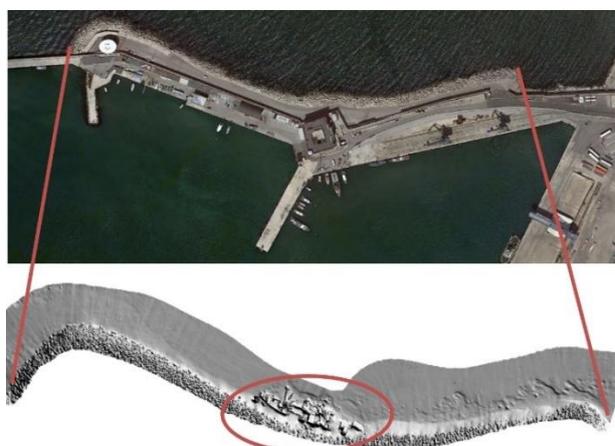
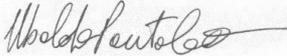
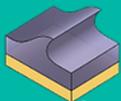


SERVIZIO INERENTE RILIEVI BIOLOGICI IN CORRISPONDENZA DEL RELITTO DI IMBARCAZIONE SITO NELLO SPECCHIO ACQUEO INTERESSATO DALL'INTERVENTO DI BANCHINAMENTO DEL FRONTE ESTERNO DEL MOLO CLEMENTINO NEL PORTO DI ANCONA. ORDINE DI ESECUZIONE (C.U.P. J31H16000140005, C.L.G. Z961CED6FO)



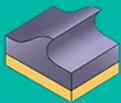
RELAZIONE TECNICO SCIENTIFICA

Responsabile Scientifico: Dott. UBALDO PANTALEO 	Responsabile Tecnico: Dott. CARLO DEL GRANDE 	Data: 20-04-2017
---	--	---------------------



Indice

1. INTRODUZIONE.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'AREA E CARATTERISTICHE DEL RELITTO	4
3. MATERIALI E MEDODI.....	7
Attività di campionamento.....	7
Attività di laboratorio	8
4. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	11
5. RISULTATI.....	16
Ricoprimento percentuale degli organismi epibentonici	16
Caratterizzazione della macrofauna bentonica sessile e vagile	18
Indici di diversità.....	19
6. CONCLUSIONI	25
7. BIBLIOGRAFIA	26



1. INTRODUZIONE

L'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale intende promuovere lo sviluppo del porto di Ancona e incoraggiare al tempo stesso attività e servizi che siano compatibili con il tessuto circostante creando così una connessione con il centro storico della città. A tale scopo individua, come strategico per le attività del porto, il riordino funzionale dell'attuale Molo Nor e propone la realizzazione di una nuova banchina sul fronte esterno del Molo Clementino in grado di garantire l'accosto di navi di lunghezza oltre i 300 m.

La presente relazione tecnico scientifica inerente i rilievi biologici e relative analisi, eseguiti sul relitto del mercantile Sunrise affondato nel 1964 sui fondali a ridosso del Molo Clementino, viene redatta a supporto della relazione ambientale per il progetto di fattibilità tecnico-economica di banchinamento ed allargamento dello spazio di calata del lato esterno.

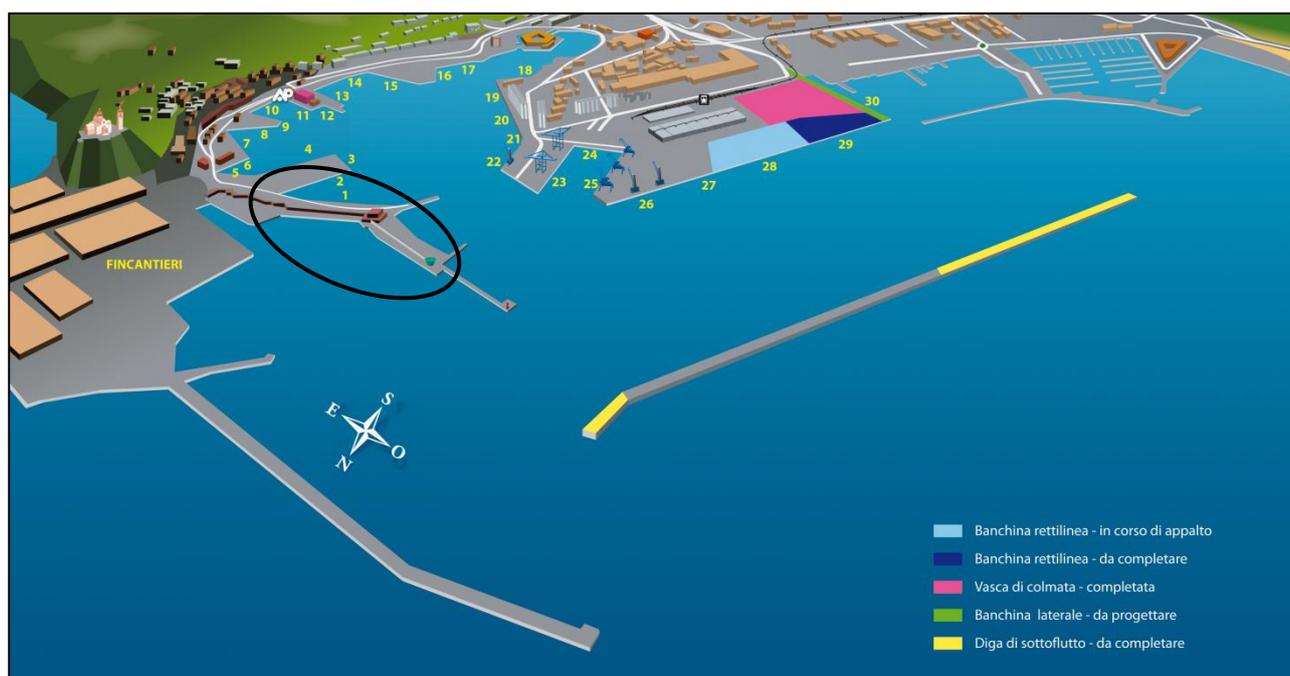
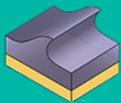


Figura 1 – Inquadramento dell'area di intervento nel Porto di Ancona.



2. DESCRIZIONE DELL'AREA E CARATTERISTICHE DEL RELITTO

Il relitto oggetto dei rilievi biologici è ubicato all'interno del bacino portuale sul lato nord del Molo Clementino ad una profondità compresa tra pochi centimetri dalla superficie fino a circa 8 m (figura 2).

Coordinate Geografiche centrali: Lat. 43° 37.536'N – Long. 13° 30.038'E.

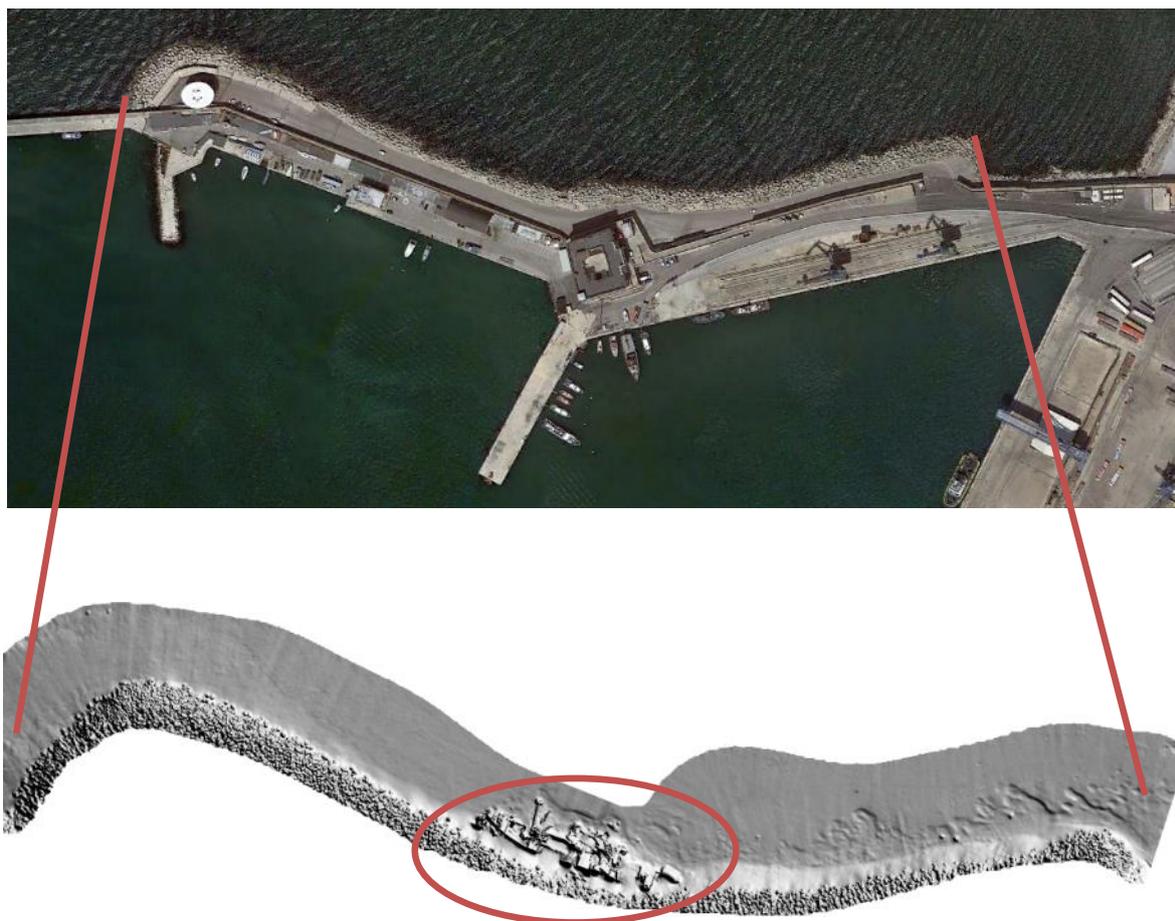
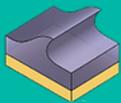


Figura 2 - Area oggetto dei rilievi (cerchiata in rosso).

