



Monitoraggio delle biocenosi marine presso il Comune di Borgio Verezzi

Relazione Finale



Febbraio 2009

Introduzione

Negli ultimi anni, con sempre maggiore frequenza, si assiste lungo il litorale ligure alla realizzazione di opere di difesa dall'erosione costiera, che spesso sono la conseguenza della continua pressione esercitata dall'uomo sul territorio. Interventi come l'imbrigliamento e la cementificazione dei corsi d'acqua, la costruzione di moli, pennelli, porti e dighe frangiflutto, hanno fortemente ridotto il tasso di ripascimento naturale delle spiagge con la conseguente necessità di apportare artificialmente materiale lungo i litorali e, nelle zone dove l'erosione è più forte, la costruzione di nuove opere ingegneristiche.

Tutte le attività umane condotte lungo la fascia costiera si ripercuotono negativamente, con effetti diretti ed indiretti, sulle comunità marine, specie su quelle bentoniche. Le principali cause di alterazione ambientale sono dovute, sia alla rimozione delle biocenosi marine durante la realizzazione dell'opera che al ricoprimento del fondale con materiali terrigeni diversi. Inoltre i fanghi si propagano in tutte le direzioni dal punto dello scarico, tendendo a formare da una parte uno strato fluido sopra il substrato originario, e dall'altra rimanendo in sospensione a danno degli organismi planctonici e filtratori. I danni maggiori si hanno quando i materiali di riporto vanno ad interessare fondali di diversa natura come fondali rocciosi ricchi di alghe o come le praterie a fanerogame marine (Cognetti & Cognetti, 1992). In questi ambienti naturali i danni subiti dal comparto bentonico si ripercuotono anche sulla fauna ittica, con conseguente riduzione nelle specie ittiche presenti e nelle loro abbondanze (Guidetti *et al.*, 2003; Molinari, 2006).

L'Amministrazione Comunale di Borgio Verezzi ha iniziato un vasto progetto di difesa della costa che prevede la realizzazione di cinque secche soffolte lungo tutto il litorale del comune rivierasco. Una prima secca soffolta, della lunghezza di 50 m e della larghezza di 20 m è stata realizzata nell'inverno 2007 nell'area costiera prospiciente al molo di Borgio Verezzi, su un fondale sabbioso, entro la batimetria dei 5 m. Per la realizzazione di tale opera, costituita principalmente da massi e blocchi di pietra, è stata costruita una pista di cantiere che dal litorale andava fino al punto di costruzione della secca stessa (foto 1). Al termine delle attività la pista di cantiere è stata in gran parte rimossa, lasciando tuttavia molto materiale sul fondale (foto 2). Inoltre, a seguito della costruzione della secca è stato condotto un ripascimento di 18000 mc di materiale di cava (D50=3/4 mm) su un tratto di litorale lungo circa 1 km.

A seguito di queste attività l'Amministrazione ha richiesto la conduzione di uno specifico studio finalizzato al reperimento di informazioni sulle possibili conseguenze sull'ambiente marino.



Foto 1 - Costruzione della secca soffolta



Foto 2 - Resti della pista di cantiere sul fondale marino

Il livello di organizzazione biologica più impiegato negli studi di impatto ambientale è la comunità, in quanto rappresenta l'espressione e l'integrazione di tutte le condizioni ambientali avvenute in periodi antecedenti anche di diversi mesi dal campionamento. Inoltre ogni fenomeno di disturbo colpisce le comunità naturali nel loro complesso e non in una singola componente (Della Croce *et al.*, 1997)

Sulla base del disciplinare di incarico fatto pervenire dal Comune di Borgio Verezzi in data 29/08/2007 la società R.S.T.A. S.c.r.l. ha dato il via ad una serie di attività di monitoraggio che hanno riguardato sia la componente bentonica che quella ittologica associate ad una spiaggia fossile presente in quest'area costiera. Infatti, lungo gran parte delle spiagge di Pietra Ligure e di Borgio Verezzi, fino al Capo di Caprazoppa, in prossimità della riva, a circa 1-2 m di profondità si estendono formazioni rocciose sottili ed allungate, definite come *beach-rock* (Coppo e Diviaco, 2006). Lo sviluppo delle *beach-rock* dipende da una disponibilità adeguata di carbonato di calcio (CaCO_3), ed in Liguria una situazione del genere si verifica proprio nella zona del Finalese, per la presenza di una serie calcareo-dolomitica massiccia (Fierro *et al.* 1974). Tali *beach-rock* hanno una notevole importanza in quanto appartengono si sono originate più di 3000 anni fa dalla cementazione carbonatica di sedimenti clastici (sabbie). Tali formazioni sono presenti in maniera omogenea lungo il tratto di costa interessato dall'opera di difesa della costa, anche se con caratteristiche differenti, in base al fatto che siano semiaffioranti o completamente sommerse, alla pendenza del substrato, che può essere orizzontale o più o meno inclinato, al numero ed alla forma delle fratture e ad altre caratteristiche geomorfologiche" (Garibaldi e Bava, 2002). Dal punto di vista delle biocenosi, i popolamenti algali fotofili infralitorali su *beach-rock* sono analoghi a quelli di substrato duro. Nello studio non sono state rilevate specie protette o caratteristiche di particolare interesse biologico o

