.1	Struttura delle comunità bentoniche rinvenute nelle 9 stazioni.....	27
6.2.2	Applicazione Indice Ambi e M-Ambi.....	36
6.2.3	Analisi multidimensionale- MDS.....	38
6.2.4	Discussione.....	39
6.3	Popolamento ittico.....	42
7	CONCLUSIONI.....	45
8	BIBLIOGRAFIA.....	47

1 INTRODUZIONE

Il litorale emiliano-romagnolo è interamente costituito da spiagge basse e sabbiose, soggette a continue modificazioni dovute sia all'azione dei fattori influenti naturali che all'intervento antropico. A partire dai primi decenni del '900 questo litorale è stato interessato dal fenomeno dell'erosione delle spiagge. Per contrastare questo processo, sono stati realizzati più di 65 km di difese rigide, tra cui circa 40 km di scogliere parallele emerse. Per ridurre gli impatti ambientali legati a questo tipo di opere di difesa, nel 1983 la Regione ha dato il via ai primi interventi di ripascimento. Per circa 20 anni sono state utilizzate prevalentemente sabbie di cave a terra; poi, nel 2002 e nel 2007, la Regione Emilia-Romagna ha realizzato i primi due interventi di ripascimento con sabbie sottomarine, seguiti entrambi da opportuni piani di monitoraggio, per valutarne l'efficacia. In particolare si è sfruttato il dosso C1, collocato a una distanza dalla costa di 30 Mn e a una profondità (dalla cresta) di 39 m, che è stato oggetto di dragaggio sia nel 2002 (800.000 m³ prelevati su un'area di 2000x500 m) che nel 2007 (700.000 m³ su un'area di 1900x500 m) (Figura 1). L'altro giacimento di sabbia sfruttato in passato è il dosso A che dista dalla costa ferrarese 23 Mn e si trova alla profondità di 34 m: nel 2007 infatti furono prelevati 100.000 m³ su un'area di 500x380 m.

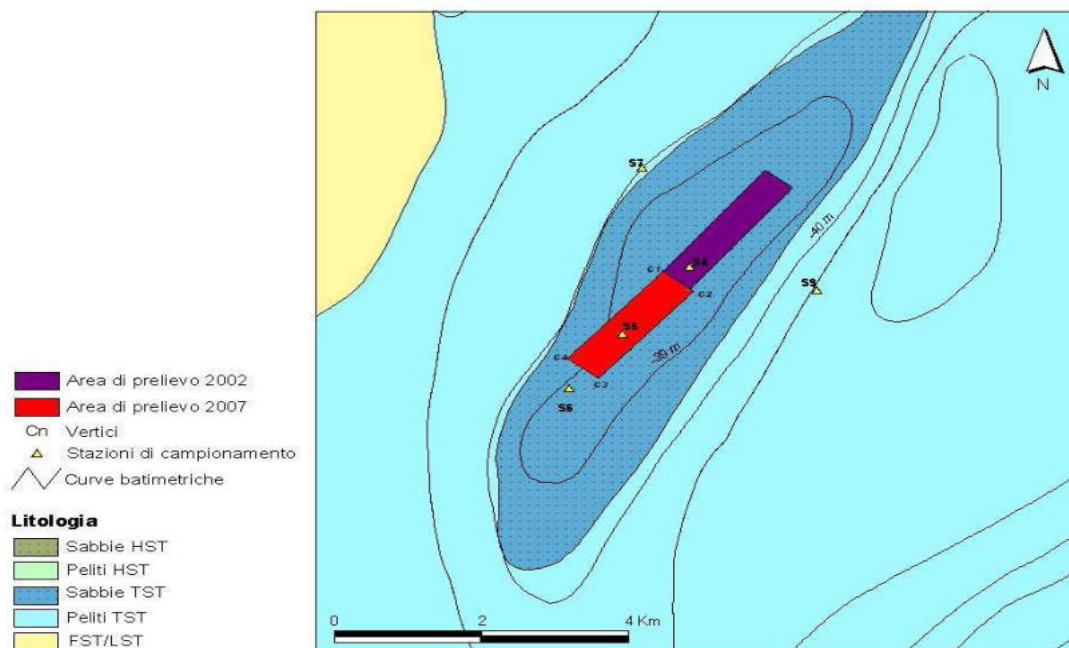


Figura 1: Area di prelievo C1

In questo contesto si colloca il terzo importante ripascimento, realizzato prima dell'apertura della stagione balneare 2016, e che ha interessato buona parte del litorale emiliano-romagnolo, dalla spiaggia di Misano Adriatico a quella di Lido di Spina.

2 SINTESI ATTIVITÀ RIPASCIMENTO 2016

2.1 Area di prelievo-dosso C1

L'attività di ripascimento è stata condotta utilizzando i sedimenti provenienti dal dosso C1 in quanto il loro contenuto di pelite non superava il 10%. Inoltre, in riferimento alle analisi chimiche, i sedimenti provenienti dal dosso C1 presentavano valori dei contaminanti inorganici entro i limiti previsti dalla legge (D.Lgs 260/10 Tabella 2/A) senza superare i valori degli LCB contenuti nel "Manuale per la movimentazione di sedimenti marini" APAT – ICRAM Ministero Ambiente Tabella 2.3A. Per quanto riguardava invece il giacimento A0 erano evidenti superamenti dei valori limite per il Cromo e per il Nichel e dalle analisi granulometriche risultava una composizione disomogenea, di cui soltanto una carota (AR00-04i) era composta per almeno il 90% di sabbia; nelle altre due carote analizzate il contenuto di pelite era troppo elevato e peraltro presente anche negli strati più profondi.

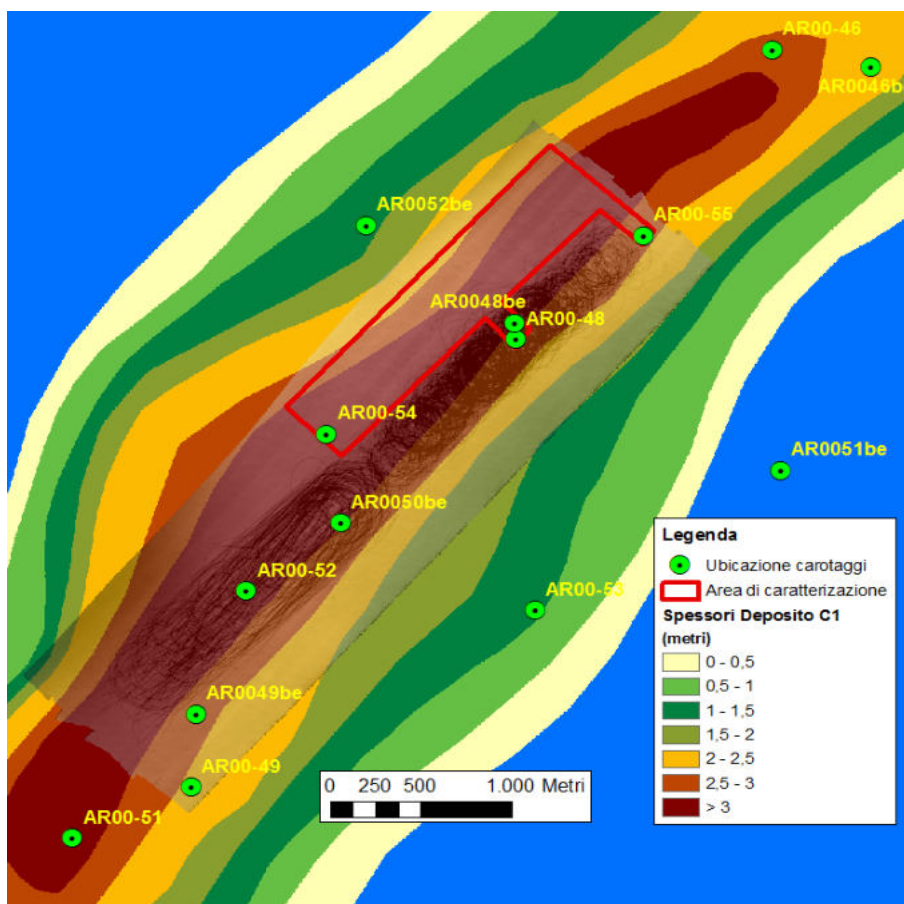


Figura 2: Area di prelievo C1. Immagine fornita da CNR-ISMAR Bologna

2.2 Risultati caratterizzazione area di prelievo dosso C1-novembre 2015

a) Per tutte le stazioni off-shore (interne ed esterne all'area di prelievo) sono state effettuate nella campagna di caratterizzazione le seguenti attività:

- determinazione della struttura della colonna d'acqua in termini di temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla "a" e torbidità;
- l'analisi granulometrica del sedimento superficiale (0-50 cm);
- la determinazione della struttura delle biocenosi di fondo (macrozoobenthos);
- una tirata di pesca per valutare il popolamento ittico demersale;

b) Nelle 3 stazioni all'interno dell'area C1, oltre alle predette determinazioni, sono state effettuate le seguenti analisi:

- la determinazione dei metalli pesanti nei sedimenti sia superficiali che profondi, lungo l'intera carota (livelli 0-50; 50-100; 100-150; 150-200);
- la determinazione dei pesticidi, IPA e PCB nei soli sedimenti superficiali (0-50 cm);
- la determinazione microbiologica (Coliformi fecali e totali, Streptococchi fecali, spore di Clostridi solfito-riduttori, Salmonelle, Miceti e Enterovirus) nei sedimenti superficiali;
- il contenuto di carbonio organico nel sedimento superficiale (0-50 cm);
- l'analisi ecotossicologica dei sedimenti superficiali (0-50 cm);

Le conclusioni sui risultati delle analisi sopra elencate sono di seguito sinteticamente riportate (vedi Relazione finale Arpae – febbraio, 2016).

- I controlli dei parametri idrologici della colonna d'acqua non hanno rilevato anomalie e il loro andamento rientrava nella normale distribuzione stagionale.
- In riferimento alle analisi granulometriche, i sedimenti del dosso C1 potevano essere utilizzati per il ripascimento delle spiagge emerse, in quanto il loro contenuto di pelite non superava in nessun caso il 10%.
- Dall'analisi condotta sulle comunità del macrozoobenthos non si erano evidenziate specie macrozoobentoniche di particolare pregio. Lo studio inoltre non aveva riportato anomalie nella composizione e strutturazione delle comunità, che appariva caratterizzata da organismi filtratori e detritivori superficiali (frazione dominante). Infine non si erano osservate differenze rilevanti a livello di comunità tra le stazioni di caratterizzazione (interne all'area di prelievo) e quelle esterne di controllo.
- La tirata di pesca ha rilevato come l'area investigata fosse caratterizzata da un substrato sabbioso con alta biodiversità e, da una preliminare osservazione, da assenza di alterazioni

dello stato di equilibrio ambientale/naturale che ha raggiunto in questa area lo stadio di "climax".

- In riferimento alle analisi chimiche, i sedimenti provenienti dal dosso C1 potevano essere utilizzati per il ripascimento delle spiagge emerse, in quanto i valori dei contaminanti organici e inorganici non superavano i valori limite (LCB) riportati nel "Manuale per la movimentazione di sedimenti marini" APAT – ICRAM 2007 (Tabella 2.3A) e rientrano nei limiti previsti dalla legge (DLgs 260/10 Tabella 2/A).
- I giudizi di tossicità derivanti dall'analisi ecotossicologica, elaborati secondo quanto indicato nel Manuale APAT-ICRAM 2007, avevano determinato la classificazione dei sedimenti dei campioni C1_AR00-48 e C1_AR00-55 nella Classe A della Tabella 2.4 del Manuale, mentre la stazione C1_AR00_54, in base ai risultati ottenuti con il saggio *Mytilus galloprovincialis*, ricadeva nella classe C della suddetta Tabella. Si ritiene comunque che tale risultato non infici il giudizio ponderato espresso.
- La determinazione microbiologica ha rilevato valori negativi per Coliformi fecali, Streptococchi fecali, spore di Clostridi solfito-riduttori, Salmonelle. Il contenuto in Miceti era basso e rientrava nell'intervallo previsto in letteratura. Gli Enterovirus aveva fornito assenza di effetto citopatico su colture di cellule BGM.

2.3 Risultati del monitoraggio ambientale dell' area di prelievo di sabbia al largo – Prima campagna – agosto 2017

Nei giorni del 9 e 10 agosto 2017, si è svolta la prima campagna di monitoraggio dell'Area Dosso C1 per valutare, ad un anno dal prelievo, lo stato ambientale del sito: si riportano di seguito in sintesi le conclusioni scaturite.

- I controlli dei parametri idrologici della colonna d'acqua non rilevavano anomalie ed il loro andamento rientrava nella normale distribuzione del periodo.
- L'analisi granulometrica ha mostrato come i campioni prelevati presentassero tra loro una composizione granulometrica molto simile, con la frazione sabbiosa (intorno al 90%) dominante su quella pelitica (limo + argilla). In particolare, la frazione granulometrica più abbondante per tutte le stazioni, risultava essere quella corrispondente all'intervallo della sabbia fine (0,180 – 0,125 mm). Anche per le stazioni di controllo si osservava il medesimo andamento pur con lievi variazioni del valore della moda. Dal confronto con le precedenti indagini del 2015, emergeva un generale aumento della composizione pelitica come normale conseguenza di un'attività importante di movimentazione di origine antropica. Gli incrementi delle frazioni più fini ed i conseguenti decrementi delle frazioni sabbiose rilevati comunque

non implicavano cambiamenti alla classificazione granulometrica.

- Nell'analisi del macrozoobenthos si assisteva ad una forte riduzione della Classe degli Anellida (Policheti). Al contrario, le Classi dei Mollusca e degli Arthropoda dominavano la comunità. La maggior presenza di specie sabulicole rilevata nella campagna B-Ex rispetto a quelle limicole appariva diminuita sia per un effetto generico di disturbo e sia per il lieve aumento della porzione pelitica. La campagna 2017, non evidenziava specie macrozoobentoniche di particolare pregio, né anomalie nella composizione e struttura delle comunità. Le stazioni interne all'area mostravano una diversità minore rispetto ai controlli e tra le stazioni di controllo la C1F e la C1A apparivano con un lieve disturbo. Infatti l'indice di Shannon era massimo nelle stazioni di controllo con valori da 3,46 a 3,75 e di molto più basso nelle stazioni impattate. In particolare l'indice assumeva il valore di 0,81 e 0,88 nelle stazioni C1_54 e C1_55, e di 1,5 nella stazione C1_48.
- La tirata di pesca effettuata sul lato Nord est della zona di escavo ha rilevato un impoverimento dell'area in termini quantitativi in particolare per le specie commerciali.

3 VARIABILI IDROLOGICHE ACQUISITE NELLA COLONNA D'ACQUA

3.1 Metodologie

Per ogni stazioni di campionamento è stata caratterizzata la colonna d'acqua da un punto di vista fisico mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (Figura 3), che azionata da un verricello è stata calata sulla verticale. I dati acquisiti (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH) sono stati trasmessi al computer di bordo, visualizzati su terminale, registrati e mediati per ogni metro di profondità. La trasparenza dell'acqua è stata misurata mediante il disco di Secchi (Figura 4). La concentrazione della clorofilla "a" è stata determinata utilizzando un fluorimetro "Sea Point" abbinato alla sonda le cui caratteristiche sono elencate, insieme a quelle della sonda Idronaut, in Tabella 1.