Tabella 1 - Caratteristiche del relitto:

Nome	<i>Sunrise (1964)</i>
Numero IMO	5523263
Nomi precedenti	<i>Brabant (1947-1950) Mere te Basse (1961-1964)</i>
Epoca	XX° secolo
Tipo	motonave mercantile
Nazionalità	panamense
Cantiere di costruzione	John Cockerill, Hoboken, Belgio
Numero di costruzione	708



Anno	1944 (impostata per gli occupanti tedeschi come nave da carico HANSA tipo B)
Materiale di costruzione	ferro chiodato
Apparato motore	diesel sei cilindri 2500 HP
Tipo di combustibile	gasolio
Lunghezza	109,54
Larghezza	15,27
Altezza di costruzione	6,32
Tonnellate di stazza lorda	2772
Tonnellate di stazza netta	1409
Tonnellate di portata lorda	5412
Data di affondamento	08.06.1964
Causa	burrasca
Carico trasportato	carbone, caricato in Ucraina a Zhdanov (1948-1989) oggi Mariupol
Equipaggio	22 uomini
Vittime	nessuna

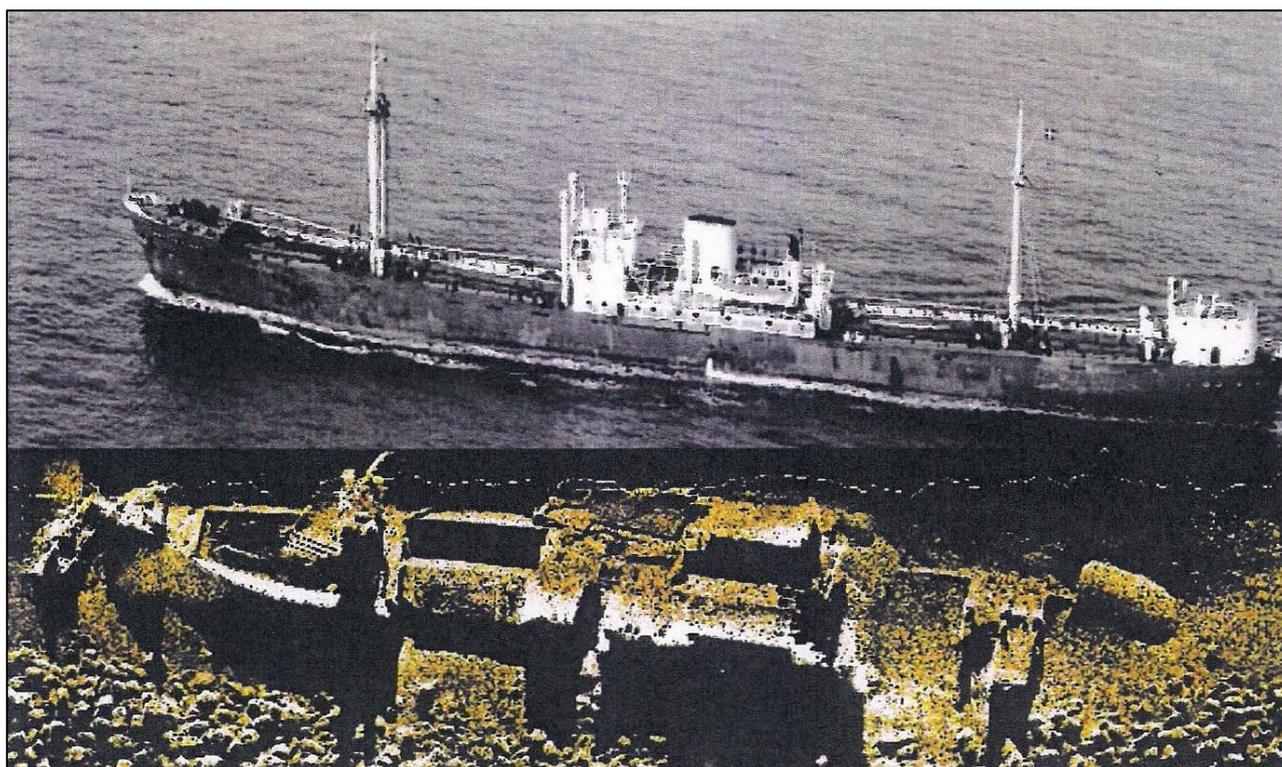


Figura 3 - Fotografia d'archivio della M/N Merete Basse, poi Sunrise, in comparazione con l'immagine, acustica subacquea dei resti del mercantile affondato, acquisita con il sonar a scansione laterale della Sitmar-Sub s.c. nella fase di rilievo morfologico dei fondali.

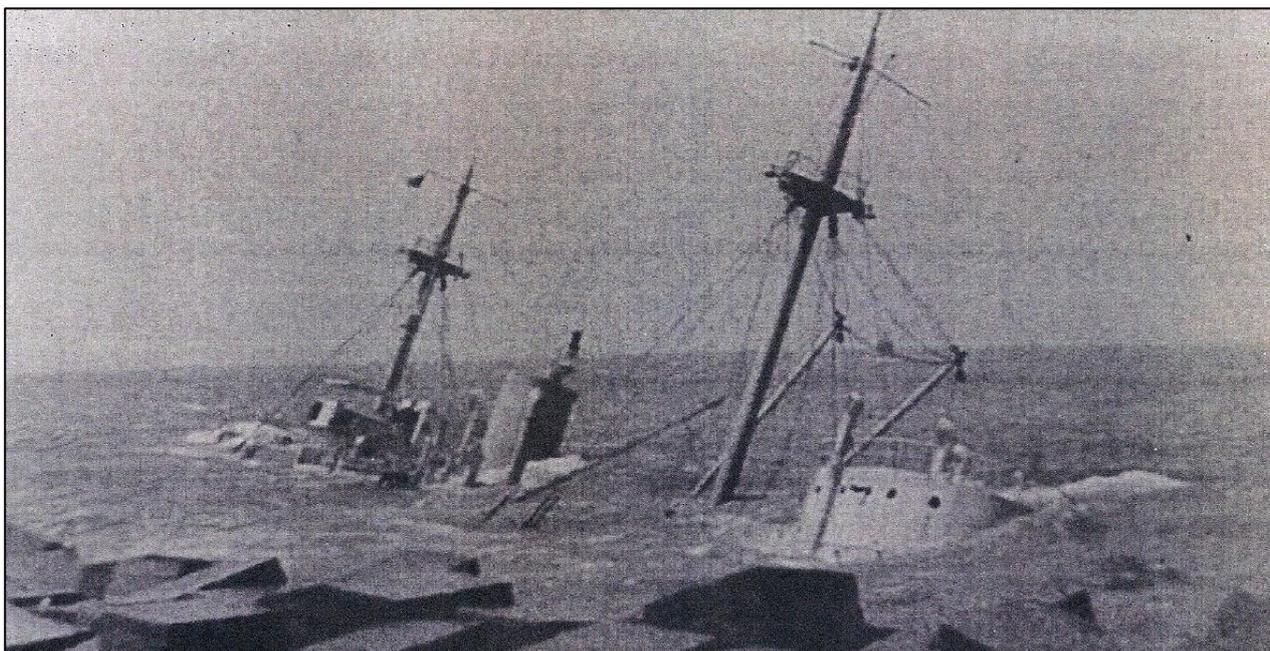
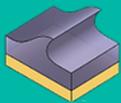
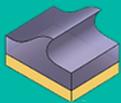


Figura 4 - In una foto dell'epoca il relitto semiaffiorante del mercantile panamense Sunrise naufragato durante un fortunale, il giorno 8 giugno 1964, ai piedi della scogliera del Molo Nord di Ancona (<http://www.orchestrafiatiancona.com>).



3. MATERIALI E MEDODI

Attività di campionamento

I rilievi di caratterizzazione biologica in prossimità del relitto sono stati condotti in data 4 aprile 2017 impiegando n°2 Operatori Scientifici Subacquei¹ in immersione con autorespiratore ad aria (ARA) mediante due diverse tecniche di campionamento *in-situ* generalmente utilizzate per indagini su substrati duri:

- 1) Rilievi fotografici su superfici standard;
- 2) Prelievo diretto delle superfici fotografate mediante grattaggio.

Il sito di indagine è stato raggiunto utilizzando imbarcazione di appoggio Mariner di lunghezza 5,00 m equipaggiata con motore fuoribordo 40 cv. A bordo dell'imbarcazione era presente un assistente di superficie e tutte le operazioni sono state svolte in conformità alle "Buone prassi per lo svolgimento in sicurezza delle attività subacquee di Ispra e delle agenzie ambientali" (2013) validate dalla Commissione Consultiva Permanente del Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali.