naturalistico, ad esclusione del Polichete *Sabellaria alveolata* che si estende sotto il salto a mare della formazione rocciosa (Garibaldi e Bava, 2002).

Recenti studi condotti sulla componente ittologica associata a queste formazioni geologiche (Molinari 2005a, 2005b, 2006) hanno evidenziato come le *beach-rock* siano ambienti costieri importanti per il mantenimento di una ben diversificata comunità ittica, ricca in particolare di giovanili di specie ittiche di elevato interesse commerciale (Molinari 2005a, 2005b). Tali ricerche hanno permesso di evidenziare come la deposizione di sedimenti sulla superficie rocciosa della *beach-rock*, causati da massicce attività di ripascimento degli arenili, abbiano portato ad una diminuzione della copertura algale e ad una degradazione dell'habitat, con conseguenze negative anche sul comparto ittico (Molinari 2005b), specie per l'alterazione dei processi di insediamento dei giovanili (Molinari 2006).

La valenza ambientale di questo tratto di costa viene evidenziato dal documento regionale *"Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili"* approvati con D.G.R. n.1553 del 20/12/2001, integrati ed aggiornati con D.G.R. n. 1176 del 18/10/2002 e con D.G.R. n. 253 del 15/02/2005, inserendo tale unità fisiografica nella lista dei tratti di costa sensibili (tratto di costa tra il Capo di Caprazoppa e la Foce del Maremola).

La presente relazione riguarda il resoconto delle attività di monitoraggio delle biocenosi marine condotte nell'arco di un periodo di tempo di circa due anni presso il litorale del Comune di Borgio Verezzi, dei risultati e delle principali evidenze riscontrate.

Materiali & Metodi

Considerate le peculiari caratteristiche del tratto di costa in esame, e tenuto conto dei criteri generali per il monitoraggio delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili (approvati con delibera n. 1793 del 30.12.2005) si è deciso di articolare lo studio secondo il seguente piano di campionamento:

1. Monitoraggio delle biocenosi bentoniche su aree standard, finalizzati alla definizione dello stato dei popolamenti di substrato duro che possono essere negativamente influenzate dall'aumento dei sedimenti nelle aree costiere interessate dagli interventi;
2. Censimenti visuali della fauna ittica;
3. Descrizione generale dei fondali da effettuarsi, in funzione della morfologia della costa, tramite transetti e censimento di specie sensibili (es.: alghe brune strutturanti, madreporari).

La scelta delle attività d'indagine proposte è stata fatta sulla base di documentazioni scientifiche che attestano i popolamenti macrobentonici (Pellegrini *et al.*, 2002), i popolamenti algali (Mangialajo *et al.*, 2006) e le comunità ittiche (Guidetti, 2003, Molinari, 2006) quali efficaci indicatori della qualità ecologica di un tratto costiero.

Tutte le attività di ricerca in campo sono state compiute in immersione autonoma, utilizzando autorespiratori ad aria compressa (di seguito definiti ARA): tale tecnica permette di effettuare osservazioni dirette del paesaggio subacqueo, ottenendo nel contempo informazioni inerenti a diversi parametri che sono indicativi dell'ambiente stesso. Inoltre tale tecnica ha il vantaggio di poter combinare metodi fisionomici speditivi su superfici relativamente vaste, con campionamenti puntiformi esaustivi, ottenuti con metodi non distruttivi (metodologie visuali e fotografiche che non comportano il prelievo di organismi) (Bianchi *et al.*, 2003).