Figura 3 Sonda multiparametrica

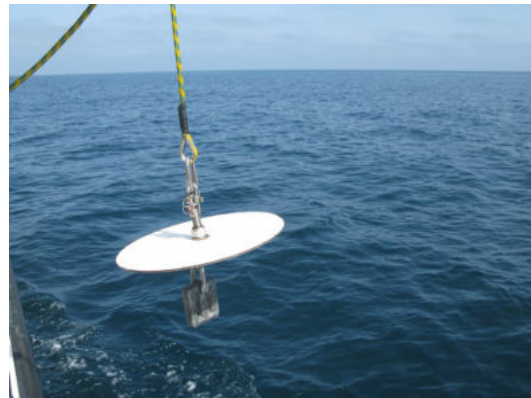


Figura 4 Disco di Secchi

Tabella 1: Caratteristiche della sonda multiparametrica

Tipo di sensori	Range	Accuratezza	Risoluzione	Costante di tempo
Pressione	0 – 200 dbar	0.2 % f.s.	0.03 %	50 ms
Temperatura	-3 - +50 °C	0.003 °C	0.0005 °C	50 ms
Conducibilità	0 – 64 mS/cm	0.003 mS/cm	0.001 mS/cm	50 ms
Ossigeno	0 – 50 ppm	0.1 ppm	0.01 ppm	3 s
	0 – 500% sat.	1%1% sat.	0.1% sat.	3 s
Torbidimetro	0 – 30 ftu	1% f. s.	ftu	1 s
Fluorimetro	0 – 30 µg/l	1% f. s.	0.1 µg/l	1 s

Di seguito vengono rappresentati graficamente i valori dei principali parametri acquisiti durante le attività di campionamento nelle 9 stazioni dell'area C1. L'acquisizione dei profili idrologici è stata effettuata nelle giornate di campionamento del 5 e 6 settembre 2018.

3.1.1 Temperatura

L'andamento della temperatura in superficie nelle varie stazioni mostra valori simili spiegabili per l'estrema vicinanza dei punti di campionamento, attestandosi in media intorno ai 25 °C.

Sul fondo le temperature registrate sono più basse di circa 10°C rispetto a quelle di superficie, sempre omogenee e si attestano sui 15°C (Figura 5).

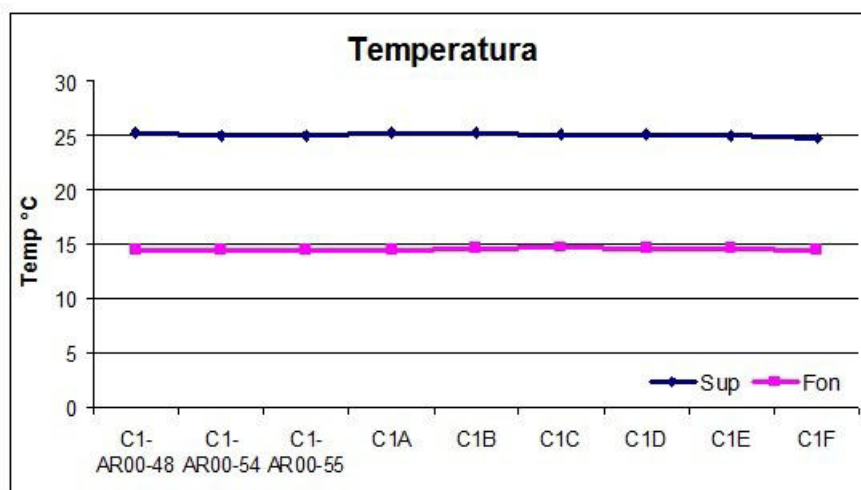


Figura 5 Andamento della temperatura (°C) in superficie (linea blu) e sul fondo (linea rosa) nelle stazioni di campionamento

I valori rilevati durante le attività risultano in linea con la condizione registrata lungo la costa nei monitoraggi di quel periodo; come desumibile dal grafico di Figura 6 il profilo della temperatura presenta valori più alti in superficie risentendo le masse d'acqua ancora del riscaldamento provocato dall'irraggiamento della radiazione solare.



Figura 6: Profilo di temperatura, salinità e ossigeno nella stazione C1F del 5 settembre 2018

3.1.2 Salinità

In Figura 7 è rappresentata la salinità rilevata nelle 9 stazioni di campionamento sia in superficie che sul fondo. I valori registrati tendono ad essere pressoché simili in tutte le stazioni con una differenza tra superficie e fondo di circa 1 psu; i dati si attestano su concentrazioni nella media del periodo.

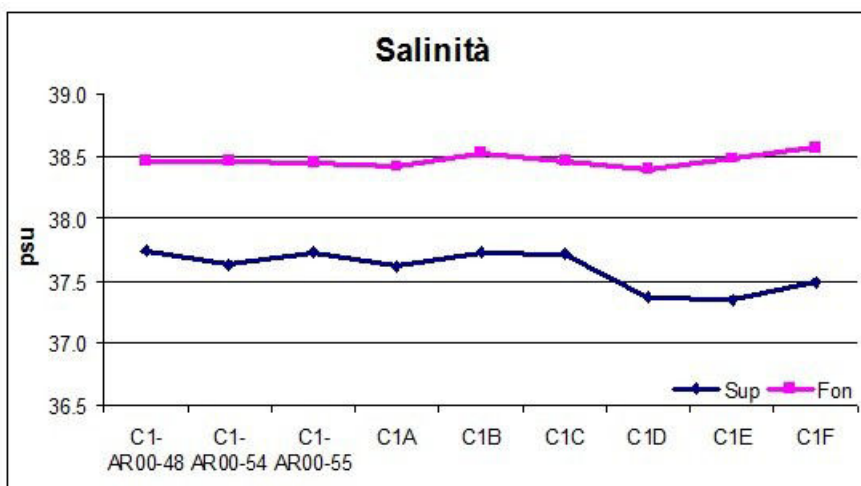


Figura 7 Andamento della salinità (psu) in superficie (linea blu) e sul fondo (linea rosa) nelle stazioni di campionamento

3.1.3 Clorofilla "a"

I dati di clorofilla "a" rilevati durante le attività di monitoraggio mostrano concentrazioni molto basse nelle stazioni campionate con differenze minime tra superficie e fondo (Figura 8) evidenziando, anche per questo parametro, una buona omogeneità lungo tutta la colonna. Le concentrazioni rimangono molto basse in linea con i valori del periodo evidenziando una buona condizione ambientale dell'ecosistema. I valori di clorofilla sul fondo risultano di poco più alti rispetto ai valori di superficie.

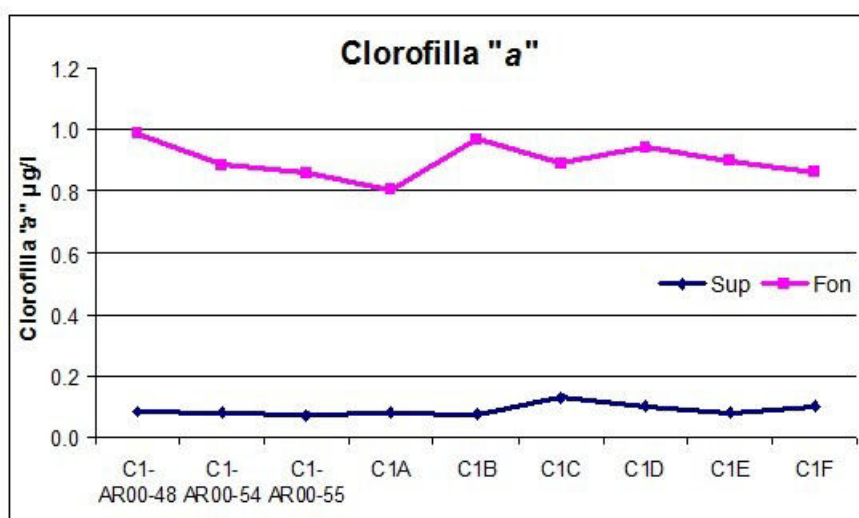


Figura 8 Andamento della clorofilla "a" (µg/l) in superficie (linea blu) e sul fondo (linea rosa) nelle stazioni di campionamento

3.1.4 Ossigeno disciolto

I dati elaborati nel grafico mostrano, per l'ossigeno disciolto, concentrazioni nella norma sia in superficie che a livello del fondale (Figura 9) rivelando una ottima ossigenazione lungo tutta la colonna d'acqua. In nessuna stazione si sono rilevate situazioni di criticità. I valori di ossigeno sul fondo risultano di poco più alti rispetto ai valori di superficie in linea con i valori di clorofilla (Figura 8).

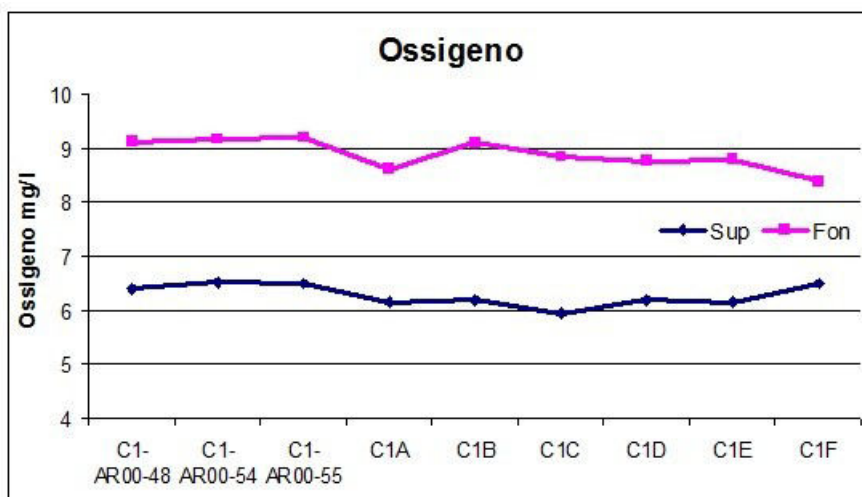


Figura 9 Andamento dell'ossigeno disciolto (mg/l) in superficie (linea blu) e sul fondo (linea rosa) nelle stazioni di campionamento

4 MATERIALI E METODI

4.1 Analisi granulometrica

La Tabella 2 riporta le metodologie analitiche di riferimento e la normativa internazionale relativa all'analisi granulometrica dei sedimenti.

Tabella 2: Metodologie analitiche di riferimento per l'analisi granulometrica

Determinazione	Metodo analitico
Analisi granulometrica	o "Metodologie analitiche di riferimento-Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)", Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Servizio Difesa Mare e ICRAM, p. 84.
	o ASTM E11 - 09e1 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.
	o ISO 3310-1:2000 Test sieves - Technical requirements and testing - Part 1: Test sieves of metal wire cloth.
	o ISO 13317-3:2001 Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods - Part 3: X-ray gravitational technique.

Ogni campione è stato trattato con una soluzione di perossido di idrogeno/acqua distillata (1:2) per 48 ore a temperatura ambiente al fine di facilitare la separazione dei granuli. Successivamente il sedimento è stato setacciato per via umida con acqua su setaccio da 63 μ m e le due frazioni ottenute sono state raccolte in due filtri separati, essiccate in stufa a 90°C ed infine pesate.

La frazione maggiore di 63 μ m (Scheletro e Sabbia) è stata vagliata, su vibrosetacciatore, con una pila di setacci conformi alle norme ASTM (luce netta μ m: 2000-1000-710-500-355-250-180-125-90-63). Al termine della setacciatura le aliquote relative ai diversi intervalli sono state pesate.

La Tabella 3 riporta gli intervalli studiati che sono stati caratterizzati per le frazioni maggiori di 0,063 mm. Le frazioni inferiori a 0,063 mm invece non sono state dettagliate come in tabella ma solo sommate in virtù del fatto che l'esigua quantità di frazione fine non richiedeva ulteriori approfondimenti analitici.

Tabella 3: Intervalli granulometrici indagati e relativa nomenclatura

Dimensione in Φ	Intervalli granulometrici (mm)	Nomenclatura italiana
<-1	>2	Ghiaia
-1÷-0,5	2÷1,4	Sabbia molto grossa
-0,5÷0,0	1,4÷1,0	Sabbia molto grossa
0,0÷0,5	1,0÷0,710	Sabbia grossa
0,5÷1,0	0,710÷0,500	Sabbia grossa
1,0÷1,5	0,500÷0,355	Sabbia media
1,5÷2,0	0,355÷0,250	Sabbia media
2,0÷2,5	0,250÷0,180	Sabbia fine
2,5÷3,0	0,180÷0,125	Sabbia fine
3,0÷3,5	0,125÷0,090	Sabbia molto fine
3,5÷4,0	0,090÷0,063	Sabbia molto fine

Dimensione in Φ	Intervalli granulometrici (mm)	Nomenclatura italiana
4,0÷4,5	0.063÷0.045	Limo grosso
4,5÷5,0	0.045÷0.032	Limo grosso
5,0÷5,5	0.032÷0.023	Limo medio
5,5÷6,0	0.023÷0.016	Limo medio
6,0÷6,5	0.016÷0.011	Limo fine
6,5÷7,0	0.011÷0.008	Limo fine
7,0÷7,5	0.008÷0.006	Limo molto fine
7,5÷8,0	0.006÷0.004	Limo molto fine
8,0÷8,5	0.004÷0.003	Argilla
8,5÷9,0	0.003÷0.002	Argilla
>9	<0.002	Argilla

I risultati analitici sono stati espressi in percentuale (rapporto fra peso secco della frazione granulometrica e peso secco del campione totale).

La composizione dello scheletro è stata indagata evidenziando la percentuale in peso di ghiaia e conchiglie.

4.2 Caratterizzazione delle popolazioni degli organismi bentonici con particolare riferimento al macrozoobenthos

4.2.1 Introduzione

Lo studio delle comunità macrozoobentoniche dei fondi marini viene soprattutto applicato nelle indagini degli ambienti perturbati, soggetti a diversi tipi di inquinamento o dei sistemi naturalmente ipossici. Gli studi che ne emergono riguardano sia descrizioni delle variazioni della struttura delle comunità bentoniche in relazione ai gradi di alterazione ambientale, sia metodi in grado di stabilire, con maggior o minor efficacia, il grado di alterazione sulla base delle caratteristiche strutturali della comunità. Infatti gli organismi bentonici, non potendo compiere grandi spostamenti, sono sottoposti per tutto il proprio ciclo vitale alle condizioni ambientali più o meno perturbate presenti nella zona, mostrando di conseguenza gli effetti dell'esposizione prolungata a diversi fattori ambientali e di inquinamento. Tali effetti si manifestano alterando la fisionomia del popolamento sia in termini di composizione in specie, sia in termini di rapporti di abbondanza.

4.2.2 Materiali e metodi

4.2.2.1 Modalità di prelievo e di trattamento del campione

Il prelievo dei campioni è stato effettuato mediante l'utilizzo della benna di Van Veen di 0,1 m² (Gambi *et al.*, 2003). In ogni stazione sono state effettuate tre repliche. Il campione rimosso dalla benna è stato posto in una bacinella di plastica di dimensioni appropriate a cui è stata aggiunta acqua di mare al fine di sciogliere meglio i piccoli noduli di sedimento argilloso eventualmente presenti. I campioni sono stati poi sottoposti a setacciatura allo scopo di eliminare l'acqua, il

sedimento e quanto altro non necessario per la ricerca in questione; tale operazione di vagliatura è stata effettuata con un setaccio in acciaio inossidabile con maglie certificate di 0,5 mm.

I campioni sono stati quindi trasferiti in barattoli di plastica di forma circolare opportunamente etichettati, successivamente sono stati fissati con una soluzione tamponata di formaldeide al 5% in cui sono stati lasciati per 48 ore; trascorso tale intervallo di tempo gli organismi sono stati estratti e sciacquati ed in seguito riposti in una soluzione conservante finale costituita da etanolo al 70%.