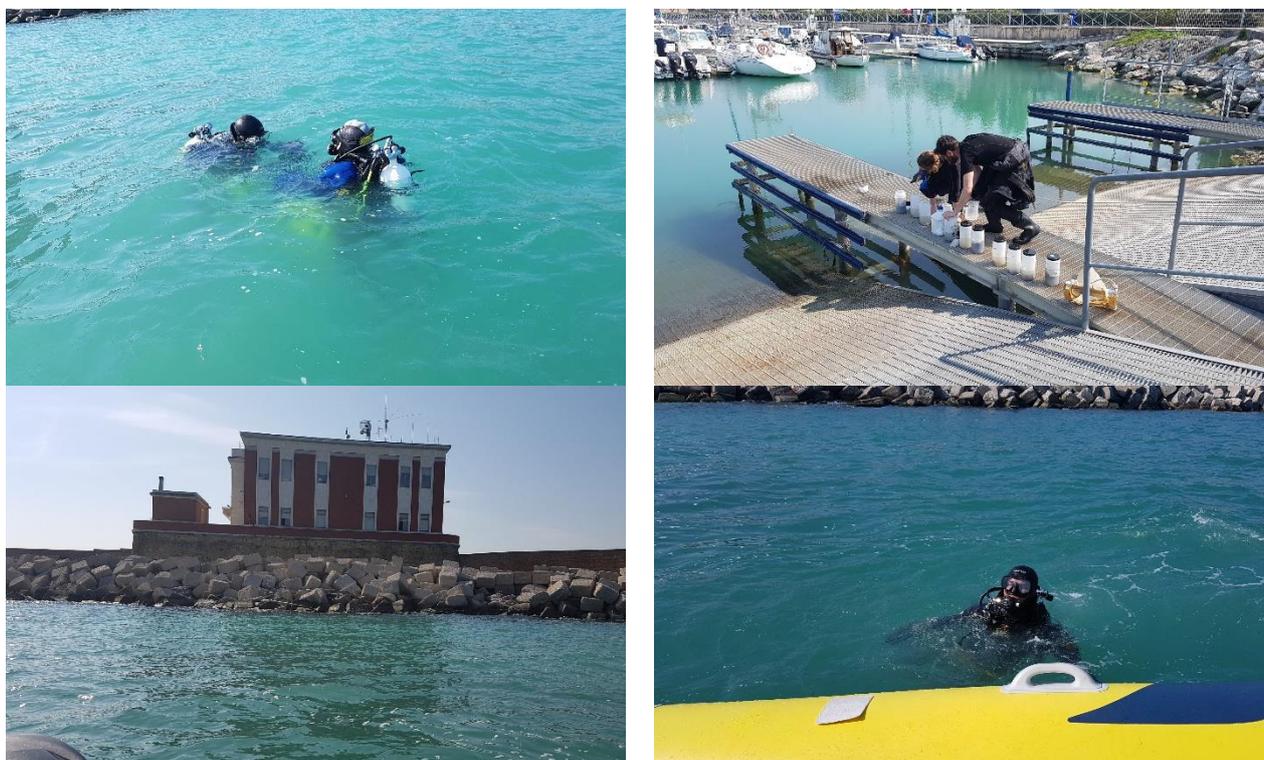
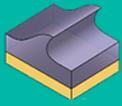


Figura 5 – Documentazione fotografica delle fasi di rilievo e preparazione dei campioni.

Il campionamento fotografico è stato effettuato adoperando fotocamera Sony NEX-7 (sensore CMOS Exmor APS-C da 24,5 MP e funzionalità video HD) inserita in scafandro Nauticam, utilizzando obiettivo zoom Sony E18-55 mm, sistema di illuminazione subacqueo RGLue System 01 (potenza 1800 lumen, temperatura

¹ Entrambi in possesso dei requisiti di formazione minimi per *Advanced European Scientific Diver* (AESD) secondo gli standard definiti dal *European Scientific Diving Panel* del *Marine Board* e certificati dall'Associazione Italiana Operatori Scientifici Subacquei.



5000°K e angolo di apertura di 100°), flash INON 2000 e distanziale rigido dotato di frame terminale delimitante una superficie di dimensioni 24×16 cm (384 cm²).

Gli organismi presenti sulla superficie fotografata sono stati asportati utilizzando mazzuolo e raschietto e raccogliendo il materiale campionato in sacchetti di stoffa numerati.

In totale sono stati raccolti n°10 campioni fotografici insieme con i relativi grattaggi, di cui n°5 campioni sulla parte esterna delle lamiere del relitto (zona esposta) e n°5 sul lato interno (zona protetta).

Al termine delle suddette attività è stata realizzata una ripresa video lungo il relitto stesso finalizzata a descrivere il suo stato attuale e rilevare eventuali aspetti difficilmente percepibili e/o osservabili mediante l'analisi del materiale fotografico e biologico.

La preparazione dei campioni utile alle analisi di laboratorio è avvenuta direttamente *in-loco* immediatamente in seguito alla raccolta dei campioni. Il materiale biologico campionato è stato quindi filtrato con setaccio con vuoto di maglia 0,5 mm in grado di trattenere la frazione macrobentonica dei popolamenti e fissato in soluzione isotonica di formalina al 10% (aldeide formica al 4%) per il trasporto in laboratorio e la relativa analisi.

Attività di laboratorio

Le analisi finalizzate alla caratterizzazione dei popolamenti macrobentonici insediati sul relitto sono di seguito dettagliate.

Analisi dei campioni fotografici

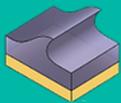
Il materiale fotografico è stato analizzato con impiego del software open-source dedicato ad applicazioni bio-ecologiche "photoQuad" (Trygonis & Sini, 2012), al fine di ottenere il ricoprimento percentuale dei differenti taxa. Il ricoprimento percentuale, essendo una proprietà degli organismi e non del substrato, può assumere valori complessivi superiori al 100% qualora sia possibile individuare nel campione più strati sovrapposti. L'area di campionamento racchiusa all'interno del frame (24x16 cm) è stata quindi suddivisa sovrapponendo sull'immagine una griglia composta da 400 quadrati, ciascuno corrispondente allo 0,25% dell'unità di campionamento fotografico (risoluzione minima 1/400). Si è quindi proceduto all'identificazione dei differenti taxa presenti sino al più dettagliato livello tassonomico possibile.

La lista delle specie/taxa identificati durante l'analisi dei campioni fotografici è stata redatta e le relative stime di abbondanza sono state utilizzate ai fini dell'analisi statistica e del calcolo degli indici di diversità.

Analisi dei campioni biologici

I campioni biologici derivanti dai grattaggi sono stati analizzati in laboratorio al fine di identificare i principali gruppi tassonomici caratterizzanti i popolamenti macrobentonici che non è stato possibile identificare durante la precedente fase di analisi dei campioni fotografici. L'analisi tassonomica è stata condotta utilizzando un microscopio Nikon YS100 e un microscopio stereoscopico Binoculare 50 x Zeiss Stemi 2000 (figura 6) e consultando la bibliografia di seguito riportata:

1. Cattaneo-Vietti R., Chemello R., Giannuzzi-Savelli R., Atlas of Mediterranean nudibranchs - Atlante dei nudibranchi del Mediterraneo. La conchiglia Ed.,1990;
2. Chimenz Gusso C., Nicoletti L., Bondanese C., Briozoi. Biologia Marina Mediterranea, 20 (Suppl. 1) Ed., 2014;



3. Cossignani M. e Ardovini R., Malacologia mediterranea Atlante delle conchiglie del mediterraneo. L'informatore Piceno Ancona Ed., 2011;
4. Doneddu M. e Trainito E., Conchiglie del Mediterraneo. Guida al riconoscimento dei molluschi conchigliati. Il Castello Ed., 2005;
5. Ponti M e Mescalchin P., Meraviglie sommerse delle "Tegnue". La Mangradora Ed., 2008;
6. Riedl R., Flora e fauna del Mediterraneo. F. Muzzio Ed., 2010;
7. Rinaldi A., Atlante della flora e della fauna dell'Adriatico nord-occidentale. La Man-gradora Ed., 2017;
8. Rodríguez-Prieto C., Ballesteros E., Boisset F., Afonso-Carrillo Y., Guía de las ma-croalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. Omega Ed., 2013;
9. Tortonese E., Fauna d'italia. Echinodermata. Calderini Bolgna Ed., 1965;
10. Trainito E., Atlante di flora e fauna del Mediterraneo. Il castello Ed., 2010.



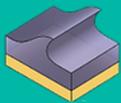
Figura 6 - Microscopio Nikon YS100 (a sinistra) e microscopio stereoscopico binoculare 50X Zeiss Stemi 2000 (a destra) utilizzati per l'analisi della macrofauna bentonica.

La macrofauna è stata quindi classificata, ove possibile, fino al livello di specie, avendo cura di differenziare i popolamenti ascrivibili alle zone esposte e quelle protette del relitto. Gli organismi raccolti in ogni campione sono stati poi conservati in soluzione isotonica di formalina al 10% (aldeide formica al 4%).

La lista delle specie e dei gruppi tassonomici identificati durante l'analisi viene riportata nella sezione "Risultati".

Calcolo degli indici di diversità

Le abbondanze delle categorie tassonomiche identificate separatamente per la parte interna ed esterna delle lamiere del relitto sono state processate al fine di caratterizzare la diversità specifica delle differenti comunità. Queste infatti possono differire per il numero di specie, per abbondanza intesa come numero complessivo di individui oppure per la ripartizione del numero di individui tra le specie. Queste



caratteristiche delle comunità possono essere sintetizzate ed espresse attraverso gli indici di diversità specifica. Nel presente studio sono stati presi in considerazione i 3 indici di diversità di seguito riportati:

a) **Indice di ricchezza specifica (S)**: numero di specie presenti in un determinato campione;

b) **Indice di Shannon (H')**: esprime l'eterogeneità complessiva del campione misurando la probabilità che un individuo preso a caso dalla popolazione appartenga ad una specie differente da una specie estratta a caso in un ipotetico prelievo. Aumenta all'aumentare dell'equidistribuzione degli organismi fra le specie e all'aumentare del numero di specie.

$$H' = \sum_{n=1}^S p_n \log_2 p_n$$

Dove p_n è la proporzione dell n -esima specie in un dato campione o popolamento;

S è il numero di specie presente in un dato campione o popolamento.

c) **Indice di Pielou (J')**: misura l'equidistribuzione degli individui tra le specie. Varia tra 0 e 1. E' massimo quando tutte le specie sono presenti con la medesima abbondanza, assume valori bassi quando ci sia abbondanza di una singola specie e numerose specie "rare".