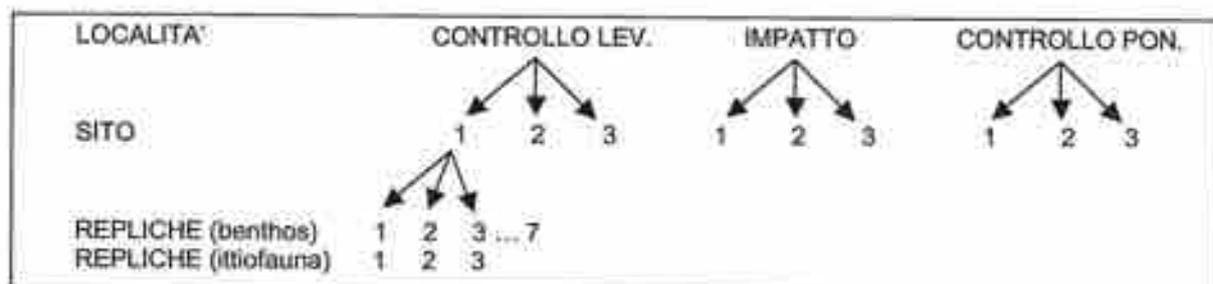
Quando si affronta lo studio relativo all'alterazione di un ecosistema è buona norma conoscere la situazione ecologica di aree limitrofe non interessate a tale alterazione per ottenere un valido termine di confronto (Cognetti & Cognetti, 1992). Per questo motivo le attività di monitoraggio sono state condotte sia nella zona limitrofa alla secca soffolta (definita località "Impatto") che in altre due località paragonabili a quella in esame per via della presenza della beach-rock (Figura 1), ma non influenzate dalla costruzione della secca soffolta (definite come località "Controllo"). Nell'ambito di ciascuna di queste tre località sono stati scelti due siti, con l'obiettivo di isolare la naturale variabilità spaziotemporale delle comunità costiere (Benedetti-Cecchi, 2001; Terlizzi *et al.*, 2005). L'insieme

delle attività di rilevamento adottate sono state opportunamente concepite con lo scopo di evidenziare eventuali modificazioni nella struttura delle comunità indotte dagli interventi sulla fascia costiera.



Figura 1 -Area di monitoraggio, con le tre località di campionamento (I = "Impatto"; CL = "Controllo Levante"; CP = "Controllo Ponente"); (a) stazioni di campionamento per la fauna ittica e per il rilevamento fotografico sono indicate con gli asterischi; (b) i numeri indicano i transetti perpendicolari alla costa per la descrizione della morfologia della beach-rock. In ciascuna località di monitoraggio sono state condotte anche le osservazioni sulle specie sensibili.

Di seguito viene riportato il piano di campionamento relativo ai punti 1 e 2.



Dettagli del piano di campionamento

1. Monitoraggio delle biocenosi bentoniche tramite rilevamenti fotografici.

Nell'ambito di questo progetto la fotografia subacquea è stata utilizzata allo scopo di valutare la distribuzione spaziale dei popolamenti bionomici caratteristici delle zone considerate. In particolare nelle sei stazioni di monitoraggio è stato condotto un rilevamento fotografico in immersione (utilizzando apparecchiature ARA) mediante

l'utilizzo di una fotocamera digitale scafandrata (Olympus ® C5060wz con flash interno e scafandro Olympus ® PT 020).

Il rilevamento fotografico sui fondi duri consiste nel fotografare una superficie definita della porzione di *beach-rock* (in questo caso 1.000 cm²), garantendo il parallelismo del sensore rispetto al fondale tramite un distanziale rigido di 20 cm.

Complessivamente sono stati effettuati 168 rilevamenti fotografici (7 rilevamenti fotografici / sito / località / periodo di monitoraggio). Le immagini, una volta scaricate su computer, sono state analizzate sovrapponendo all'immagine una griglia regolare in modo tale da poter determinare le coperture percentuali sia delle specie del macrobenthos che dei principali descrittori fisici rispetto all'area nota. L'analisi delle corrispondenze (AC) è stata applicata per analizzare la diversa composizione della copertura dei *taxa* bentonici o dei descrittori rispetto alle località di monitoraggio ed al periodo di studio. L'analisi è stata compiuta utilizzando i dati di copertura percentuale di ciascun *taxa*/descrittore, escludendo dall'analisi alcune specie occasionali.