4.2.2.2 Osservazione degli organismi

La classificazione degli organismi è stata condotta sia con l'osservazione dell'animale intero allo stereoscopio (Nikon SMZ18) sia con la preparazione di vetrini su particolari anatomici osservati poi al microscopio ottico (Nikon Eclipse E100); questa ultima procedura è stata necessaria soprattutto per la classificazione di policheti e crostacei. Ai fini della ricerca sono stati presi in considerazione solo gli esemplari vivi al momento del campionamento e, per i policheti, sono quelli provvisti almeno del prostomio.



Foto 1 particolare della fase di separazione degli organismi (sorting)

L'elenco delle specie trovate ed il rispettivo numero di individui sono stati tabulati per ciascuna replica e stazione; in seguito, dopo aver valutato la qualità delle singole repliche, si è proceduto alla loro somma. Le abbondanze sono state poi rapportate alla superficie della benna usata e trasformate in densità (individui/m²): tali dati hanno costituito la base per le successive elaborazioni statistiche.

4.2.2.3 Analisi della comunità bentonica

I dati raccolti sono stati analizzati attraverso l'ausilio del Software, PRIMER 6 (Plymouth Routines Multivariate Ecological Research, Clarke & Warwick, 1994).

Alla matrice di dati normalizzati in radice quadra sono state quindi applicate alcune tecniche di analisi multivariata non parametrica.

4.2.2.4 Applicazione dell'indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index)

L'indice, proposto inizialmente da Borja *et al.* (2000) per stimare la qualità di ambienti marini estuariali lungo le coste dei Paesi Baschi, è stato in seguito ampiamente testato anche in altri ambienti costieri, non solo europei (Borja *et al.*, 2003; Salas *et al.*, 2004; Muniz *et al.*, 2005; Muxika *et al.*, 2005). Il metodo prevede la ripartizione delle specie bentoniche in cinque differenti gruppi ecologici sulla base della loro sensibilità o tolleranza ad un progressivo peggioramento della qualità delle acque: Gruppo I, specie sensibili; Gruppo II, specie indifferenti; Gruppo III, specie tolleranti; Gruppo IV, specie opportuniste di 2° ordine; Gruppo V specie opportuniste di 1° ordine.

L'indice viene calcolato considerando, per ogni campione, la percentuale di abbondanza in ciascun gruppo ecologico; maggior peso viene dato alle specie opportuniste (GV) la cui abbondanza è moltiplicata per un fattore 6 secondo la seguente formula:

$$AMBI = \{(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

Il valore dell'indice varia in modo continuo da 0, corrispondente ad una situazione in cui tutte le specie presenti appartengono al Gruppo I e si è quindi in condizioni non disturbate, a 6 quando tutti gli organismi appartengono a specie del gruppo V e l'ambiente è fortemente disturbato. In Tabella 4 vengono indicati gli intervalli di AMBI corrispondenti a differenti livelli di disturbo. L'indice è stato applicato ai dati in esame grazie all'utilizzo del software AMBI 4 disponibile in rete (www.azti.es).

Tabella 4: Valori di AMBI, corrispondenti livelli di disturbo e di condizioni della comunità bentonica

AMBI	GRUPPO ECOLOGICO DOMINANTE	GRADO DI DISTURBO DEL SITO	STATO DI SALUTE DELLA COMUNITÀ BENTONICA
0.0 < CB ≤ 0.2	I	assente	normale
0.2 < CB ≤ 1.2		assente	impoverito
1.2 < CB ≤ 3.3	III	lieve	sbilanciato
3.3 < CB ≤ 4.3		moderato	tendente ad alterato
4.5 < CB ≤ 5.0	IV-V	moderato	alterato
5.0 < CB ≤ 5.5		forte	tendente a pesantemente alterato
5.5 < CB ≤ 6.0	V	forte	fortemente alterato
6.0 < CB ≤ 7.0		estremo	sedimenti azoici

4.2.2.5 Applicazione dell'indice M Ambi

Qualche anno dopo, lo stesso gruppo di ricerca che ha proposto l'AMBI, propose un nuovo indice multivariato combinando l'AMBI con la ricchezza in specie (S) e la Diversità espressa come indice di Shannon (H), chiamandolo M-Ambi (Muxika *et al.*, 2007). Al momento l'indice M-Ambi è riconosciuto essere un metodo per valutare la qualità della comunità bentonica da molti Stati Membri dell'Unione Europea. Una volta calcolato il valore dell'indice è possibile riferirsi ad una scala di giudizio per la

classificazione: per poter fare questo bisogna usare delle "Condizioni di Riferimento" applicabili all'area di studio che rappresentino da un lato le condizioni ottimali (totale assenza di pressioni umane o molto bassa) e dall'altro le condizioni peggiori (ovvero massimo impatto di origine antropica).

4.2.2.6 Analisi MDS (Multi Dimensional Scaling)

L'applicazione di questa tecnica statistica richiede a priori la trasformazione della matrice di dati (lista delle specie ritrovate con le rispettive abbondanze) in una matrice di similarità o dissimilarità. Questa matrice diventa un diagramma in cui i campioni sono rappresentati da punti le cui distanze corrispondono alle relative similarità/dissimilarità: campioni più simili sono rappresentati da punti più vicini tra loro.

L'MDS (Multidimensional Scaling) è una delle tecniche di ordinamento disponibili che rappresentano i campioni di dati ecologici lungo una scala ovvero li ordinano in sequenza lungo uno o più assi continui. Il metodo parte da una matrice di similarità o dissimilarità tra coppie di campioni (nel nostro caso verrà usata una matrice di similarità di Bray Curtis). In base a tale matrice, un algoritmo pone tutti i campioni in uno spazio a due o tre dimensioni, dapprima casualmente, poi, attraverso un procedimento iterativo, ne ridefinisce le rispettive posizioni, fino ad arrivare alla rappresentazione grafica che meglio rispecchia l'informazione contenuta nella matrice di similarità. La bontà della rappresentazione può essere misurata dal coefficiente di stress che misura il grado di distorsione tra la rappresentazione tridimensionale e quella bidimensionale, (rappresentazioni accurate mostrano valori quanto più vicini a 0, mentre valori superiori a 0.2 sono normalmente indice di una rappresentazione distorta).

4.3 Popolamento ittico

La campagna di pesca a strascico è stata effettuata intorno all'area di dragaggio con l'utilizzo dell'attrezzo di pesca "Rapido" (Figura 10), con la finalità di rilevare la composizione degli organismi bentonici, la loro distribuzione quantitativa e disporre di una informazione preliminare antecedente l'intervento di dragaggio che permetterà in seguito di valutare da un lato gli effetti dell'intervento stesso e negli anni successivi il grado di ricolonizzazione e rinaturalizzazione del sito. Il campionamento, tenutosi il 04 aprile 2018, è stato svolto in modo regolare, sfruttando le condizioni del mare che risultava calmo. I dettagli tecnici della rete utilizzata sono riportati nella Tabella 5.

Tabella 5: Dati tecnici della rete a strascico impiegata (Rapido)

Rapido	Materiale	Legno/ferro zingato
	Dimensioni (cm)	1200x34
	Peso (kg)	80
Cavo da traino	Materiale	Acciaio inox
	Diametro (mm)	10
	Lunghezza (m)	300

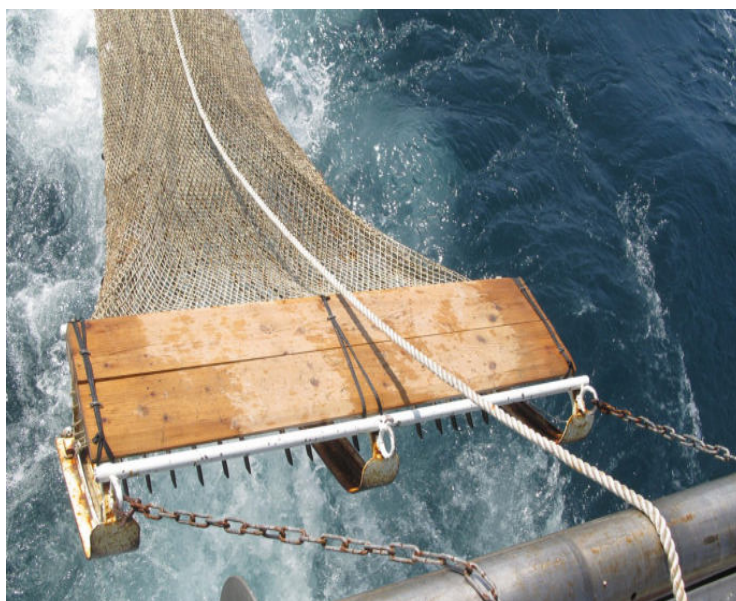


Foto 2: Rete a strascico impiegata (Rapido)

5 COORDINATE GEOGRAFICHE

Di seguito sono riportate le coordinate geografiche dei campioni prelevati al largo nel deposito C1, sia internamente che esternamente l'area di dragaggio.

Punti	Latitudine WGS84 (gg.ppdddd)	Longitudine WGS84 (gg.ppdddd)
AR00-55	44°29.2879	13°02.4022
AR00-48	44°28.9480	13°01.8841
AR00-54	44°28.6326	13°01.1109
C1_A	44°28.7569	13°02.1651
C1_B	44°28.6223	13°00.5495
C1_C	44°29.2676	13°01.2462
C1_D	44°29.5477	13°01.7444
C1_E	44°29.7576	13°02.1459
C1_F	44°29.2600	13°03.1016

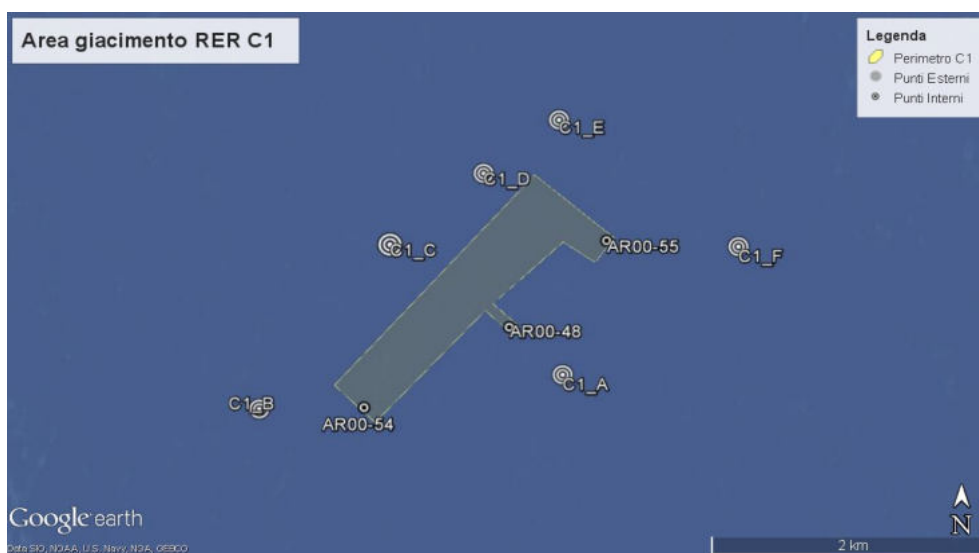


Figura 10: Stazioni di campionamento area al largo C1

6 RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE: AREA AL LARGO

6.1 Analisi granulometrica

Nella Tabella 6 è riportato (in percentuale) il contenuto di sabbia e pelite di ogni campione prelevato in superficie nel giacimento di sabbia relitta C1.

Tabella 6: Contenuto % di sabbia e pelite degli strati superficiali (area a largo C1)

Campione	Sabbia %	Pelite %
C1_AR00_48	94,4	5,6
C1_AR00_54	95,2	4,8
C1_AR00_55	94,1	5,9
C1A	94,9	5,1
C1B	94,7	5,3
C1C	90,2	9,8
C1D	88,9	11,1
C1E	90,4	9,6
C1F	89,5	10,5

In particolare in Tabella 7 e Tabella 8 sono riportati i risultati per tutti gli intervalli granulometrici previsti e sono espressi in percentuale di frequenza. Le dimensioni delle particelle granulometriche sono espresse in mm e/o in phi (ϕ) [$\phi = -\log_2$ (diametro espresso in mm)]. La % dello scheletro (frazione > 2mm), il cui valore ponderale è da considerarsi statisticamente poco significativo, è relativa all'intero campione mentre le percentuali di frequenza delle frazioni inferiori a 2 mm sono state riportate al 100% escludendo i frammenti conchigliari e i residui vegetali. La scala adottata per la classificazione è quella $\frac{1}{2}$ phi (ϕ) come previsto dal manuale (APAT-ICRAM, 2007).

Anche per la campagna del 2018, i campioni prelevati presentano una composizione granulometrica molto simile in tutte le aree, con la frazione sabbiosa che variando intorno al 90% predomina su quella pelitica (limo + argilla) (Tabella 6). In particolare, come si osserva in Tabella 7, la frazione granulometrica più abbondante per tutte le stazioni, è quella corrispondente all'intervallo della sabbia fine (0,180 – 0,125 mm). Anche per le stazioni di controllo si osserva dalla Tabella 8 il medesimo andamento pur con lievi variazioni del valore della moda che si sposta sull'intervallo 0,250 – 0,180 mm (vedi stazioni C1-C, C1-E e C1-F) (Figura 15). L'andamento riscontrato è del tutto simile a quello rilevato nel 2017.

Dal riscontro con le precedenti indagini degli anni 2015-2017, emergono dei residui aumenti della composizione pelitica (con un massimo di variazione intorno al 4%) per le stazioni C1-AR00-54, C1-C, C1-D, C1-E, C1-F (Figura 11). Le restanti stazioni C1-AR00-48, C1-AR00-55, C1-A, C1_B mostrano una lieve diminuzione della frazione pelitica.

Tabella 7: Intervalli granulometrici, classi di frequenza relativa e nomenclatura dell'area al largo C1 (area di dragaggio)

Dimensione in phi	Intervalli granulometrici	Nomenclatura italiana	Area C1		
			C1-AR00-48	C1-AR00-54	C1-AR00-55
phi	(mm)				
<-1	>2	Ghiaia	0,8*	0,4*	2,0*
-1÷0	2÷1	Sabbia molto grossolana	1,2	0,3*	3,1*
0÷0.5	1.0÷0.710	Sabbia grossolana	0,7*	0,1*	1,6*
0.5÷1.0	0.710÷0.500	Sabbia grossolana	0,9	0,2*	1,6
1.0÷1.5	0.500÷0.355	Sabbia media	1,8	0,4	3,1
1.5÷2.0	0.355÷0.250	Sabbia media	9,0	3	17,4
2.0÷2.5	0.250÷0.180	Sabbia fine	38,6	18	41,1
2.5÷3.0	0.180÷0.125	Sabbia fine	34,2	56,7	23,4
3.0÷3.5	0.125÷0.090	Sabbia molto fine	7,3	13,1	5,8
3.5÷4.0	0.090÷0.063	Sabbia molto fine	2,6	3,8	1,7
>4.0	<0.063	Limo+Argilla	5,6	4,8	5,9

* Frazione composta interamente da residui conchigliari. Percentuale relativa al campione complessivo.