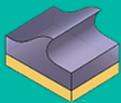
$$J' = H' / \log_2 S$$

Dove H' è il valore dell'indice di diversità di Shannon-Wiener;

S è il numero delle specie presenti in un dato campione o popolamento.

La ricchezza in specie (numero di taxa, S), la diversità specifica (indice di Shannon con logaritmo in base 2, H') e la corrispondente componente di equitabilità (indice di Pielou, J') sono stati calcolati per ciascuna replica e per ciascuna tipologia di campioni (fotografici e biologici) (Magurran, 2004).

Le differenze nella struttura del popolamento, nell'abbondanza delle specie e negli indici di diversità, tra le repliche campionate in prossimità del lato esposto e del lato protetto sono state studiate mediante analisi permutazionale della varianza (PERMANOVA; Anderson & Robinson, 2001; Anderson & ter Braak, 2003). L'analisi multivariata è stata effettuata sulla matrice di abbondanza trasformata tramite radice quadrata, utilizzando l'indice di similarità di Bray-Curtis. I patterns di similarità sono mostrati utilizzando la Principal Coordinate Analysis (PCO).



4. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

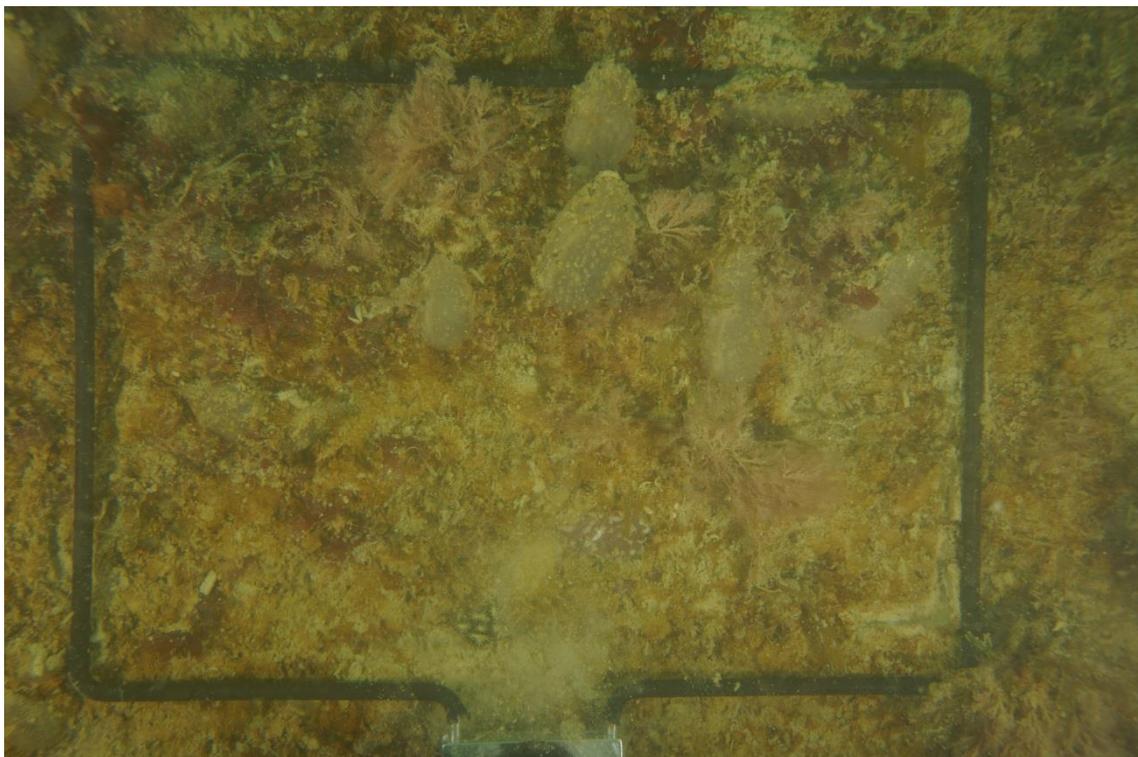


Figura 7 – Foto ID 8131 – Lato INTERNO – Codice INT1.

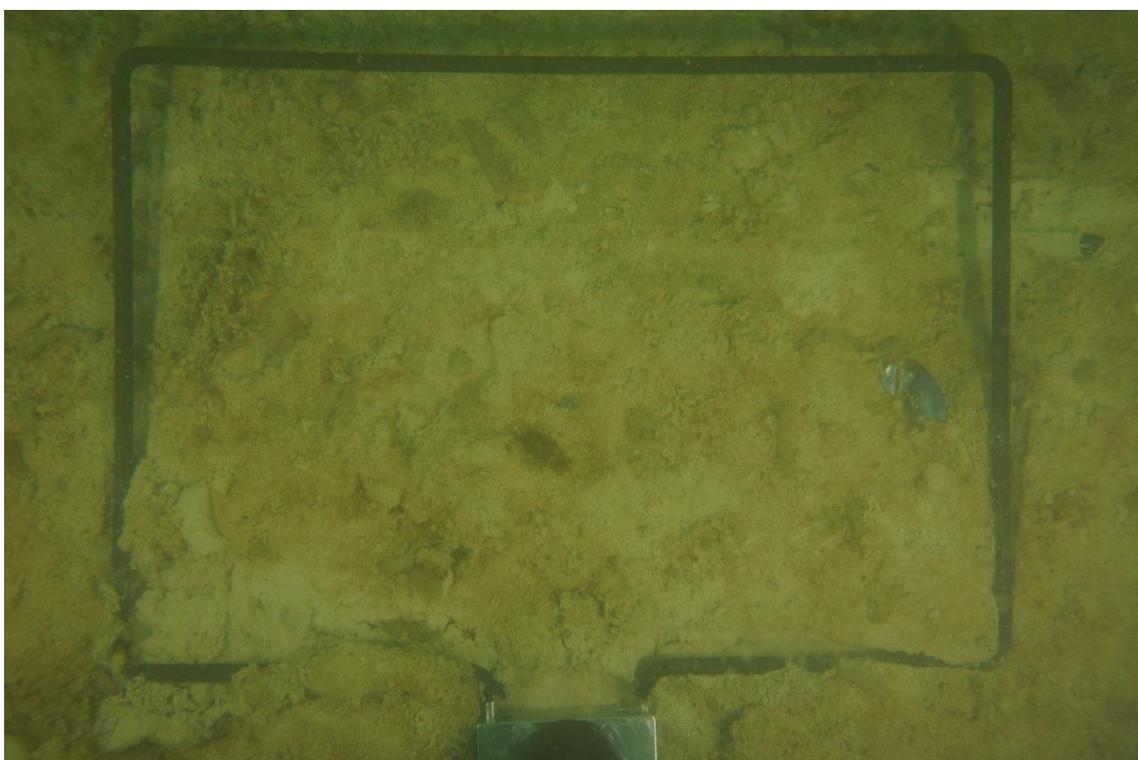


Figura 8 – Foto ID 8126 – Lato INTERNO – Codice INT2.

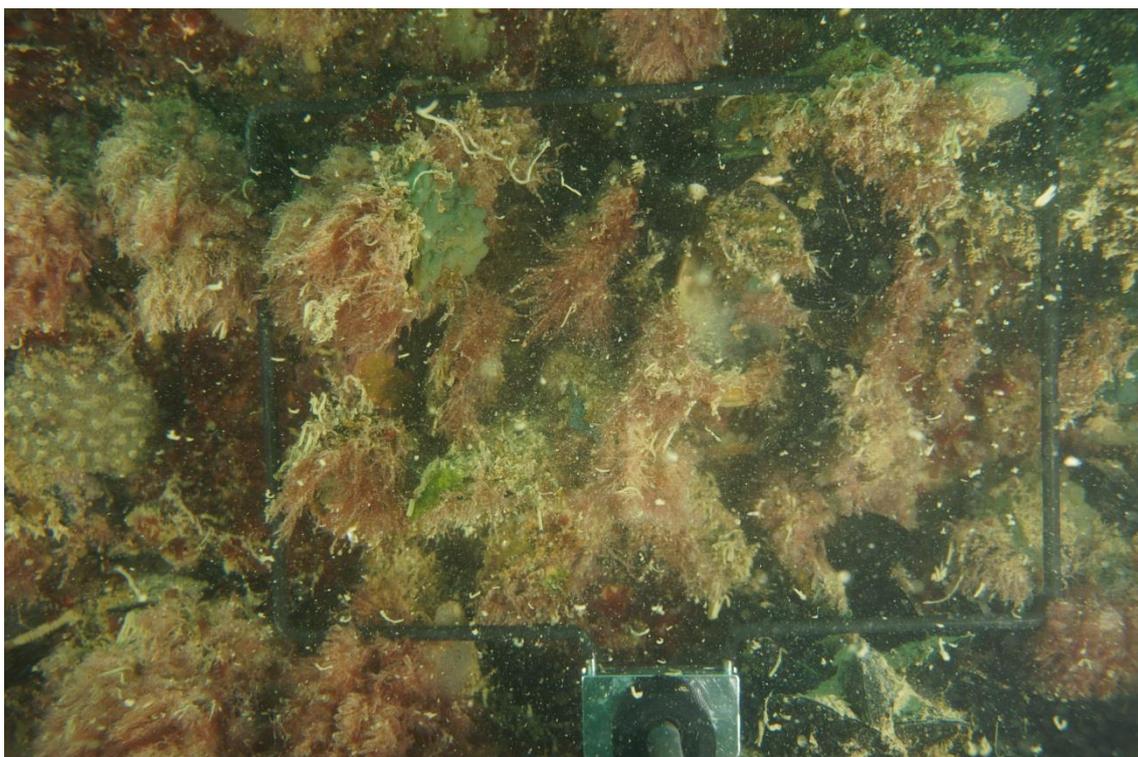
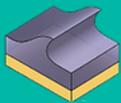


Figura 9 – Foto ID 8141 – Lato INTERNO – Codice INT3.