Tabella 8: Intervalli granulometrici, classi di frequenza relativa e nomenclatura dell'area al largo C1 (area di controllo)

Dimensione in phi	Intervalli granulometrici	Nomenclatura italiana	Area C1					
			C1-A	C1-B	C1-C	C1-D	C1-E	C1-F
phi	(mm)							
<-1	>2	Ghiaia	0,4*	0,3*	1,8*	01,8*	1,8*	4,1*
-1÷0	2÷1	Sabbia molto grossolana	0,7*	0,5*	2,7*	2,4*	0,6*	3,6*
0÷0.5	1.0÷0.710	Sabbia grossolana	0.5*	0,4*	1,5*	1.4*	1,3*	1,6*
0.5÷1.0	0.710÷0.500	Sabbia grossolana	0,7	0,6	1,5	1,6	1,3	2,1*
1.0÷1.5	0.500÷0.355	Sabbia media	1,5	1,4	2,2	2,2	2,0	3,1
1.5÷2.0	0.355÷0.250	Sabbia media	7,5	6,6	9,4	8,1	8,8	7,1
2.0÷2.5	0.250÷0.180	Sabbia fine	32,5	33,3	35,1	32,7	34,8	18,6
2.5÷3.0	0.180÷0.125	Sabbia fine	41,6	43,7	31,3	32,5	33,0	41,2
3.0÷3.5	0.125÷0.090	Sabbia molto fine	8,5	7,4	8,0	8,9	8,0	13,8
3.5÷4.0	0.090÷0.063	Sabbia molto fine	2,6	1,7	2,7	2,9	2,5	3,6
>4.0	<0.063	Limo+Argilla	5,1	5,3	9,8	11,1	9,6	10,5

* Frazione composta interamente da residui conchigliari. Percentuale relativa al campione complessivo.

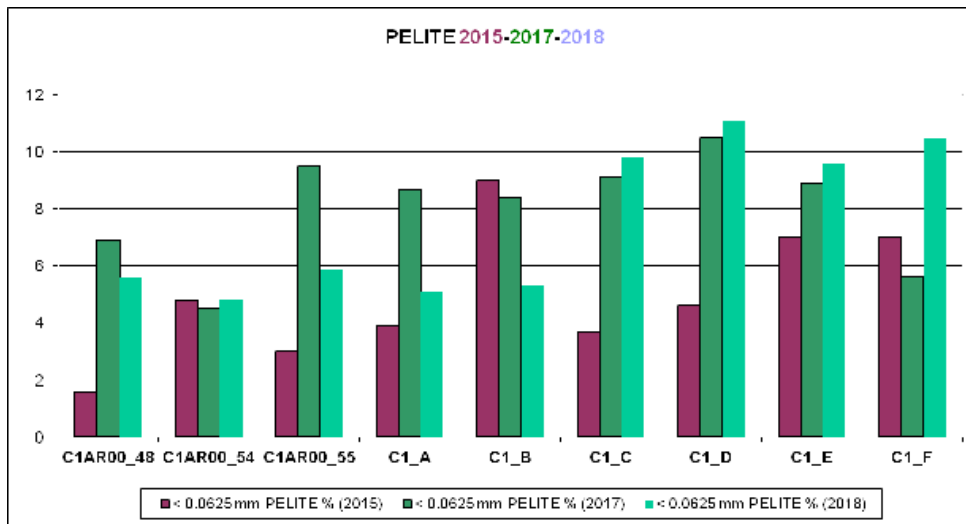


Figura 11: Percentuali di pelite 2015- 2017

Al fine di confrontare le variazioni granulometriche tra le campagne del 2015 del 2017 e del 2018, vengono comparate in Figura 12, Figura 13 e Figura 14 le classi degli intervalli granulometrici che vanno dalla sabbia grossa (0,710 mm) alla sabbia molto fine (< 0,063 mm).



Foto 3 Vibrosetacciatore e relativi setacci utilizzati

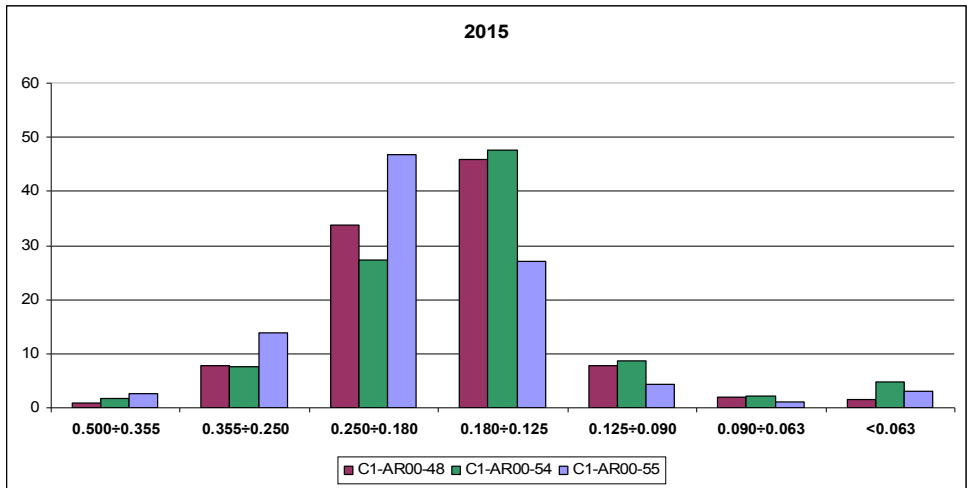


Figura 12: Frazioni granulometriche per le stazioni di prelievo - 2015

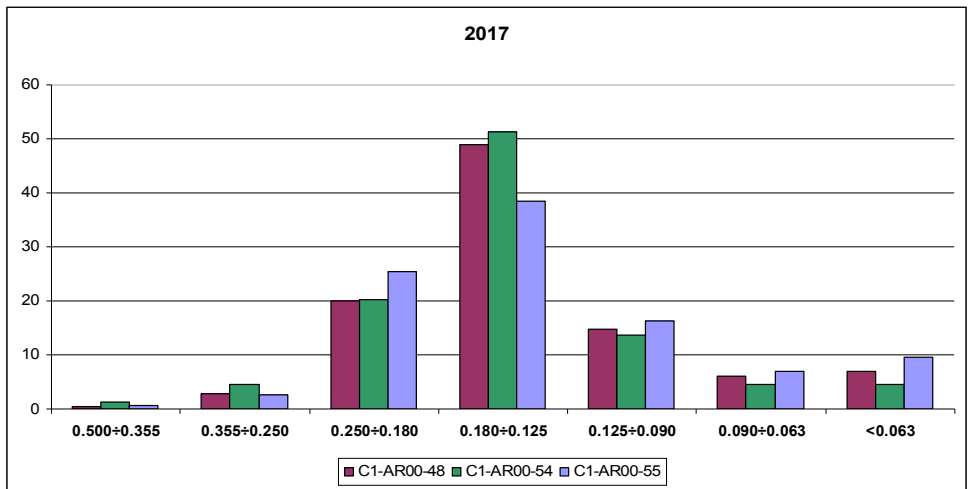


Figura 13: Frazioni granulometriche per le stazioni di prelievo - 2017

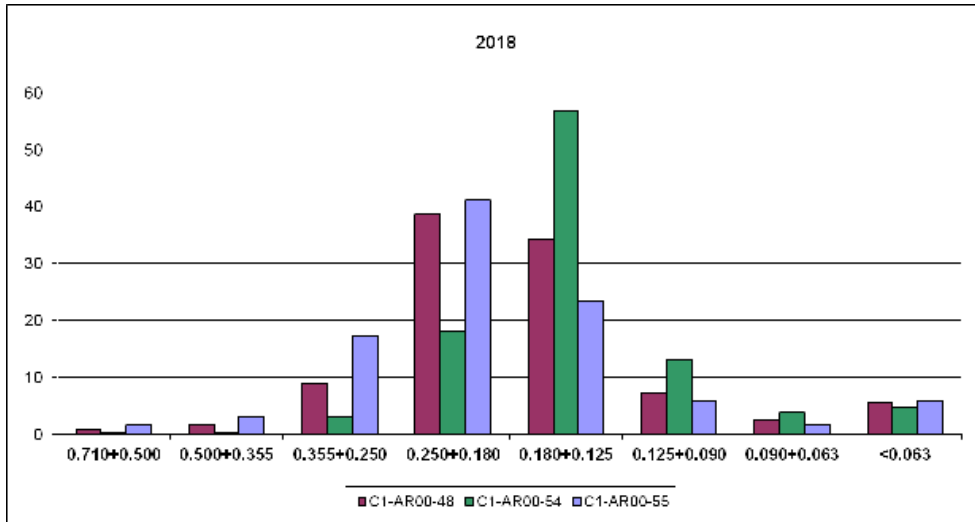


Figura 14: Frazioni granulometriche per le stazioni di prelievo - 2018

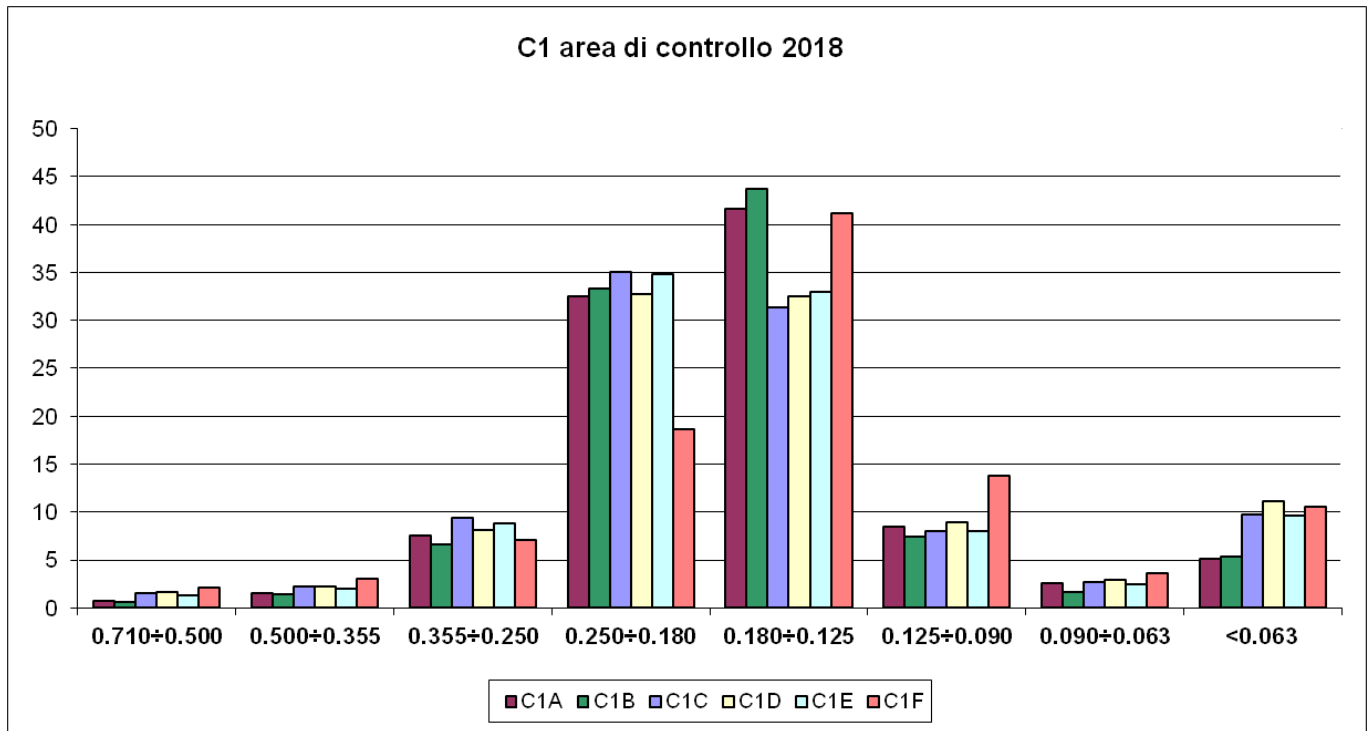


Figura 15: Frazioni granulometriche - stazioni Area di controllo - 2018

Dal confronto tra le varie campagne, non si osservano apprezzabili differenze nella classificazione granulometrica. Il sistema, anche se sottoposto alla movimentazione generata sia dalle correnti di fondo che dalla interferenza della pesca condotta con mezzi impattanti il fondale, mantiene una strutturazione omogenea nel tempo.

6.2 *Analisi del macrozoobenthos*

6.2.1 *Struttura delle comunità bentoniche rinvenute nelle 9 stazioni*

Le comunità costruiscono nell'arco del tempo e dello spazio dei rapporti interspecifici ed intraspecifici in conseguenza delle relazioni trofiche, di convivenza, predazione e di riproduzione che stabiliscono; conseguentemente le loro abbondanze variano anche nell'arco dell'anno ed assumono una significativa importanza.

Nella campagna effettuata presso le aree esaminate sono state rinvenute un totale di 158 specie, di cui 45 Anellida, 55 Arthropoda, 1 Cnidaria, 10 Echinoderma, 46 Mollusca e 1 Sipuncula. Nella Tabella 9 si riportano il numero di specie per Phylum ritrovate nelle rispettive stazioni. La stazione in cui è stato ritrovato il minor numero di specie è stata anche in questa campagna la C1_48 con 48 specie. Fra le stazioni di controllo C1_D e C1_F hanno mostrato il più alto numero di specie con 67 e 63 specie rispettivamente; la stazione C1_54, tra quelle dell'impatto, ha mostrato il maggior numero di specie (67) a fronte di un 37 registrato l'anno scorso che ha rappresentato anche il minimo assoluto.

Tabella 9: Numero di specie rinvenute

Phylum	C1_48	C1_54	C1_55	C1A	C1B	C1C	C1D	C1E	C1F
Anellida	7	24	12	11	12	15	17	11	21
Arthropoda	22	22	23	23	19	20	26	29	18
Mollusca	15	15	19	15	15	19	19	15	20
Cnidaria							1	1	
Echinoderma	3	5	2	2	3	1	4	4	4
Sipuncula	1	1							
Totale	48	67	56	51	49	55	67	60	63

Nello studio di una comunità ecologica (sia animale che vegetale), il numero di specie rappresenta l'indicazione più semplice della loro biodiversità (Tabella 10). Il campione stesso però fornisce delle ulteriori informazioni e precisamente le abbondanze relative delle diverse specie, cioè le percentuali con cui le varie specie sono presenti nel campione. È facile quindi capire che anche le abbondanze relative (riportate nella tabella sottostante), oltre al numero di specie, concorrono a definire il grado di diversità di un ecosistema. La storia dell'ecologia ci testimonia una ricca ricerca nello studio di indici che possano considerare contemporaneamente il numero di specie e le loro abbondanze nel tentativo di misurare i loro pesi e di esprimerne un valore sintetico rapportabile ad una scala. A tal proposito si analizzano le comunità attraverso l'uso di indici di diversità che comprendono quanto sopra detto e ne sintetizzano gli aspetti principali.

Tabella 10: Elenco specie con relative densità (ind./m²)

CLASSI	TAXON	AUTORE	C1-AR00 -48	C1-AR00 -54	C1-AR00 -55	C1A	C1B	C1C	C1D	C1E	C1F	
Anellida	<i>Glycera alba</i>	(O.F. Muller, 1774)		17.9	29.8	11.9	8.9	20.8	23.8	3.0	29.8	
	<i>Glycera capitata</i>	Oersted, 1843		6.0				3.0				
	<i>Glycera unicornis</i>	Savigny, 1818						6.0				
	<i>Lumbrineris latreilli</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1834	3.0				3.0	6.0	3.0		6.0	
	<i>Magelona alleni</i>	Wilson, 1958		3.0		3.0	3.0		3.0			
	<i>Maldane sarsi</i>	Malmgren, 1865			3.0						3.0	
	<i>Mysta picta</i>	(Quatrefages, 1865)		3.0	6.0						6.0	
	<i>Nephtys hombergi</i>	Savigny, 1818						3.0	3.0		11.9	
	<i>Pectinaria koreni</i>	(Malmgren, 1866)		11.9							3.0	
	<i>Pherusa monilifera</i>	(Delle Chiaje, 1841)		3.0							3.0	
	<i>Phylo foetida</i>	(Claparède, 1870)								3.0		
	<i>Prionospio caspersi</i>	Laubier, 1962		3.0								
	<i>Sternopsis scutata</i>	(Renier, 1807)						3.0		3.0		
	<i>Sigalion mathildae</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1832	20.8		3.0	6.0	3.0	11.9	11.9	8.9	3.0	
	<i>Harmothoe ljugnani</i>	(Malmgren, 1867)								3.0	3.0	
	<i>Sigambra tentaculata</i>	(Treadwell, 1941)		3.0					3.0		3.0	
	<i>Sthenelais boa</i>	(Johnston, 1833)		6.0		14.9					6.0	
	<i>Euclymene</i> sp.										3.0	
	<i>Cirratulidae</i> indet.			6.0			6.0	3.0		6.0	3.0	
	<i>Serpula vermicularis</i>	Linnaeus, 1767			6.0							
	<i>Capitellidae</i> indet.	Blainville, 1828			3.0						3.0	
	<i>Marphysa bellii</i>	(Audouin & Milne-Edwards, 1833)			35.7		6.0	8.9	14.9	6.0	8.9	
	<i>Euclymene palermitana</i>	(Grube, 1840)			6.0						3.0	
	<i>Magelona johnstoni</i>	Fiege, Licher & Mackie, 2000								3.0		
	<i>Megalomma lanigera</i>	(Grube, 1846)					3.0		6.0			
	<i>Micronephthys stammeri</i>	(Auger, 1932)			3.0							
	<i>Goniada maculata</i>	Orsted, 1843		17.9	6.0		26.8	11.9	17.9	8.9	26.8	3.0
	<i>Hyalinoecia fauveli</i>	Rioja, 1918		11.9			3.0	11.9	11.9	20.8	3.0	17.9
	<i>Harmothoe johnsoni</i>	(McIntosh, 1876)			8.9				3.0			
	<i>Euchone rosea</i>	Langerrhans, 1884			6.0							
	<i>Syllidae</i> indet.	Grube, 1850			8.9	3.0		3.0			3.0	
	<i>Lysidice unicornis</i>	(Grube, 1840)			3.0			6.0	3.0	3.0	11.9	
	<i>Lysidice ninetta</i>	Audouin & H Milne Edwards, 1833			3.0							
	<i>Aricidea (Acmira) assimilis</i>	Tebble, 1959			6.0				3.0	3.0	3.0	
	<i>Orbinia sertulata</i>	Savigny, 1822					3.0					
	<i>Neolanira tetragona</i>	(Orsted, 1845)				3.0						
	<i>Ditrupe arietina</i>	O. F. Müller, 1776		6.0	190.5	6.0	8.9				3.0	
	<i>Chaetozone gibber</i>	Woodham & Chambers, 1994			23.8	11.9	8.9	11.9	6.0	6.0	6.0	3.0
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Saint Joseph, 1899							3.0			
	<i>Ampharete lindstroemi</i>	Malmgreen, 1867			6.0	3.0					3.0	
	<i>Mediomastus capensis</i>	Day, 1869								3.0		
	<i>Aponuphis brementi</i>	(Fauvel, 1916)			3.0							
	<i>Laetmonice hystrix</i>	(Savigny in Lamarck, 1818)		3.0								
	<i>Spirobranchus triqueter</i>	(Linnaeus, 1758)			3.0							
	<i>Aphroditidae</i> indet.					3.0	3.0					
	Arthropoda	<i>Ampelisca diadema</i>	Costa, 1853	44.6	14.9	23.8	35.7	29.8	20.8	26.8	68.5	14.9
		<i>Diogenes pugilator</i>	(Roux, 1829)			3.0						
		<i>Iphinoe tenella</i>	J.O.Sars, 1878		6.0		6.0		3.0	3.0		6.0
		<i>Pariambus typicus</i>	(Kroyer, 1844)				23.8	6.0		3.0	11.9	
		<i>Alpheus glaber</i>	(Olivi, 1792)									20.8
<i>Iphinoe</i> sp.		Bate, 1856	3.0					3.0				
<i>Iphinoe serrata</i>		Norman, 1867								3.0		
<i>Liocarcinus depurator</i>		(Linnaeus, 1758)		3.0	3.0	6.0						
<i>Leucothoe incisa</i>		(Robertson, 1892)		3.0	6.0	3.0	23.8	14.9	6.0	3.0	26.8	3.0
<i>Microprotopus maculatus</i>		Norman, 1867						3.0	3.0		8.9	
<i>Urothoe poseidonis</i>		Reibisch, 1905			8.9	8.9						
<i>Perioculodes longimanus longimanus</i>		(Bate & Westwood, 1868)		6.0	11.9		20.8		3.0	17.9	23.8	
<i>Siphonocetes dellavallei</i>		Stebbing, 1899			3.0				8.9		8.9	
<i>Processa novelli novelli</i>		Al-Adhub & Williamson, 1975		8.9		3.0	3.0			3.0	3.0	
<i>Orchomenella nana</i>		(Kroyer, 1846)									3.0	
<i>Lepidocreum longicorne</i>		(Bate & Westwood, 1861)				3.0						
<i>Pontocrates altamarinus</i>		(Bate & Westwood, 1862)					3.0			8.9	3.0	
<i>Hippomedon massiliensis</i>		Bellan-Santini, 1965		6.0		11.9	20.8	11.9	8.9	8.9	3.0	6.0
<i>Upogebia pusilla</i>		(Petagna, 1972)							3.0			
<i>Ebalia cranchii</i>		Leach, 1817								3.0	3.0	

CLASSI	TAXON	AUTORE	C1-AR00-48	C1-AR00-54	C1-AR00-55	C1A	C1B	C1C	C1D	C1E	C1F
	<i>Apeudopsis mediterraneus</i>	(Bacescu, 1961)	6.0					3.0			
	<i>Pontocrates arenarius</i>	(Bate, 1858)	3.0	14.9	11.9	17.9	3.0		3.0	23.8	11.9
	<i>Apolochus neapolitanus</i>	(Della Valle, 1893)								3.0	
	<i>Crangon crangon</i>	(Linnaeus, 1758)							3.0		
	<i>Urothoe elegans</i>	(Bate, 1857)			11.9	8.9	11.9				
	<i>Metaphoxus simplex</i>	(Bate, 1857)	8.9	6.0	8.9	8.9	6.0		11.9	35.7	8.9
	<i>Diastylis rugosa</i>	Sars, 1865	3.0	8.9		8.9	3.0	3.0		11.9	
	<i>Urothoe intermedia</i>	Bellan-Santini & Ruffo, 1986	14.9	8.9	11.9		6.0		3.0	14.9	26.8
	<i>Photis longicaudata</i>	(Bate & Westwood, 1862)	74.4	26.8	35.7	74.4	29.8	26.8	32.7	89.3	
	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	(Bate, 1857)			3.0						
	<i>Harpinia crenulata</i>	(Boeck, 1871)	3.0	6.0	3.0	32.7			11.9	44.6	6.8
	<i>Medicorophium rotundirostre</i>	(Stephensen, 1915)	8.9	11.9	11.9		23.8	3.0	17.9	8.9	3.0
	<i>Lysianassa pilicornis</i>	(Heller, 1866)	8.9		17.9	6.0				6.0	
	<i>Phtisica marina</i>	Slabber, 1769	14.9	32.7	6.0		3.0	3.0	8.9	29.8	8.9
	<i>Galathea intermedia</i>	Lilljeborg, 1851		3.0				8.9			
	<i>Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne</i>	(Bate, 1858)							3.0		
	<i>Apseudes holthuisi</i>	Bacescu, 1961			6.0				6.0	3.0	6.0
	<i>Apeudopsis acutifrons</i>	(Sara, 1882)	157.7	89.3	62.5	175.6	77.4	32.7	62.5	86.3	26.8
	<i>Bodotria arenosa</i>	Goodsir, 1843	3.0	6.0	3.0	3.0	8.9	3.0	14.9	3.0	6.0
	<i>Idotea metallica</i>	Bosc, 1802		3.0							
	<i>Natalona neglecta</i>	(Hansen, 1890)					6.0	3.0		3.0	3.0
	<i>Ghathia phallonajopsis</i>	Monod, 1925		3.0					3.0	3.0	
	<i>Apeudopsis latreillii</i>	(Milne Edwards, 1828)					14.9				
	<i>Mysida</i> indet.		3.0	8.9		6.0				3.0	
	<i>Ampelisca</i> spp.	Kroyer, 1842				6.0	8.9				
	<i>Cumella limicola</i>	Sars, 1879	8.9			11.9	3.0		3.0	6.0	
	<i>Apeudopsis hastifrons</i>	(Norman & Stebbing, 1886)	3.0		3.0				6.0	6.0	
	<i>Lysianassina longicornis</i>	Lucas, 1846		6.0							
	<i>Decapoda</i> indet.	Latreille, 1802			3.0						
	<i>Ebalia tumefacta</i>	(Montagu, 1808)									3.0
	<i>Urothoe</i> sp.	Dana, 1852				3.0					
	<i>Medicorophium runcicorne</i>	Della Valle, 1893)				3.0					
	<i>Nymphon</i> sp.	Fabricius, 1794				3.0		6.0	17.9	3.0	
	<i>Processa</i> spp.	Leach, 1815							3.0		
	<i>Campylaspis</i> sp.	G.O. Sars, 1865								3.0	
Cnidaria	<i>Edwardsia claparedii</i>	Panceri, 1869							11.9	3.0	
Echinoderma	<i>Amphiura chiajei</i>	Forbes, 1843		3.0					3.0		
	<i>Trachythyone elongata</i>	Duben-Koren, 1844					3.0				
	<i>Ophiura grubei</i>	Heller, 1863	11.9	20.8	14.9	11.9	8.9	20.8	14.9	14.9	23.8
	<i>Amphiura filiformis</i>	O.F.Muller, 1776	3.0						8.9	3.0	8.9
	<i>Astropecten irregularis</i>	(Delle Chiaje, 1825)		3.0							
	<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)		3.0						3.0	
	<i>Trachythyone tergestina</i>	(M. Sars, 1857)									3.0
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	(Abildgaard in O.F. Muller, 1789)	3.0	3.0	11.9					14.9	
	<i>Oosteregrina digitata</i>	Montagu, 1815							3.0		3.0
	<i>Asterina gibbosa</i>	(Pennant, 1777)				3.0	3.0				
Mollusca	<i>Abra alba</i>	(Wood W., 1802)	3.0		6.0			3.0		8.9	6.0
	<i>Abra prismatica</i>	(Montagu, 1808)	6.0								
	<i>Aequipecten opercularis</i>	(Linnaeus, 1758)						3.0			3.0
	<i>Chamelea gallina</i>	(Linné, 1758)					3.0	6.0			
	<i>Corbula gibba</i>	(Olivi, 1792)	6.0	8.9	3.0	11.9	3.0	3.0	3.0	20.8	8.9
	<i>Cylichna cylindracea</i>	(Pennant, 1777)						8.9	3.0		6.0
	<i>Nucula nitidosa</i>	(Winckworth, 1930)	14.9	8.9		11.9	8.9	23.8	11.9	8.9	6.0
	<i>Tellina distorta</i>	(Poli, 1791)	32.7	17.9	17.9	6.0	20.8		8.9	8.9	3.0
	<i>Tellina nitida</i>	(Poli, 1791)			3.0				6.0	6.0	6.0
	<i>Thracia papyracea</i>	(Poli, 1791)									
	<i>Lucinella divaricata</i>	(Linnaeus, 1758)		6.0		8.9	3.0				
	<i>Turritella communis</i>	(Risso, 1826)	8.9			17.9					
	<i>Eulima glabra</i>	(Da Costa, 1778)						3.0			
	<i>Saxicavella jeffreysi</i>	(Winckworth, 1930)					3.0				
	<i>Phaxas adriaticus</i>	(Coen, 1993)	26.8	3.0	3.0	3.0	14.9	6.0	6.0	6.0	3.0
	<i>Pitar rudis</i>	(Poli, 1795)	6.0	6.0	8.9	14.9	6.0	6.0	3.0	8.9	
	<i>Spisula subtruncata</i>	(Da Costa, 1778)		3.0	6.0	3.0	3.0				3.0
	<i>Calyptraea chinensis</i>	(Linné, 1758)		3.0	3.0	11.9					
	<i>Hiatella arctica</i>	(Linné, 1767)	11.9	6.0	11.9		3.0	3.0	6.0		3.0
	<i>Parvicardium minimum</i>	(Philippi, 1836)	3.0		6.0	6.0			3.0	6.0	35.7
	<i>Thyasira flexuosa</i>	(Montagu, 1803)	3.0								
	<i>Volvulella acuminata</i>	(Bruguère, 1792)							3.0		
	<i>Gari fervensis</i>	(Gmelin, 1791)		3.0	6.0				3.0		6.0
	<i>Kurtiella bidentata</i>	(Montagu, 1803)								3.0	
	<i>Euspira nitida</i>	(Donovan, 1804)			6.0			3.0	3.0	3.0	
	<i>Politapes rhomboides</i>	(Pennant, 1777)							6.0		
	<i>Mangelia tenuicosta</i>	(Brugnone, 1862)				6.0		3.0			
	<i>Timoclea ovata</i>	(Pennant, 1777)	65.5	35.7	128.0	92.3	20.8	38.7	14.9	65.5	133.9
	<i>Clausinella fasciata</i>	(Da Costa, 1778)	3.0								
	<i>Pandora pinna</i>	(Montagu, 1803)			3.0			8.9	3.0	14.9	11.9
	<i>Myrtea spinifera</i>	(Montagu 1803)	14.9		8.9	11.9	20.8	17.9	29.8	32.7	32.7
	<i>Ensis ensis</i>	(Linnaeus, 1758)		3.0	3.0			3.0			
	<i>Eulima bilineata</i>	Alder, 1848					3.0	6.0			

CLASSI	TAXON	AUTORE	C1-AR00-48	C1-AR00-54	C1-AR00-55	C1A	C1B	C1C	C1D	C1E	C1F
	<i>Roxania utriculus</i>	(Brocchi, 1814)									3.0
	<i>Pseudotorinia architae</i>	(O.G. Costa, 1841)		8.9							
	<i>Solemya togata</i>	(Poli, 1791)			3.0	3.0					3.0
	<i>Arca noae</i>	Linnaeus, 1758						3.0	3.0		6.0
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	(Poli, 1795)		3.0	6.0						
	<i>Modiolula phaseolina</i>	(Philippi, 1844)	3.0								
	<i>Anomia ephippium</i>	Linnaeus, 1758		3.0							
	<i>Thyasira biplicata</i>	Philippi, 1836				11.9	3.0	11.9	17.9	3.0	
	<i>Politapes aureus</i>	(Gmelin, 1791)								3.0	
	<i>Tellina serrata</i>	Brocchi, 1814					3.0				3.0
	<i>Musculus subpictus</i>	(Caintraine, 1835)			3.0						
	<i>Similipecten similis</i>	(Laskey, 1811)									3.0
	<i>Hermania scabra</i>	(O.F. Muller, 1784)							3.0		
Sipuncula	<i>Aspidosiphon muelleri muelleri</i>	Diesing, 1851	3.0	3.0							

Stazione C1_AR00_48 – Descrizione della comunità

Nella stazione C1_AR00_48 sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 48.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 7 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 22 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state rinvenute 15 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate 3 specie. Per il Phylum degli **CNIDARIA** è stata riscontrata solo 1 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa (Figura 16) si evidenzia la predominanza del Phylum dei Arthropoda 46% seguito da quello dei Mollusca (31%) e Anellida (15%); seguono gli Echinoderma (6%).