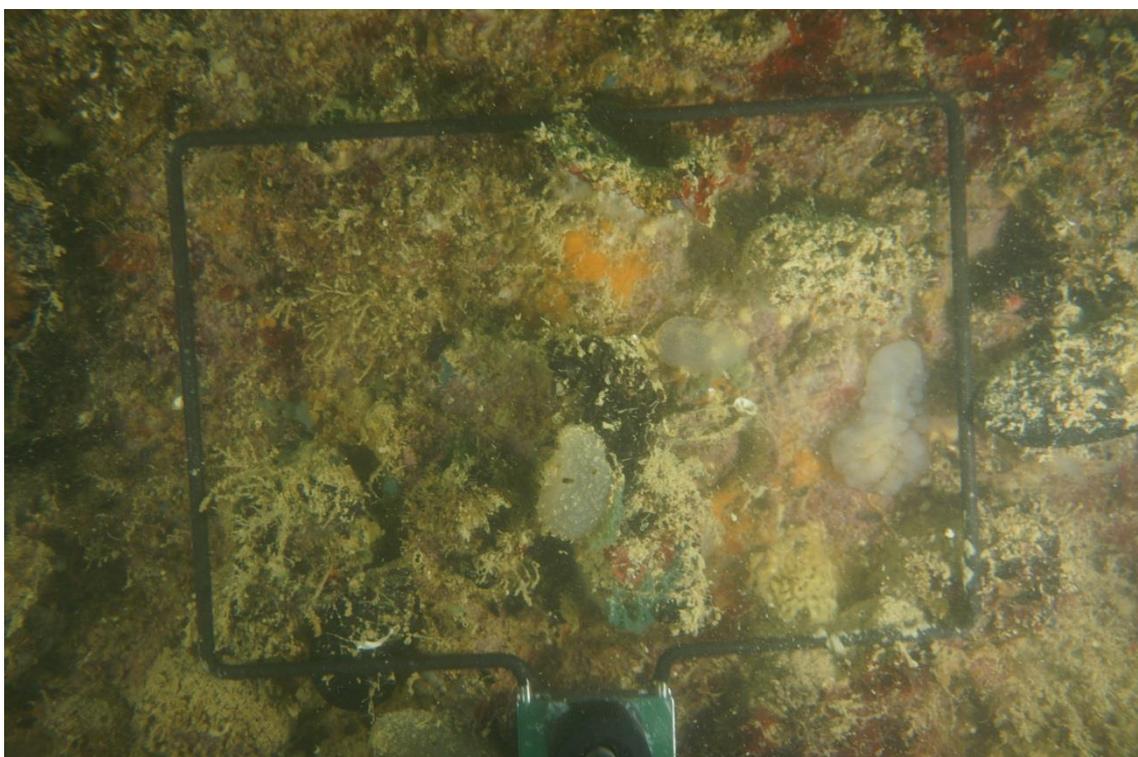


Figura 10 - Foto ID 8151 – Lato INTERNO – Codice INT4.

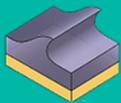


Figura 11 – Foto ID 8158 – Lato INTERNO – Codice INT5.



Figura 7 – Foto ID 8148 – Lato ESTERNO – Codice EXT1.

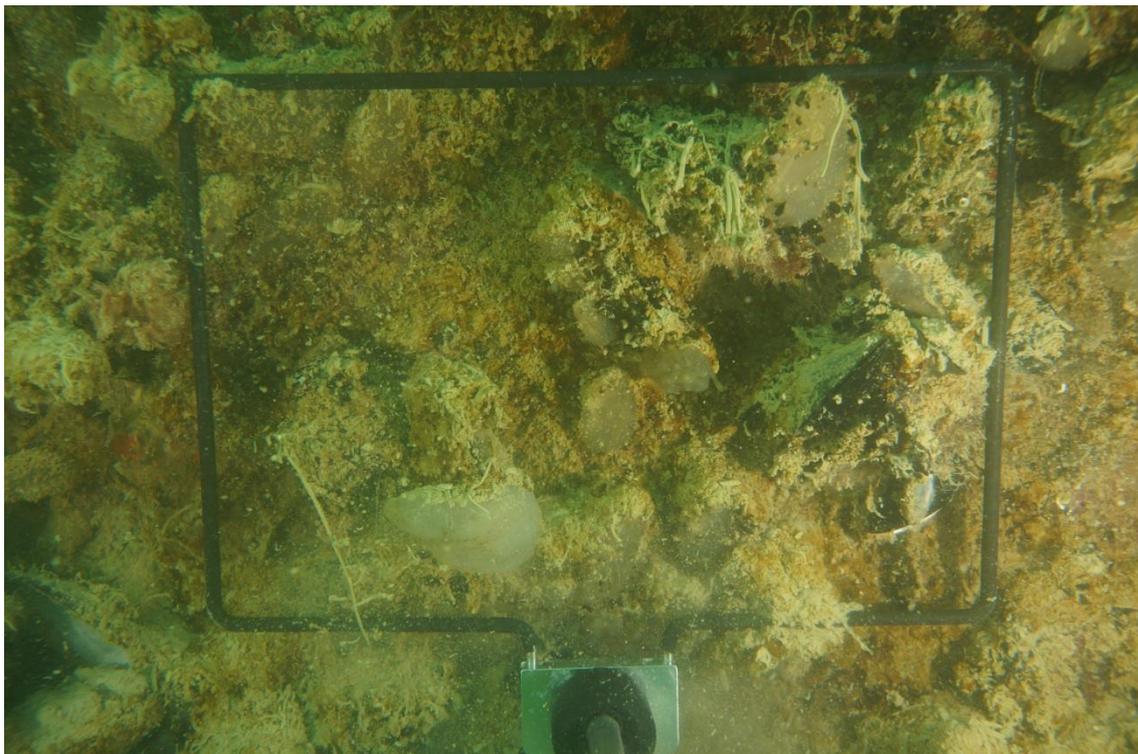
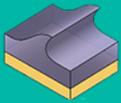


Figura 13 – Foto ID 8164 – Lato ESTERNO – Codice EXT2.



Figura 14 – Foto ID 8169 – Lato ESTERNO – Codice EXT3.

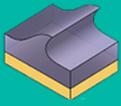


Figura 15 – Foto ID 8176 – Lato ESTERNO – Codice EXT4.

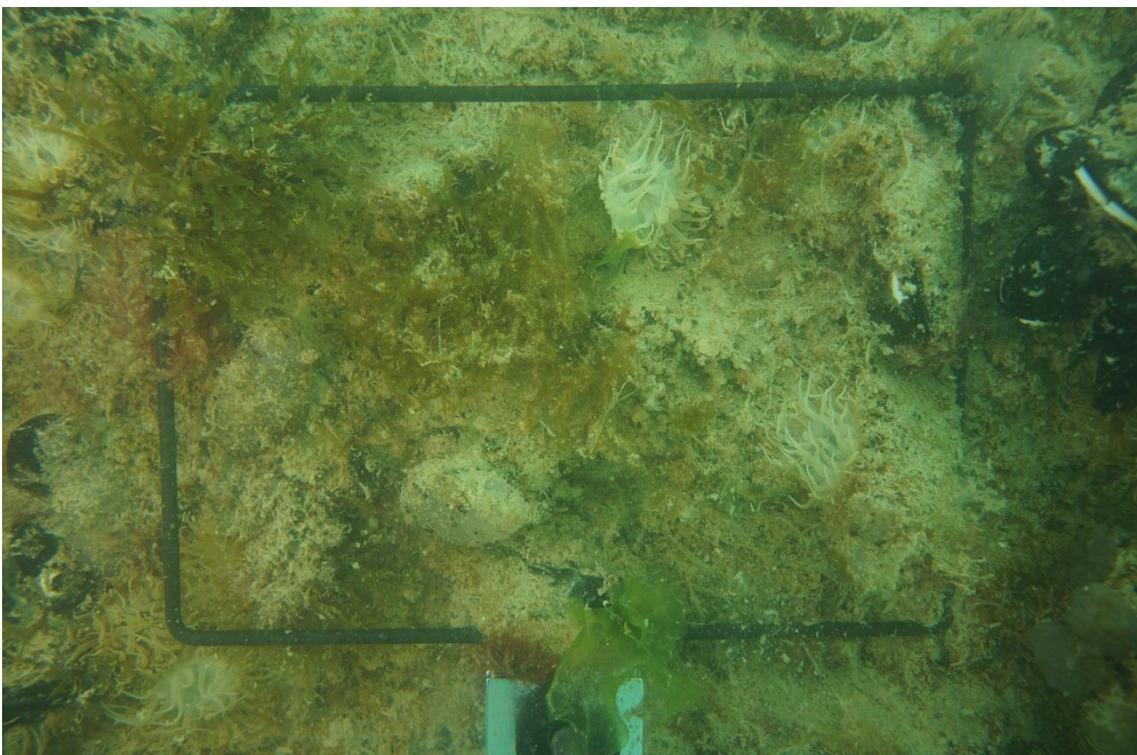
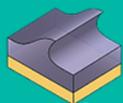


Figura 16 – Foto ID 8189 – Lato ESTERNO – Codice EXT5.