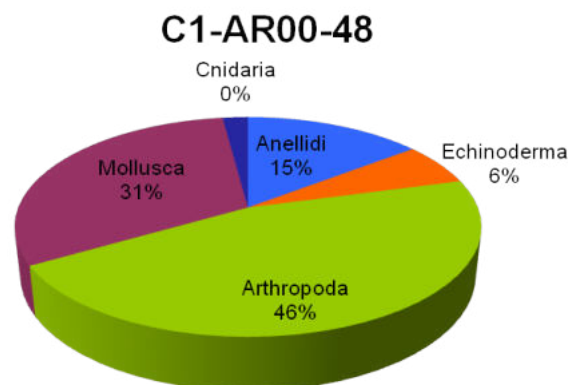


Figura 16: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1_AR00_54 – Descrizione della comunità

Nella stazione C1_AR00_54 sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 67.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 24 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 22 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state classificate 15 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate solo 5 specie. Per il Phylum dei **SIPUNCULA** è stata riscontrata solo 1 specie. Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa (Figura 17) si evidenzia la predominanza del Phylum degli Anellida 35% seguito da quello degli Arthropoda (32%), quello dei Mollusca (24%) e infine quello degli Echinoderma (7%).

C1-AR00-54

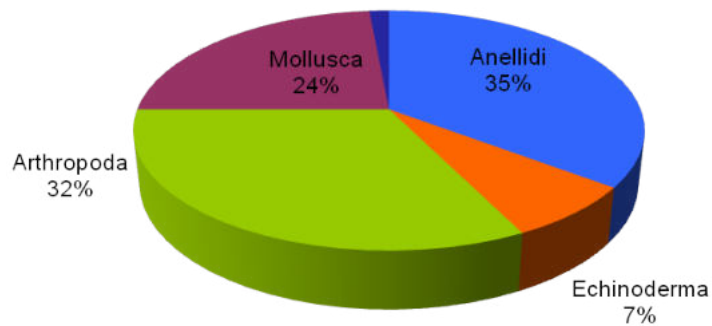


Figura 17: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1_AR00_55 – Descrizione della comunità

Nella stazione C1_AR00_55 sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 56.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 12 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 23 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state rinvenute 19 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate solo 2 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa (Figura 18) si evidenzia la predominanza del Phylum degli Arthropoda (41%) seguito dai Mollusca 34%, Anellida (21%) Echinoderma (4%).

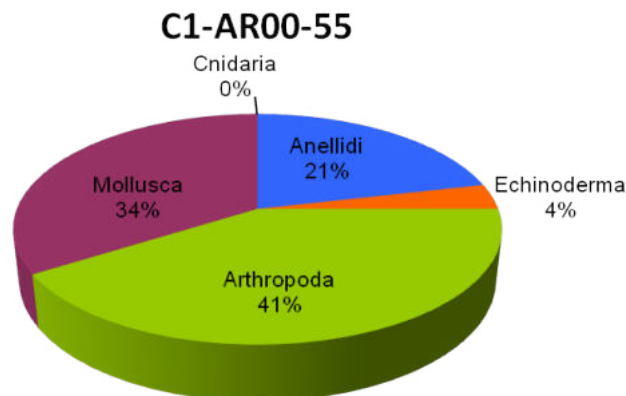


Figura 18: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1A – Descrizione della comunità

Nella stazione C1A sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 51.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 11 specie. Nel

Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 23 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state classificate 15 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate 2 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa Figura 19 si evidenzia la predominanza del Phylum degli Arthropoda 45% seguito da quello dei Mollusca (29%) Anellida (22%) e gli Echinoderma con 4%.

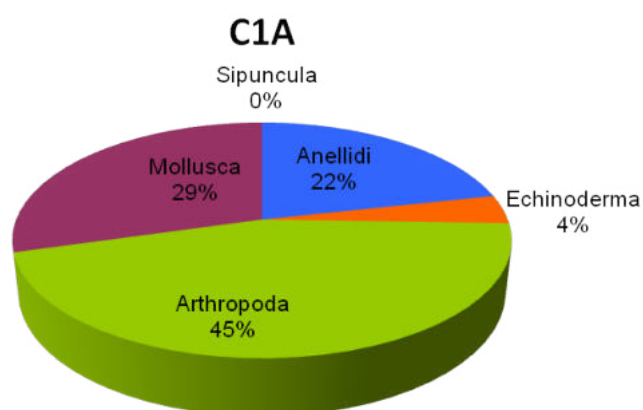


Figura 19: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1B – Descrizione della comunità

Nella stazione C1B sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 49.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 12 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 19 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state classificate 15 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate 3 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa (Figura 20) si evidenzia la predominanza del Phylum degli Arthropoda 39% seguito da quello dei Mollusca (31%), quello degli Anellida (2%); seguono gli Echinoderma (6%).

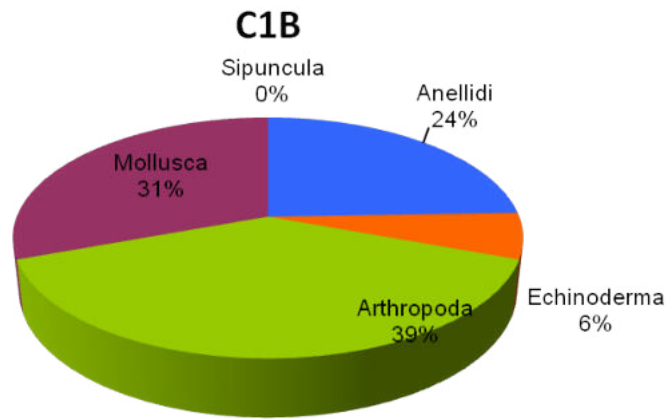


Figura 20: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1C – Descrizione della comunità

Nella stazione C1C sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 55.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 15 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 20 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state classificate 19 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** é stata riscontrata solo 1 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa Figura 21 si evidenzia la predominanza del Phylum degli Arthropoda 37% seguito da quello dei Mollusca (35%), quello degli Anellida (26%); seguono gli Echinoderma (2%).

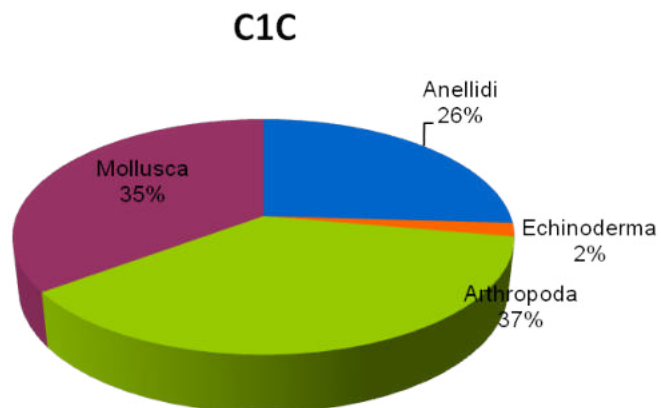


Figura 21: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1D – Descrizione della comunità

Nella stazione C1D sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 67.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 17 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 26 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state classificate 19 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate 4 specie. Per il Phylum degli **CNIDARIA** è stata riscontrata solo 1 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa Figura 22 si evidenzia la predominanza del Phylum degli Arthropoda 39% seguito da quello dei Mollusca (28%), quello degli Anellida (25%); seguono gli Echinoderma (6%) e gli Cnidaria (2%).

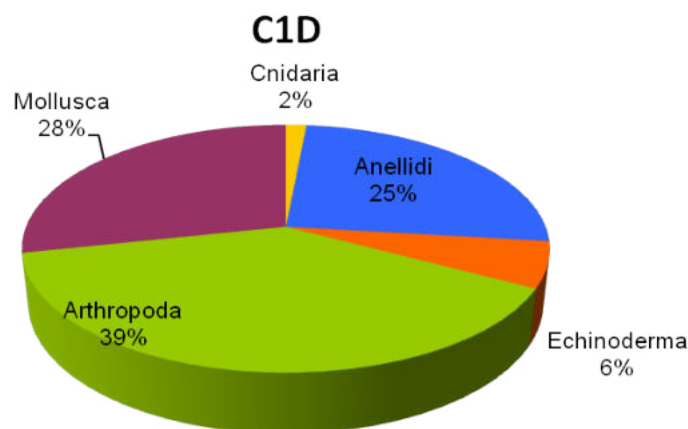


Figura 22: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1E – Descrizione della comunità

Nella stazione C1E sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 60.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 11 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 29 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state classificate 15 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate 4 specie. Per il Phylum degli **CNIDARIA** è stata riscontrata solo 1 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa Figura 23 si evidenzia la predominanza del Phylum degli Arthropoda 48% seguito da quello dei Mollusca (25%) e degli Anellida (18%); seguono gli Echinoderma (7%).

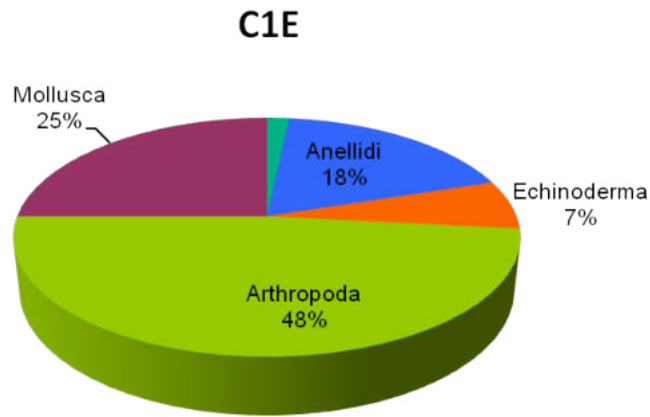


Figura 23: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

Stazione C1F – Descrizione della comunità

Nella stazione C1F sono state rinvenute un numero totale di specie pari a 63.

Per quanto riguarda il Phylum **ANELLIDA** in questa stazione sono state classificate 21 specie. Nel Phylum **ARTROPODA** sono state classificate 18 specie. Nel Phylum **MOLLUSCA** sono state classificate 20 specie. Per il Phylum degli **ECHINODERMA** sono state riscontrate 4 specie.

Nella ripartizione in percentuale del numero di taxa Figura 24 si evidenzia la predominanza del Phylum degli Anellida (33%), seguito dai Mollusca (32%) e dagli Arthropoda 29%; seguono gli Echinoderma (6%).

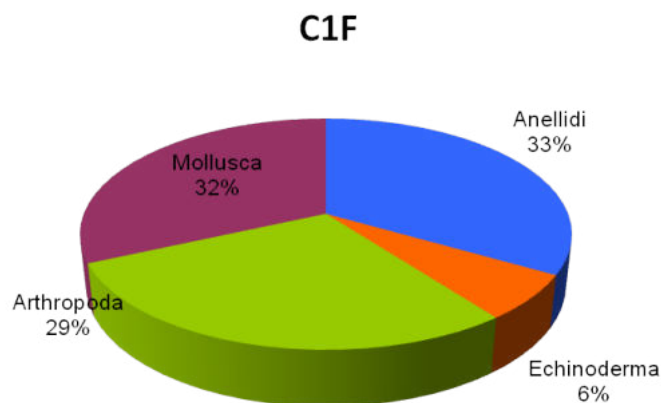


Figura 24: Ripartizione in percentuale del numero di taxa nei Phylum

6.2.2 Applicazione Indice Ambi e M-Ambi

Dall'applicazione del Programma Ambi, deriva la classificazione delle specie secondo i 5 Gruppi (vedi materiali e metodi) (Figura 25). Il numero di specie sensibili (colore blu) è abbastanza ugualmente distribuito tra tutte le stazioni; le specie indifferenti (colore verde) si presentano in numero contenuto nelle stazioni C1_54 e C1_55 ed in numero maggiore nelle restanti stazioni; stesso andamento per le specie poco tolleranti (colore giallo) con la stazione C1F avente poche specie in questo gruppo. Infine, le specie opportuniste di 1° ordine (colore arancione) hanno numeri simili con l'eccezione della stazione C1_48 che presenta solo un paio di specie.

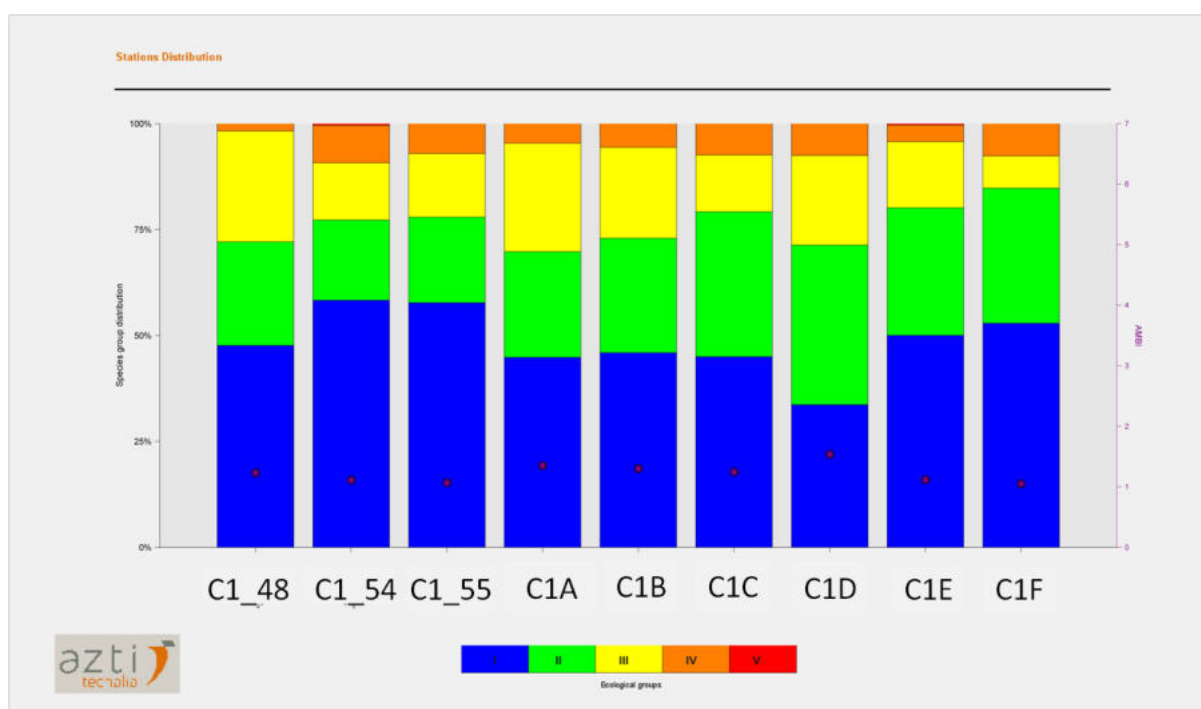


Figura 25 Distribuzione delle specie nelle classi per il calcolo dell'Ambi

L'applicazione dell'Ambi (Figura 26) inquadra le stazioni C1_54, C1_55, C1E e C1F in uno stato "impovertito" con un grado di disturbo "assente". Seppur di poco, le restanti stazioni sconfinano nello stato di salute "sbilanciato" avente un grado di disturbo lieve. Questa classificazione tiene in considerazione solo il gruppo trofico di appartenenza, in altre parole le stazioni C1_54, C1_55, C1E e C1F avendo la maggior parte degli organismi appartenenti al Gruppo I (Figura 25) mantengono il valore dell'indice basso.