5. RISULTATI

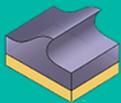
Ricoprimento percentuale degli organismi epibentonici

In seguito all'analisi dei campioni fotografici sono stati individuati 23 gruppi tassonomici, dei quali 10 riconosciuti a livello di specie e 13 a livello di genere o superiore. Il più rappresentativo tra i phyla è quello dei Chordata con *Ascidiella aspersa* e *Phallusia mammillata* che forniscono il contributo più significativo (rispettivamente il 22,9% ed il 6,23% di ricoprimento percentuale medio), seguito dal phylum dei Mollusca rappresentato quasi esclusivamente dalla specie *Mytilus galloprovincialis* che raggiunge ricoprimenti medi percentuali superiori al 20% (20,41%). Ben rappresentata è anche la componente algale con le Rhodophyta che forniscono il contributo maggiore, seguite dalle alghe brune (phylum Ochrophyta) della famiglia Dictyotaceae che, seppur talvolta completamente assenti, in alcuni campioni raggiunge ricoprimenti superiori al 35% (37,40% nel campione EXT5; ricoprimento percentuale medio del 7,16%).

Di seguito viene riportata la lista dei taxa individuati in ciascun campione insieme con la stima delle relative abbondanze (tabella 2):

Tabella 2 - Lista dei taxa individuati in ciascun campione fotografico con numero identificativo della foto, del campione (numero del sacchetto), della zona del grattaggio e del codice di riferimento:

FOTO ID	8131	8126	8141	8151	8158	8148	8164	8169	8176	8189
CAMPIONE	21	13	1	9	8	12	7	6	5	3
LATO	interno	interno	interno	interno	interno	esterno	esterno	esterno	esterno	esterno
CODICE	INT1	INT2	INT3	INT4	INT5	EXT1	EXT2	EXT3	EXT4	EXT5
<i>Ascidiella aspersa</i>	7.20%	2.83%	3.22%	10.25%	48.74%	37.18%	43.39%	49.17%	11.73%	15.32%
<i>Actinia sp.</i>	1.54%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.92%	15.24%
<i>Balanidae sp.</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.29%	0.00%
<i>Bittium sp.</i>	0.00%	1.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Botryllus schlosseri</i>	0.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.83%	0.00%	0.00%
<i>Ceramiales sp.</i>	61.91%	0.00%	11.53%	18.44%	9.00%	8.62%	11.91%	3.83%	0.00%	0.00%
<i>Ceramium sp.</i>	11.59%	2.06%	52.72%	0.00%	13.62%	11.63%	3.12%	0.00%	0.00%	5.60%
<i>Cheilostomatida sp.</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.53%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Corallinales sp.</i>	0.00%	0.00%	0.00%	7.69%	3.81%	0.00%	0.00%	22.39%	0.00%	0.00%
<i>Dictyota dichotoma</i>	6.44%	0.00%	1.55%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.41%	19.79%	37.40%
<i>Halymeniales sp.</i>	10.82%	0.00%	7.02%	8.46%	5.40%	11.16%	0.00%	15.23%	0.00%	0.00%
<i>Hexaplex trunculus</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Hydrozoa sp.</i>	0.00%	0.00%	0.00%	6.92%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Muricidae ovature</i>	0.00%	0.00%	0.00%	2.31%	0.00%	0.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0.00%	1.80%	30.10%	15.39%	22.70%	44.87%	29.73%	14.34%	28.82%	16.33%
<i>Poecilosclerida sp.</i>	0.00%	0.00%	0.00%	3.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Phallusia mammillata</i>	1.29%	0.00%	20.88%	7.18%	7.97%	4.48%	13.29%	7.20%	0.00%	0.00%
<i>Sabellida sp.</i>	4.89%	2.06%	2.60%	10.18%	3.83%	11.77%	19.33%	6.56%	9.72%	5.60%
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.66%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Serpula vermicularis</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<i>Spirobranchus triqueter</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.86%	0.00%
<i>Ulva lactuca</i>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.04%	0.00%	3.38%
<i>Veneridae sp.</i>	0.00%	0.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Sedimento	2.83%	96.52%	4.15%	9.93%	15.99%	3.52%	3.68%	8.52%	53.64%	17.43%



L'analisi PCO condotta sulla matrice delle abbondanze non evidenzia differenze significative tra il lato esterno e quello interno in termini di composizione dei popolamenti (figura 17). La PERMANOVA conferma come tali differenze non siano significative ($p\text{-value} > 0.05$, tabella 3).

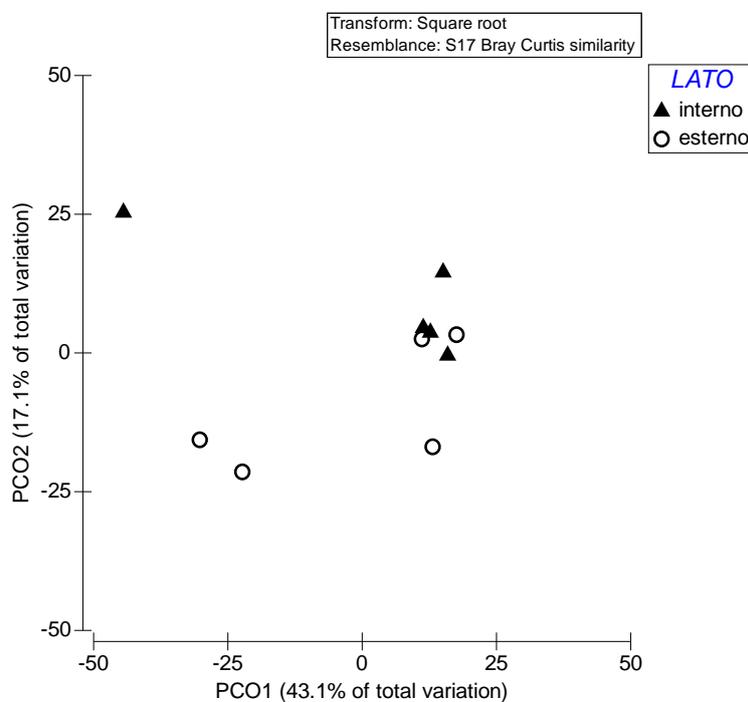
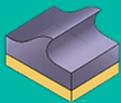


Figura 17 – Il PCO plot indica le relazioni di similarità tra le diverse repliche di campioni fotografici.

Tabella 3 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sulla composizione ed abbondanza dei taxa/categorie osservate nei campioni fotografici:

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	1349.7	1349.7	1.1144	0.2672	126	0.3533
Res	8	9689.4	1211.2				
Total	9	11039					

Nonostante non ci siano differenze significative in termini di composizione generale dei popolamenti tra il lato esterno e quello interno, è possibile osservare delle differenze nell'abbondanza di alcuni phyla. Il valore medio percentuale di ricoprimento del phylum dei Mollusca (per lo più rappresentato da *Mytilus galloprovincialis*) è più elevato all'esterno rispetto all'interno del relitto (27% nelle zone esposte rispetto al 15.6% in zone più protette). Una possibile spiegazione è da ricercarsi nelle necessità ecologiche della specie propensa a vivere in ambienti esposti dove l'apporto di sostanza organica è più elevato, massimizzando così l'efficienza di filtrazione. Anche la percentuale di ricoprimento del phylum dei Chordata (in particolare *Ascidella aspersa* e *Phallusia mammillata*) è maggiore nelle zone esterne rispetto a quelle interne del relitto (rispettivamente il 37,12% e il 22%), mentre le Rhodophyta risultano più abbondanti all'interno (con una media di ricoprimento del 44,81% sul lato interno delle lamiere rispetto al 18,70% sul lato esterno).



Caratterizzazione della macrofauna bentonica sessile e vagile

Tramite l'analisi delle superfici asportate è stato possibile redigere la lista completa dei gruppi tassonomici caratterizzanti la macrofauna bentonica sessile e vagile del sito di interesse e che non è stato possibile identificare tramite l'analisi fotografica. In totale sono stati individuati 38 taxa, di cui 27 riconosciuti a livello di specie e 11 a livello di genere o superiore, come di seguito riportato:

Tabella 4 - Lista dei taxa individuati in ciascun campione tramite l'analisi in laboratorio:

PHYLUM	CLASSE	ORDINE	FAMIGLIA	GENERE/SPECIE	Autore
Anellida	Polychaeta	Sabellida	Serpulidae	<i>Spirobranchus triqueter</i>	Linnaeus, 1758
Anellida	Polychaeta	Spionida	Spionidae	<i>Polydora ciliata</i>	Johnston, 1838
Anellida	Polychaeta	Sabellida	Serpulidae	<i>Hydroides</i> sp. 1	Gunnerus, 1768
Anellida	Polychaeta	Terebellida	Terebellidae	-	Johnston, 1846
Anellida	Polychaeta	Sabellida	Serpulidae	<i>Hydroides</i> sp. 2	Gunnerus, 1768
Anellida	Polychaeta	Sabellida	Serpulidae	<i>Serpula vermicularis</i>	Linnaeus, 1767
Arthropoda	Hexanauplia	Sessilia	Balanidae	<i>Perforatus perforatus</i>	Bruguière, 1789
Arthropoda	Hexanauplia	Sessilia	Balanidae	<i>Balanus trigonus</i>	Darwin, 1854
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Ischyroceridae	<i>Jassa marmorata</i>	Holmes, 1905
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Ampeliscidae	<i>Ampelisca diadema</i>	Costa, 1853
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Corophiidae	<i>Corophium</i> sp.	Latreille, 1806
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Schizoporellidae	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	Norman, 1868
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Bugulidae	<i>Bugula</i> sp.	Oken, 1815
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	Linnaeus, 1753
Chordata	Asciacea	Phlebobranchia	Asciidae	<i>Phallusia mammillata</i>	Cuvier, 1815
Chordata	Asciacea	Stolidobranchia	Styelidae	<i>Botryllus schlosseri</i>	Pallas, 1766
Chordata	Asciacea	Phlebobranchia	Asciidae	<i>Asciella aspersa</i>	Müller, 1776
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	Campanulariidae	<i>Obelia dichotoma</i>	Linnaeus, 1758
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Sagartiidae	<i>Sagartiogeton undatus</i>	Müller, 1778
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiotrichidae	<i>Ophiotrix fragilis</i>	Abildgaard in O.F. Müller, 1789
Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lamarck, 1819
Mollusca	Gasteropoda	Neogastropoda	Muricidae	ovature di <i>Stramonita haemastoma</i>	Linnaeus, 1767
Mollusca	Gasteropoda	Neogastropoda	Muricidae	<i>Stramonita haemastoma</i>	Linnaeus, 1767
Mollusca	Gasteropoda	Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Bittium reticulatum</i>	Da Costa, 1778
Mollusca	Opisthobranchia	Nudibranchia	Dendrodorididae	<i>Dendrodoris</i> sp.	Ehrenberg, 1831
Mollusca	Gasteropoda	Neogastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius nitidus</i>	Jeffreys, 1867
Mollusca	Bivalvia	Arcida	Arcidae	<i>Arca noae</i>	Linnaeus, 1758
Mollusca	Bivalvia	Pectinida	Pectinidae	<i>Aequipecten opercularis</i>	Linnaeus, 1758
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Tellinidae	<i>Tellina</i> sp.	Linnaeus, 1758
Mollusca	Gasteropoda	Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Bittium</i> sp.	Gray, 1847
Mollusca	Bivalvia	Pectinida	Anomiidae	<i>Pododesmus patelliformis</i>	Linnaeus, 1761
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Veneridae	<i>Clausinella fasciata</i>	Da Costa, 1778
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	<i>Hexaplex trunculus</i>	Linnaeus, 1758
Mollusca	Bivalvia	Pectinida	Anomiidae	<i>Pododesmus patelliformis</i>	Linnaeus, 1761
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Dictyota dichotoma</i>	(Hudson) J.V.Lamouroux, 1809
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Ceramiales	<i>Ceramium</i> sp.	Roth, 1797
Rhodophyta	Florideophyceae	Corallinales	-	-	P.C. Silva & H.W. Johansen, 1986
Rhodophyta	Florideophyceae	Halymeniales	Halymeniaceae	-	Bory, 1828

I patterns di similarità sono mostrati utilizzando la Principal Coordinate Analysis (PCO, 18).

Anche in questo caso l'analisi PCO condotta sulla matrice delle abbondanze non evidenzia una separazione, in termini di composizione del popolamento, tra il lato esterno e quello interno. Il test della PERMANOVA conferma l'assenza di differenze significative tra le comunità delle due zone diversamente esposte (p-value>0.05, tabella 5 di seguito):

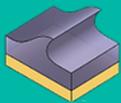


Tabella 5 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sulla composizione ed abbondanza dei taxa/categorie osservate nei campioni di macrobenthos:

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	2648.5	2648.5	2.141	0.0707	126	0.0876
Res	8	9896.2	1237				
Total	9	12545					

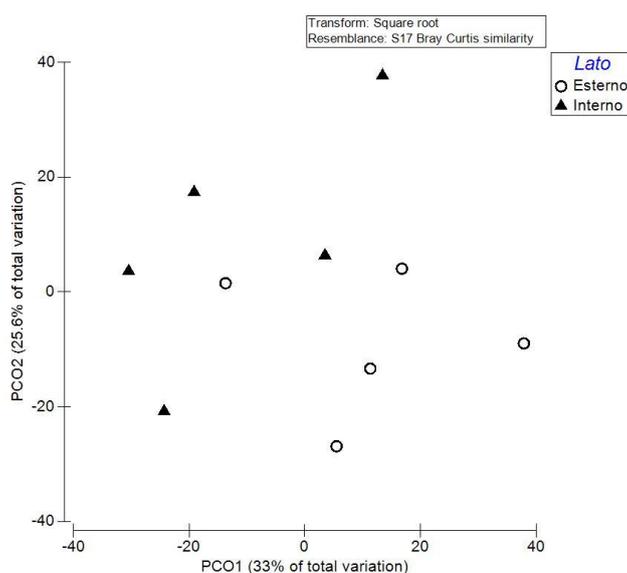


Figura 18 – Il PCO plot indica le relazioni di similarità tra le diverse repliche di campioni biologici prelevati.

Pur non essendo rilevata una marcata separazione, in termini di composizione dei popolamenti, tra la zona esposta e quella protetta, importanti differenze possono essere sottolineate. In particolare individui appartenenti ai phyla Echinodermata (*Ophiothrix fragilis*) e Chlorophyta (*Ulva lactuca*) sono stati osservati solo nei campioni del lato esterno, mentre nella zona interna viene osservata una maggiore presenza di Rhodophyta della famiglia Halymeniaceae. Questa differente distribuzione può essere dovuta alle necessità ecologiche di queste specie: *Ophiothrix fragilis* e *Ulva lactuca*, pur estremamente tolleranti a diversi ambienti e condizioni, prediligono zone più esposte in termini di correnti e luminosità; mentre le Rhodophyta della famiglia Halymeniaceae caratterizzano spesso ambienti sciafili (ombreggiati o a ridotta luminosità).

Indici di diversità

Per quanto riguarda i campioni fotografici, i risultati del calcolo degli indici di diversità sono mostrati in tabella 6 e rappresentati nelle figure 19, 20 e 21.

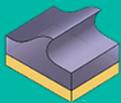


Tabella 6 - Tabella degli indici calcolati per stazione di campionamento utilizzando i risultati derivanti dall'analisi dei campioni fotografici:

FOTO ID	CAMPIONE	LATO	CODICE	S	J'	H'(log2)
8131	21	interno	INT1	9	0.648	2.054
8126	13	interno	INT2	6	0.953	2.463
8141	1	interno	INT3	8	0.767	2.302
8151	9	interno	INT4	11	0.909	3.144
8158	8	interno	INT5	9	0.808	2.561
8148	12	esterno	EXT1	9	0.799	2.534
8164	7	esterno	EXT2	7	0.834	2.340
8169	6	esterno	EXT3	10	0.821	2.727
8176	5	esterno	EXT4	7	0.813	2.283
8189	3	esterno	EXT5	7	0.865	2.428

I test della PERMANOVA confermano l'assenza di differenze significative tra gli indici di diversità calcolati per le repliche del lato esposto e quello protetto del relitto (p -value>0.05, tabelle seguenti).

Tabella 7 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sull'indice di ricchezza specifica (S) calcolato sui campioni fotografici:

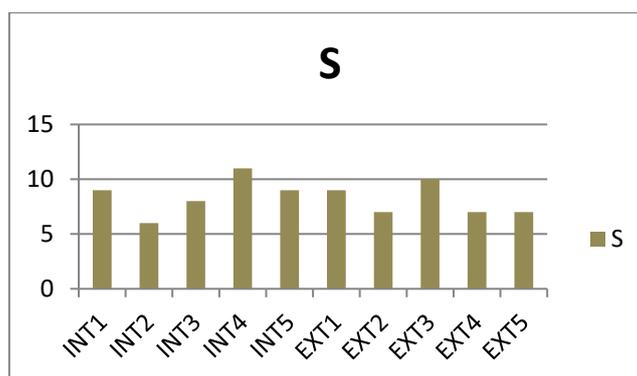
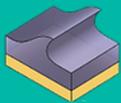
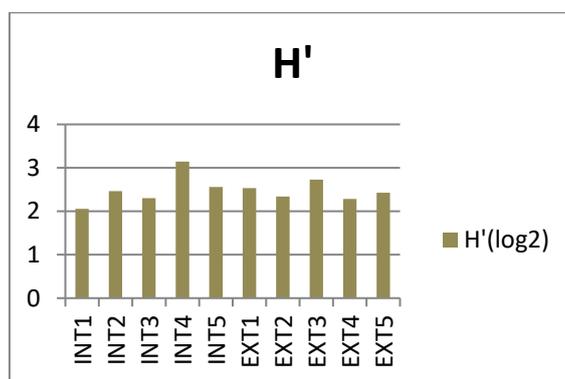
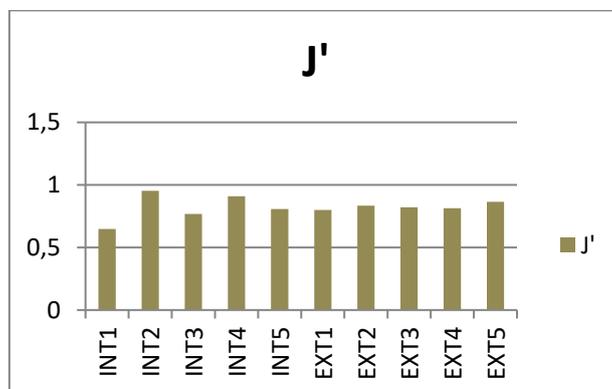
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	0.9	0.9	0.33962	0.7096	7	0.5732
Res	8	21.2	2.65				
Total	9	22.1					

Tabella 8 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sull'indice di diversità di Shannon (H') calcolato sui campioni fotografici:

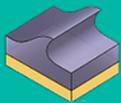
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	4.4649E-3	4.4649E-3	4.5702E-2	0.8547	126	0.8314
Res	8	0.78157	9.7696E-2				
Total	9	0.78603					

Tabella 9 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sull'indice di equitabilità di Pielou (J') calcolato sui campioni fotografici:

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	2.2422E-4	2.2422E-4	2.9679E-2	0.8827	126	0.8635
Res	8	6.0438E-2	7.5547E-3				
Total	9	6.0662E-2					

Figura 19 – Istogramma dei valori di S calcolati per ciascuna replica.Figura 80 - Istogramma dei valori di H' calcolati per ciascuna replica.Figura 91 - Istogramma dei valori di J' calcolati per ciascuna replica.