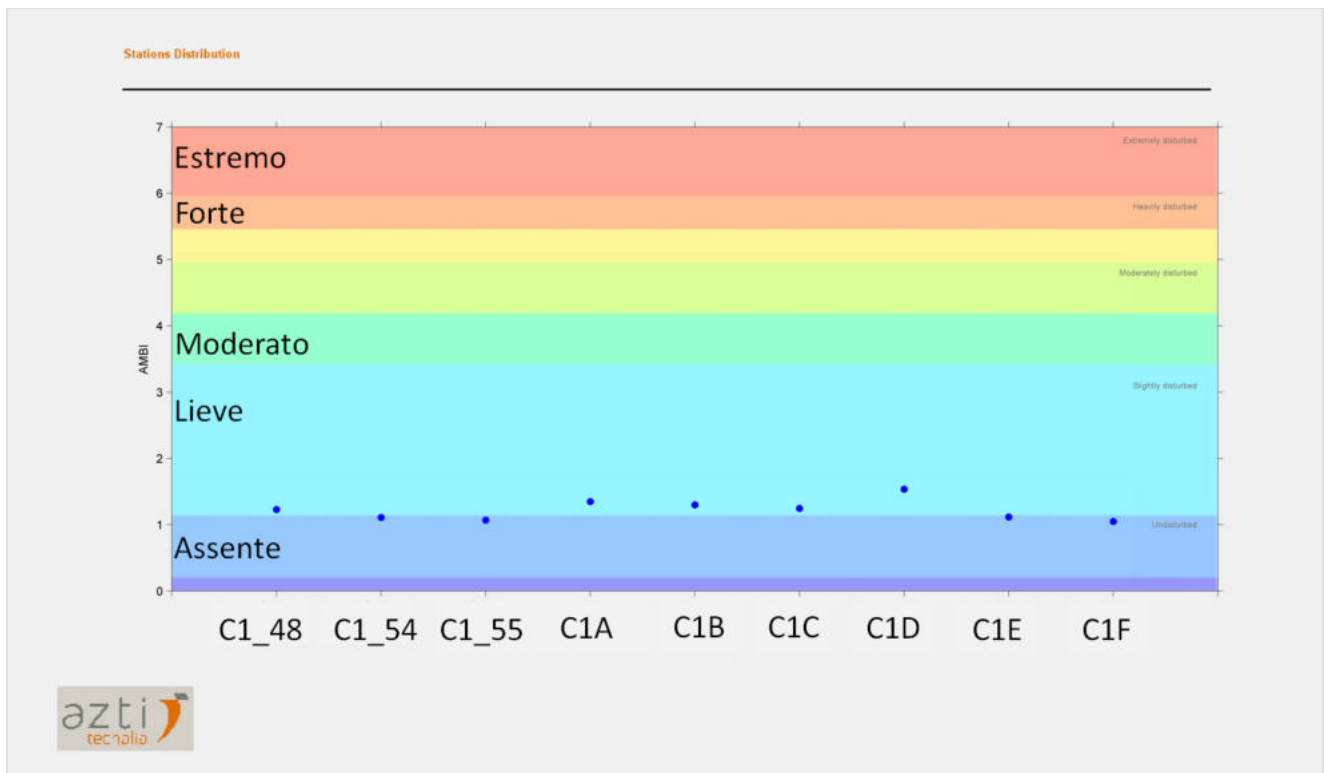


Figura 26 Valori dell'indice Ambi

Infine l'applicazione dell'indice Mambi (Figura 27) assegna tutte le stazioni ad un giudizio Elevato (High). Tra quelle impattate, la stazione C1_48 pur presentando un giudizio Elevato ha il valore numerico più basso.

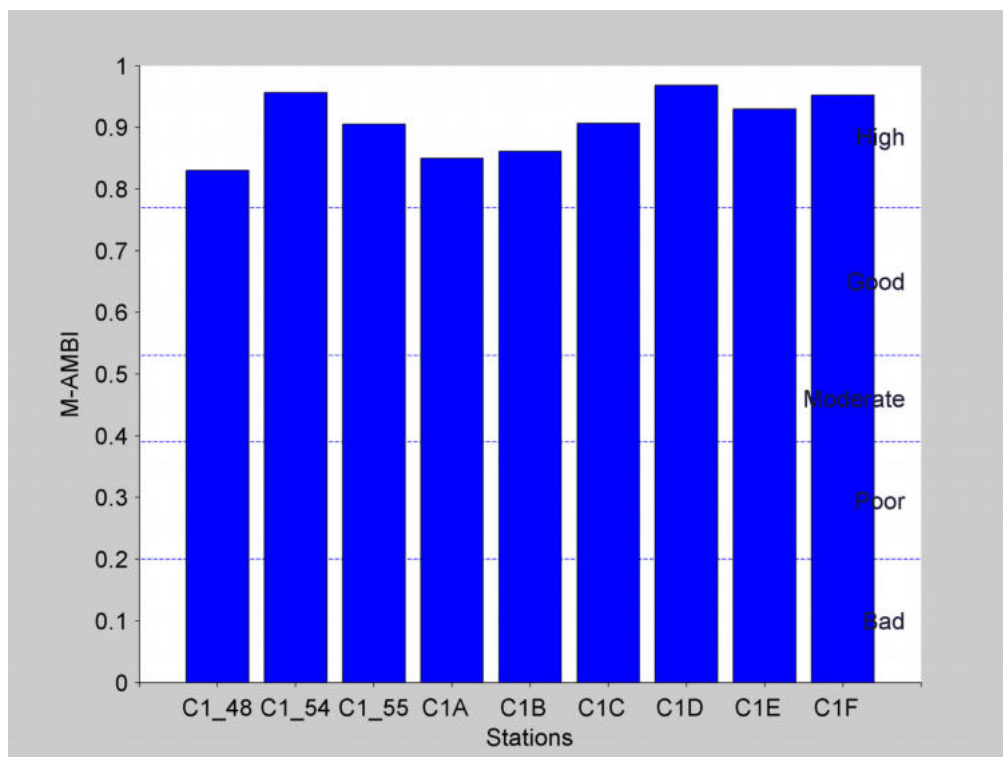


Figura 27 Valori di Mambi

6.2.3 Analisi multidimensionale- MDS

L'analisi multivariata è stata effettuata sulla matrice di similarità di Bray-Curtis dei singoli campioni ottenuta dalla matrice delle abbondanze utilizzando i dati trasformati con radice quadra. In Figura 28 gli ordinamenti tramite MDS mostrano come le 3 stazioni di impatto formino un raggruppamento (cluster) piuttosto ampio sul lato sinistro del grafico rispetto alle aree di controllo che si collocano sul lato destro; in particolare la stazione C1_48 si posiziona vicino alla C1_E e C1_A di controllo. Buono il livello di stress (0,09) ottenuto nella distorsione delle similarità tra stazioni passando dalla visione tridimensionale (elaborata dal programma) a quella bidimensionale (2D) propria della rappresentazione cartacea.

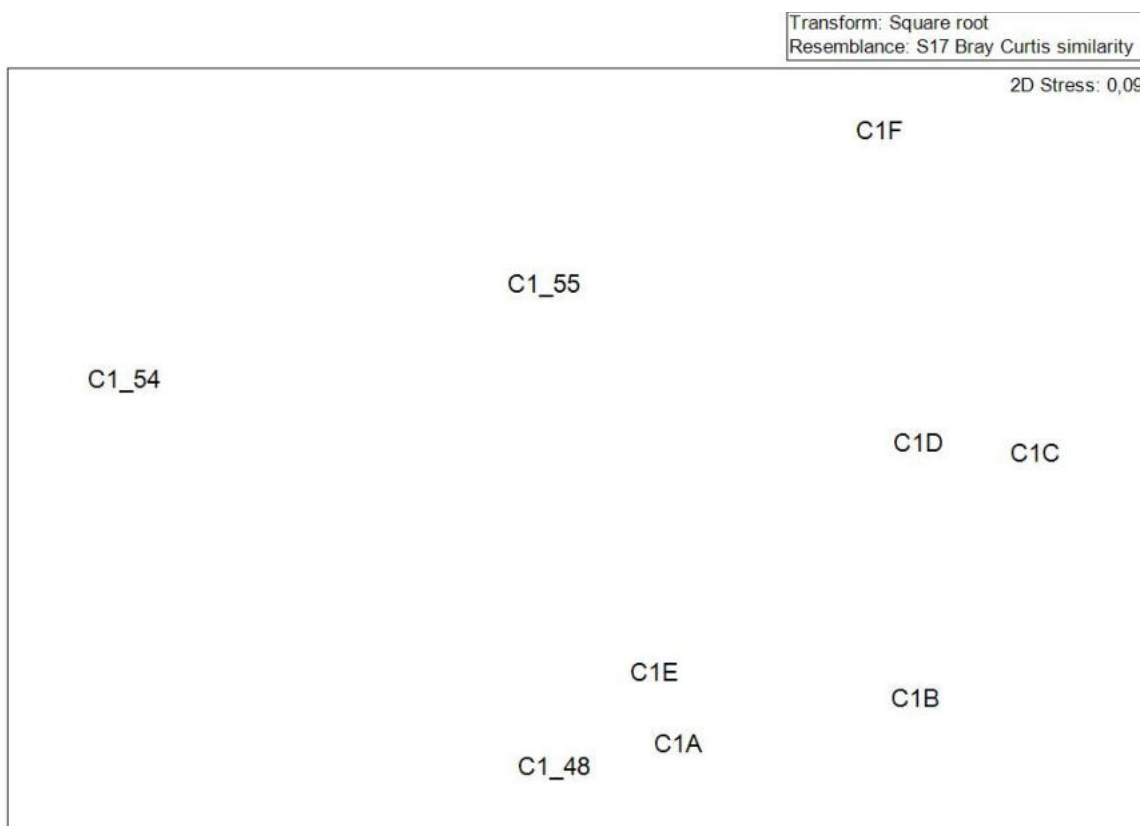


Figura 28 Elaborazione MDS (Multi Dimensional Scaling)

6.2.4 Discussione

Gli effetti dell'estrazione delle sabbie sulle comunità macrozoobentoniche sono stati riconducibili principalmente ad una prima fase, di particolare intensità, di quasi completa defaunazione che si è realizzata nel periodo immediatamente successivo all'estrazione, come provato dal calo del numero di specie e dell'indice di Shannon.

Anche in questa campagna (Foto 4), le analisi condotte sul macrozoobenthos hanno classificato da un punto di vista biocenotico l'area C1 e le 6 stazioni di controllo come ascrivibili alla biocenosi dei fondi Detritici del Largo (DL), in cui la comunità vivente struttura un detrito in parte inorganico ed in parte organogeno; quest'ultimo risulta costituito da bioclasti ovvero detrito conchigliare di molluschi interi o frammentati, piccoli ricci, pezzi di briozoi, tubi di policheti spesso di epoche molto antecedenti la comunità vivente. Spesso questi bioclasti appaiono in ottime condizioni in quanto rimasti seppelliti e quindi protetti per anni dai fenomeni di ossidazione. Non si sono evidenziate specie di particolare pregio, né anomalie nella composizione e struttura delle comunità.

Al fine di meglio confrontare le risultanze dei 3 anni di studio, si riportano nella tabella sottostante il numero di taxa, la densità degli individui e l'indice di Shannon per le stazioni campionate.

Campagna		N° taxa			Densità [ind m ⁻²]			Diversità Shannon		
Estraz	Staz.	B-Ex	A-Ex 12	A-Ex 24	B-Ex	A-Ex 12	A-Ex 24	B-Ex	A-Ex 12	A-Ex 24
impatto	C1_48	75	40	48	1251	1039	693	3,37	1,5	3,09
	C1_54	69	37	67	634	2363	780	3,61	0,81	3,35
	C1_55	57	52	56	685	4494	637	3,28	0,88	3,36
controllo	C1A	66	45	51	870	307	836	3,28	3,46	3,22
	C1B	75	65	49	664	622	479	3,98	3,75	3,42
	C1C	76	65	54	1537	548	446	3,26	3,73	3,62
	C1D	79	56	67	1064	527	592	3,46	3,53	3,79
	C1E	79	63	60	1176	539	842	3,76	3,63	3,44
	C1F	76	44	63	855	304	634	3,71	3,47	3,48

Confrontando i dati riferiti al numero di taxa, le densità e l'indice di Shannon tra campagna B-Ex, A-Ex 12 e A-Ex 24 si evidenzia quanto segue:

N° di specie: il numero di specie riferito al prima dell'estrazione (B-Ex) ha subito un netto calo nella campagna post estrazione (A-Ex 12) in tutte le stazioni, a dimostrazione dell'avvenuto impatto del prelievo di sabbia; solo la stazione C1_55 ha mostrato un decremento contenuto, passando da 57 a 52 specie. Il controllo a 24 mesi (A-Ex 24) ha mostrato nella maggior parte delle stazioni un nuovo aumento del numero di specie a testimonianza del recupero della comunità, mentre le stazioni C1B, C1C, C1E hanno mostrato un ulteriore calo, meno accentuato nella stazione C1E (Figura 29).

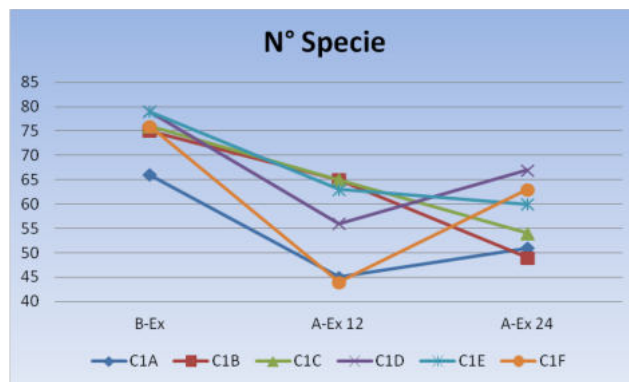
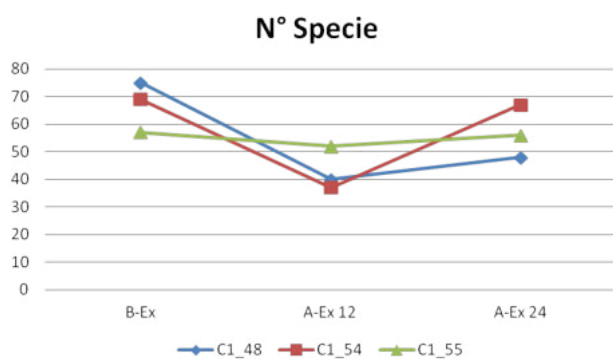


Figura 29: Confronto N° di specie nei tre anni nelle stazioni di controllo e d in quelle impattate

Densità individui: tra le stazioni di impatto le densità (Figura 30) sono aumentate nelle stazioni C1_54 e C1_55 dopo il prelievo di sabbia, per poi tornare ai livelli di prima dell’impatto. La stazione C1_48 ha mostrato variazioni minime ma comunque sempre in calo. Nell’area di controllo, tutte le stazioni hanno avuto dopo 12 mesi un calo della densità che a 24 mesi si è invece ripresa; fanno eccezione le stazioni C1B e C1C che invece hanno continuato a diminuire anche se di poco.