Per quanto concerne i campioni biologici asportati mediante grattaggio, i risultati del calcolo per ciascuna replica sono di seguito riportati

**Tabella 10 - Tabella degli indici per stazione di campionamento utilizzando i dati ricavati dall'analisi dei campioni biologici.**

CAMPIONE	LATO	CODICE	S	J'	H'(log2)
21	interno	INT1	11	0.857	2.963
13	interno	INT2	11	0.880	3.045
1	interno	INT3	11	0.631	2.181
9	interno	INT4	13	0.821	3.040
8	interno	INT5	10	0.681	2.264
12	esterno	EXT1	14	0.519	1.977
7	esterno	EXT2	14	0.804	3.062
6	esterno	EXT3	16	0.716	2.863
5	esterno	EXT4	14	0.532	2.024
3	esterno	EXT5	18	0.620	2.585

Anche in questo caso non si osservano differenze significative per quanto riguarda gli indici di Shannon (H') e Pielou (J') calcolati per il lato esposto e quello protetto (tabelle 12 e 13), mentre il test della PERMANOVA evidenzia una leggera differenza significativa tra il numero di specie (S) relativo alle repliche del lato esterno e quelle del lato interno (tabella 11).

Tabella 11 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sull'indice di ricchezza specifica (S) calcolato sui campioni di macrobenthos:

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	40	40	18.182	0.0097	10	0.0029
Res	8	17.6	2.2				
Total	9	57.6					

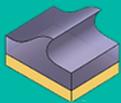
Tabella 12 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sull'indice di diversità di Shannon (H') calcolato sui campioni macrobenthos:

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	9.6456E-2	9.6456E-2	0.44923	0.5237	126	0.528
Res	8	1.7177	0.21472				
Total	9	1.8142					

Tabella 13 - Risultati del test della PERMANOVA effettuato sull'indice di equitabilità di Pielou (J') calcolato sui campioni macrobenthos:

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lato	1	4.6168E-2	4.6168E-2	3.3913	0.1212	126	0.1054
Res	8	0.10891	1.3614E-2				
Total	9	0.15508					

Nelle figure 23, 24 e 25 sono mostrati gli istogrammi degli indici di diversità calcolati per ciascuna replica. Unicamente per l'indice di ricchezza specifica S vengono messi a confronto i valori medi calcolati per il lato



esposto e quello protetto del relitto (tabella 22), in quanto è l'unico che esibisce leggere differenze tra i due gruppi campionati.

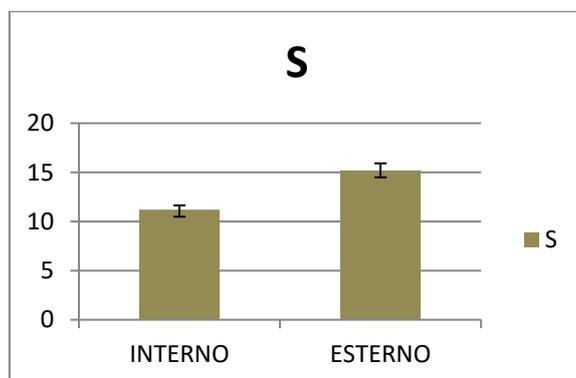


Figura 102 - Istogramma dei valori medi di S per lato esterno ed interno.

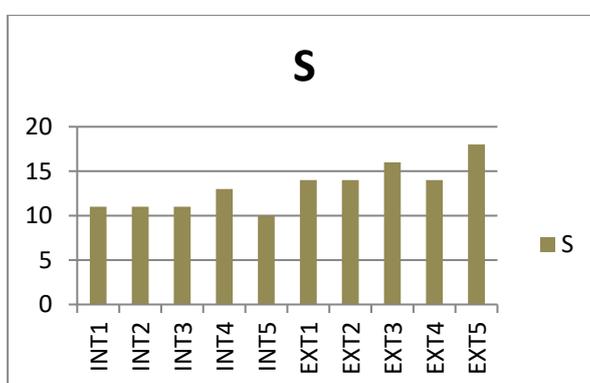


Figura 113 - Istogramma dei valori di S calcolati per ciascuna replica.

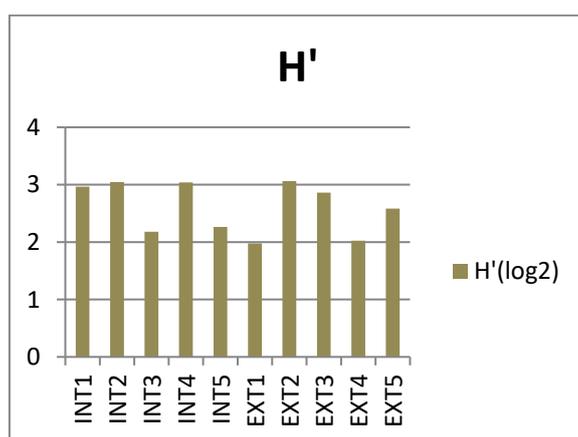


Figura 124 - Istogramma dei valori di H' calcolati per ciascuna replica.

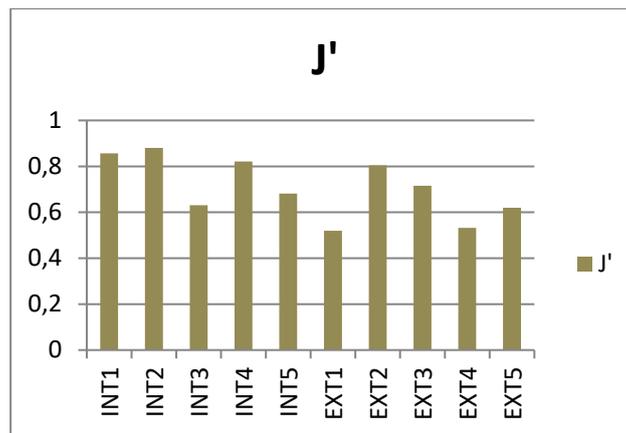
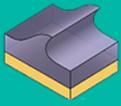
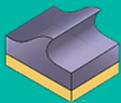


Figura 135 - Istogramma dei valori di J' calcolati per ciascuna replica.

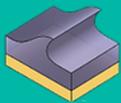


6. CONCLUSIONI

L'area di studio ospita popolamenti con caratteristiche principalmente ascrivibili alla "Biocenosi delle alghe infralitorali" (secondo la classificazione adottata dal RAC/SPA con codice di identificazione III.6.1) tipica dei fondi duri e rocciosi. All'interno di tale biocenosi si riconosce principalmente la "*Facies a Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)" (codice di identificazione RAC/SPA III.6.1.4), caratteristica di aree con forti apporti di materiale organico. Questi apporti sono anche testimoniati dagli elevati ricoprimenti percentuali di sedimento rilevati durante l'analisi dei campioni fotografici. Complessivamente i popolamenti appaiono ben strutturati indicando un insediamento di vecchia data con ridotta presenza di specie pioniere. Questo può essere dovuto alla prolungata assenza di particolari disturbi all'interno del bacino nel quale il relitto è adagiato. La comunità bentonica animale è costituita per lo più da organismi filtratori anche di dimensioni ragguardevoli (ascidie, policheti, bivalvi) che sembrano prediligere le zone più esposte del relitto. La componente vegetale è anch'essa ben rappresentata soprattutto da specie sciafile che sembrano prediligere invece zone più riparate. In generale non sono state osservate sostanziali differenze nella composizione delle comunità insediate nelle zone esposte e quelle protette del relitto. L'omogeneità sia in termini di struttura di comunità sia in termini di diversità è confermata dall'assenza di differenze significative tra le repliche relative alle zone a differente esposizione (PERMANOVA $p\text{-value} > 0.05$). Ad un esame più accurato, unicamente la ricchezza in specie (S) differisce, anche se in modo poco marcato, tra le zone esposte e quelle interne più protette con valori maggiori osservabili nelle prime. I valori degli indici di equidistribuzione (J') e di diversità (H') non mostrano sostanziali deviazioni.

Dall'analisi dei popolamenti macrobentonici sessili e vagili e quelli epibentonici si delinea l'assenza di specie e biocenosi protette o di particolare interesse insediate sul relitto oggetto dello studio. In particolare non sono state rilevate habitat o specie riportate negli allegati I, II, IV e V della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.

Da un'osservazione complessiva, le strutture del relitto sembrano non presentare cedimenti. Nonostante l'apparente solidità strutturale, le lamiere mostrano una marcata fragilità dovuta probabilmente all'immersione prolungata e all'azione erosiva degli organismi da lungo tempo insediati.



7. BIBLIOGRAFIA

ANONYMOUS, 1992 - Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992. Journal des Communautés européennes, 22. 7. 92 N°L 206/7-N° L 206/50. Davies C. & Moss D., 1997 - EUNIS habitat classification. European Environment Agency.

Anderson, M.J., Robinson, J., 2001. Permutation test for linear models. Aust. N. Z. J. Stat. 43, 75e88.

Anderson, M.J., ter Braak, C.J.F., 2003. Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. J. Stat. Comput. Sim. 73, 85e113.

Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmolin J.G., Pergent G., 2002. Handbook for Interpreting Types of Marine Habitat for the Selection of Sites to Be Included in the National Inventories of Natural Sites of Conservation Interest; RAC SPA: Tunis, Tunisia, 2002.

Magurran, A.E., 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd.

Trygonis, V., & Sini, M. (2012). photoQuad: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 424, 99-108.