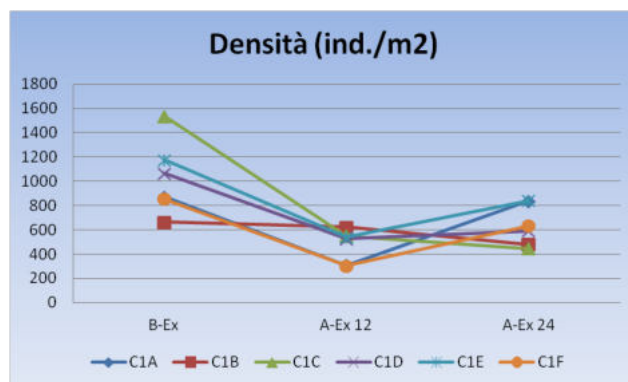
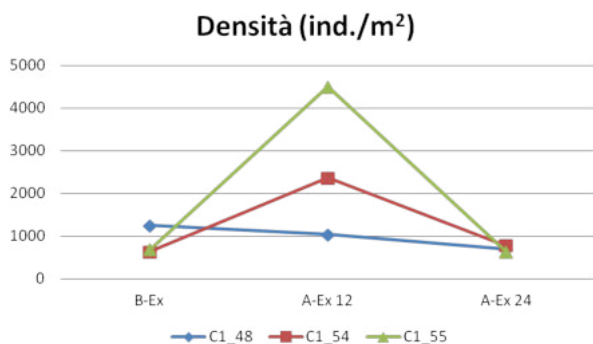


Figura 30: Confronto Densità nei tre anni nelle stazioni di controllo e d in quelle impattate

Indice di Shannon: questo indice calcola la diversità specifica considerando, oltre al numero totale di specie (S), il rapporto tra il numero di individui di ciascuna specie (n_i) e il numero di individui totali del campione (N): esso esprime sinteticamente il grado di diversità della struttura di comunità. Nelle stazioni impattate l'indice di Shannon (Figura 31) riassume e rappresenta bene il calo della diversità dovuta all'azione di forte disturbo provocata dal prelievo di sabbia e il suo recupero a 24 mesi di distanza, dove la diversità è pressoché ritornata ai livelli iniziali. Nelle stazioni di controllo si assiste ad un progressivo calo dell'indice anche dopo 24 mesi per le stazioni C1A, C1B, C1C, C1E. Nella stazione C1D si ha un aumento dopo 2 anni. La stazione C1F si mantiene pressoché invariata nell'ultimo anno

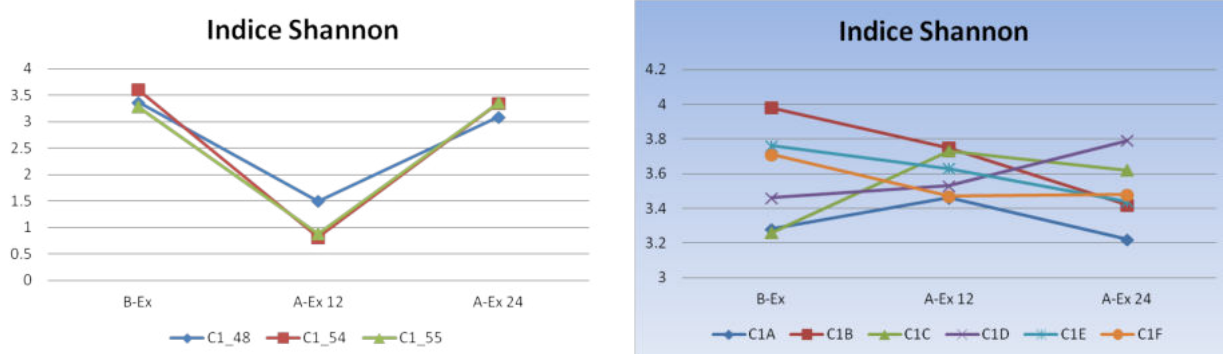


Figura 31: Confronto dell'indice di Shannon nei tre anni nelle stazioni di controllo ed in quelle impattate



Foto 4 Fasi campionamento

6.3 Popolamento ittico

La tirata di pesca è stata effettuata parallelamente al lato maggiore del poligono che circonda l'area di dragaggio (Figura 32). La lunghezza totale della cala è stata di 1,5105 km. La tirata è stata effettuata nelle vicinanze della zona di escavo esattamente sul lato Nord est dell'area come si può vedere nella Figura 32.



Figura 32: Tracciato della calata di pesca

Durante la campagna di pesca sono state catturate complessivamente 54 specie di organismi (Tabella 13) di cui 14 specie appartenenti alla categoria "commerciale" e 30 specie a quella "by-catch". L'organismo più frequente in termini sia quantitativi (numero di organismi) che di peso totale è stata la ascidia *Phallusia mamillata* (Cuvier, 1815) con 143 individui e 6310 g. in peso, seguita dal bivalve *Aequipecten opercularis* (Linneo, 1758) con 66 individui e 346 g. in peso. Tra gli organismi commerciali la specie maggiormente rappresentata è stato il granchio *Liocarcinus depurator* (Linneo, 1758) con 81 individui e 1016,04 g di peso.

La tirata di pesca effettuata nella seconda campagna ha rilevato un arricchimento dell'area in termini quantitativi in particolare sia per le specie commerciali che per le specie by-catch.

I dettagli tecnici della cala sono riportati nella Tabella 11 e Tabella 12.

Tabella 11: Dati tecnici della cala

Cavo filato	Apertura rete	Lunghezza cala	Area strascicata	Durata
-------------	---------------	----------------	------------------	--------

(m)	(cm)	(km)	(km ²)	(min)
300	1200	1,51	0,001812	10

Tabella 12: Coordinate geografiche della cala

	Lat WGS84 gg.pp.ddd	Lon. WGS84 gg.pp.ddd	Lat WGS84 gg.pp.ddd	Lon WGS84 gg.pp.ddd
Q	44.496497	13.033032	44.297898	13.019819
Z	44.488680	13.018690	44.293260	13.011214

Tabella 13: Lista specie catturate

Phylum	Classe	Specie	Quantità	Peso (g)	Commerciale	By-catch
Cnidaria	Anthozoa	<i>Alcyonum acaule</i> Marion, 1878	n.d.*	652,19		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Dromia personata</i> (Linnaeus, 1758)	8	133,58		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Ethusa mascarone</i> (Herbst, 1785)	1	2,26		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Liocarcinus depurator</i> (Linneo, 1758)	81	1016,04	X	
Arthropoda	Malacostraca	<i>Macropodia rostrata</i> (Linneo, 1761)	3	49,82		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847	1	1,94		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Medorippe lanata</i> (Linnaeus, 1757)	5	87,1		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Galathea strigosa</i> (Linneo, 1761)	1	0,79		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Inachus dorsettensis</i> (Pennant, 1777)	1	8,19		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Pilumnus spinifer</i> H. Milne Edwards, 1834	12	61,07		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Ascidonia flavomaculata</i> (Heller, 1864)	2	0,70		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Pinnotheres pisum</i> (Linneo, 1767)	1	1,4		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Acanthopagrus berda</i> (Forsskal, 1775)	3	2,88		X
Arthropoda	Malacostraca	<i>Anilocra</i> sp. Leach, 1888	1	10		X
Chordata	Actinopterygii	<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	17,41	X	
Chordata	Actinopterygii	<i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758)	2	33,43	X	
Chordata	Actinopterygii	<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	1	101		X
Chordata	Actinopterygii	<i>Scorpaena notata</i> (Rafinesque, 1810)	3	96,06	X	
Chordata	Actinopterygii	<i>Pagellus erythrinus</i> (Linneo, 1758)	2	44,82	X	
Chordata	Actinopterygii	<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	3	401,15	X	
Chordata	Actinopterygii	<i>Mullus barbatus barbatus</i> Linneo, 1758	1	24,37		X
Chordata	Ascidacea	<i>Phallusia mamillata</i> (Cuvier, 1815)	143	6310		X
Anellida	Polychaeta	<i>Pontogenia chrysocoma</i> (Baird, 1865)	1	8,91		X
Echinodermata	Asteroidea	<i>Astropecten irregularis</i> (Linnaeus, 1758)	3	8,79		X
Echinodermata	Echinoidei	<i>Echinus melo</i> Lamarck, 1816	1	10		X
Echinodermata	Oloturoidea	<i>Holothuria forskali</i> Delle Chiaje, 1823	13	910		X
Echinodermata	Oloturoidea	<i>Ocnus planci</i> (Brandt, 1835)	2	61,47		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Pododesmus patelliformis</i> (Linneo, 1761)	1	5		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Pteria hirundo</i> (Linneo, 1758)	2	14		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Clausinella fasciata</i> (Da Costa, 1841)	56	61		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Flexopecten glaber</i> (Linneo, 1758)	1	3		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Pecten maximus</i> (Linnaeus, 1758)	10	780	X	
Mollusca	Bivalvia	<i>Parvicardium papillosum</i> (Poli, 1791)	1	3		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Mimachlamys varia</i> (Linneo, 1758)	6	47	X	

Mollusca	Bivalvia	<i>Hiatella arctica</i> (Linné, 1767)	1	2		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Aequipecten opercularis</i> (Linneo, 1758)	66	346		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Atrina fragilis</i> (Pennant 1777)	14	4200		X
Mollusca	Bivalvia	<i>Politapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	4	47	X	
Mollusca	Bivalvia	<i>Callista chione</i> (Linneo, 1758)	1	75	X	
Mollusca	Bivalvia	<i>Laevicardium oblongum</i> (Gmelin, 1791)	2	5		X
Mollusca	Gastropoda	<i>Pseudosimnia carnea</i> (Poirer, 1789)	1	2		X
Mollusca	Gastropoda	<i>Aporrhais pespelecani</i> (Linneo, 1758)	4	15		X
Mollusca	Gastropoda	<i>Philina aperta</i> (Linneo, 1767)	1	0,5		X
Mollusca	Gastropoda	<i>Hadriana craticulata</i> (Bucquoy & Dautzemberg, 1882)	3	7		X
Mollusca	Gastropoda	<i>Caliptraea chinensis</i> (Lineeo, 1758)	5	1,8		X
Mollusca	Gastropoda	<i>Fusinus rostratus</i> (Olivi, 1792)	8	24		X
Mollusca	Gastropoda	<i>Diodora graeca</i> (Linnaeus, 1758)	1	2		X
Porifera	Demospongia	<i>Tedania (Tedania) anhelans</i> (Vio in Olivi, 1792)	n.d.*	600		X
Porifera	Porifera	<i>Porifera</i> indet.	n.d.*	1200		X

*n.d. non determinabile



Foto 5 Crostacei Decapodi

7 CONCLUSIONI

Anche per la campagna del 2018, i campioni prelevati presentano una composizione granulometrica molto simile in tutte le aree, con la frazione sabbiosa che variando intorno al 90% predomina su quella pelitica (limo + argilla). In particolare la frazione granulometrica più abbondante per tutte le stazioni, è quella corrispondente all'intervallo della sabbia fine (0,180 – 0,125 mm). Anche per le stazioni di controllo si osserva un simile andamento pur con lievi variazioni del valore della moda che si sposta sull'intervallo 0,250 – 0,180 mm (vedi stazioni C1-C, C1-E e C1-F). L'andamento riscontrato è del tutto simile a quello rilevato nel 2017.

Dal riscontro con le precedenti indagini degli anni 2015-2017, emergono dei residui aumenti della composizione pelitica (con un massimo di variazione intorno al 4%) per le stazioni C1-AR00-54, C1-C, C1-D, C1-E, C1-F. Le restanti stazioni C1-AR00-48, C1-AR00-55, C1-A, C1_B mostrano una lieve diminuzione della frazione pelitica.

Anche per la campagna del 2018 le analisi condotte sul macrozoobenthos hanno classificato da un punto di vista biocenotico l'area C1 e le 6 stazioni di controllo come ascrivibili alla biocenosi dei fondi Detritici del Largo (DL). Sono state rinvenute un totale di 158 specie contro le 153 ritrovate nel 2017. La stazione in cui è stato ritrovato il minor numero di specie è stata anche in questa campagna la C1_48 con 48 specie. Le elaborazioni condotte sui dati riassumono il calo della diversità dovuta all'azione di forte disturbo provocata dal prelievo di sabbia e il suo recupero a 24 mesi di distanza, dove la diversità della comunità è pressoché ritornata ai livelli iniziali. Nelle stazioni di controllo si assiste ad un progressivo calo della diversità anche dopo 24 mesi per le stazioni C1A, C1B, C1C, C1E; nella stazione C1D si ha un aumento dopo 2 anni; la stazione C1F si mantiene pressoché invariata nell'ultimo anno. Al contrario le densità (n°/ind m²) non sono ancora ritornate ai valori riscontrati prima del prelievo di sabbie.

Nell'area non si sono evidenziate specie macrozoobentoniche di particolare pregio, né anomalie nella composizione e struttura delle comunità.

La tirata di pesca effettuata sul lato Nord est della zona di escavo in questa terza campagna ha rilevato un modesto arricchimento dell'area in termini quantitativi sia per le specie commerciali che per quelle by-catch.

8 BIBLIOGRAFIA

- APAT – ICRAM (2007) – Manuale per la movimentazione di sedimenti marini. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- ASTM E11 - 09e1 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.
- Borja, A., Franco, J., Pèrez, V. (2000) – A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar. Pollut. Bull.*, **40 (12)**: 1100-1114.
- Borja, A., Muxika, I., Franco, J. (2003) – The application of a marine biotic index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coast. *Mar. Pollut. Bull.*, **46**: 835-845.
- Clarke, K. R., Warwick, R. M. (1994) – Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, pp. 144.
- DM 24/01/96 "Direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all’art. 11 della L. 319/76 e successive modificazioni ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino".
- Gambi, M. C., Dappiano, M. (2003) – Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. APAT, SIBM, ICRAM. pp. 638.
- ICES (1997). Report of the ICES Advisory Committee on the Marine Environment (1997). ICES Cooperative Research Report no. 222: 12-20.
- ICRAM (2001) – Metodiche analitiche di riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell’ambiente Marino costiero (triennio 2001-2003). Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio.
- ICRAM (2006) - Quaderno "Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento: proposta di un protocollo di monitoraggio".
- ISO 3310-1 (2000) Test sieves - Technical requirements and testing - Part 1: Test sieves of metal wire cloth.
- ISO 13317-3 (2001) Determination of particle size distribution by gravitational liquid sedimentation methods - Part 3: X-ray gravitational technique.
- Muniz, P., Venturini, N., Pires-Vanin, A. M. S., Tommasi, L. R., Borja, A (2005). – Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft bottom benthic communities, in the South America Atlantic region. *Mar. Pollut. Bull.*, **50**: 624:637.
- Muxika, I., Borja, A., Bonne, W. (2005) – The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along the European coasts. *Ecol. Indicators*, **5**: 19-31.
- Muxika, I., Borja, A., Bald, A. (2007) – Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing Reference Conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Mar. Pollut. Bull.*, **55**: 16-29.
- Salas, F., Neto, J. M., Borja, A., Marques, J. C. (2004) – Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of Mondego estuary (Portugal). *Ecol. Indicators*, **4**: 215-225.
- Shannon, C. E., Wiener, W. (1949) – The mathematical theory of communication. University of Illinois, Urbana: pp.117.
- Simonini, R., Grandi, V., Iotti, M., Massamba N’Siala, G., Prevedelli, D. (2001) – Ricolonizzazione e recupero delle comunità macrozoobentoniche in seguito all’estrazione di sabbie relitte. *Studi costieri*, **19**: 101-108.