2. Monitoraggio della fauna ittica tramite censimenti visuali.

Nelle sei stazioni di monitoraggio sono state condotte attività di censimento visuale o *visual census* in immersione (utilizzando apparecchiature ARA). Il censimento visuale implica che un osservatore, muovendosi lentamente e a breve distanza dal fondale, individui ed annoti le specie ittiche incontrate lungo un transetto avente lunghezza 25 m (segnalato da una sagola metrata) e larghezza di 5 m (valutata ad occhio durante il rilevamento). Per ciascuna specie vengono annotate l'abbondanza (stimata in classi di abbondanza) e la taglia (stimata in piccola, media e grande). La registrazione dei dati avviene manualmente mediante l'uso di una matita e di tavolette in PVC. In totale sono stati effettuati 54 censimenti visuali (3 censimenti visuali / sito / località / periodo di monitoraggio). I dati raccolti sono stati ordinati su computer ed analizzati per poter ottenere una lista ittiologica preliminare, le abbondanze medie di ciascuna specie (ad esclusione delle specie gregarie-planctofaghe) e la composizione in classi di taglia. Con l'obiettivo di evidenziare eventuali differenze statisticamente significative tra i siti di monitoraggio i dati di abbondanza sono stati trattati applicando l'analisi della varianza (ANOVA). Inoltre un'ulteriore analisi statistica (analisi delle corrispondenze – AC) è stata impiegata per analizzare la distribuzione spaziale delle diverse specie ittiche rispetto alle località di monitoraggio. L'analisi è stata compiuta utilizzando i dati mediati di ciascuna specie, ad esclusione delle specie gregarie e delle specie rinvenute occasionalmente.

3. Monitoraggio delle specie sensibili.

Questa parte del monitoraggio è servita ad analizzare la componente bentonica associata alla beach-rock: in particolare i quattro periodi di monitoraggio sono stati utilizzati per verificare la presenza di alcune specie marine che rivestono notevole importanza biologica (come madreporari, alghe brune strutturanti, poriferi, etc.) che potrebbero manifestarsi negativamente sensibili alle alterazioni ambientali, specialmente quelle derivate da un eccessivo infangamento ed intorbidimento delle acque. Inoltre, con lo scopo di descrivere l'ambiente sommerso della beach-rock nella maniera più dettagliata sotto il profilo geomorfologico, durante il primo periodo di monitoraggio (inverno 2007) si è voluto procedere ad un'indagine sulla morfologia della beach-rock nelle diverse zone di studio. A questo scopo, in ciascuna località di monitoraggio sono stati condotti 4 transetti in immersione (5 nella località "Impatto") disposti perpendicolarmente alla linea di costa. Tale indagine preliminare è importante per poter rilevare differenze nelle caratteristiche della rugosità del fondale, in modo da poter meglio comprendere possibili differenze nella composizione e nel numero di organismi sia della fauna ittica che del macrobenthos. L'esecuzione di ciascun transetto ha previsto il posizionamento sul fondale marino di una bindella metrata orientata secondo la direzione costa-largo. La direzione è mantenuta utilizzando una bussola subacquea la quale presenta un errore di lettura di circa 1°. Una volta che il nastro della bindella è stato steso, un operatore ripercorre il tracciato descrivendo in maniera precisa il fondale, trascrivendo tali informazioni su una lavagnetta subacquea in PVC (foto 3).



Foto 3 - Operatore subacqueo intento a raccogliere informazioni relative ad un transetto.

La posizione geografica del punto d'inizio di ciascun transetto è stato determinato mediante l'uso di un GPS (tabella 1).

Tabella 1 – Posizione geografica relativa ai transetti per la descrizione della geomorfologia della beach-rock.

	"IMPATTO"	"CONTROLLO LEVANTE"	"CONTROLLO PONENTE"
TR 1 (I1; CL1; CP1)	φ 44° 09.463' N	φ 44° 09.667' N	φ 44° 09.337' N
	λ 008° 18.661' E	λ 008° 19.698' E	λ 008° 18.092' E
TR 2 (I2; CL2; CP2)	φ 44° 09.450' N	φ 44° 09.666' N	φ 44° 09.290' N
	λ 008° 18.596' E	λ 008° 19.690' E	λ 008° 18.001' E
TR 3 (I3; CL3; CP3)	φ 44° 09.442' N	φ 44° 09.632' N	φ 44° 09.286' N
	λ 008° 18.557' E	λ 008° 19.458' E	λ 008° 17.931' E
TR 4 (I4; CL4; CP4)	φ 44° 09.443' N	φ 44° 09.623' N	φ 44° 09.219' N
	λ 008° 18.543' E	λ 008° 19.403' E	λ 008° 17.752' E
TR 5 (I5)	φ 44° 09.483' N	-	-
	λ 008° 18.767' E	-	-

I dati raccolti sono stati ordinati su computer ed impiegati per costruire i profili dei diversi punti della beach-rock, utilizzando il programma Autocad ®.

Con lo scopo di registrare la presenza di specie macrobentoniche associate alla beach-rock, ad ogni periodo di monitoraggio sono state condotte immersioni specificatamente finalizzate al rilevamento dei popolamenti bentonici associati al margine esterno della beach-rock, quella parte della formazione rocciosa che è risultata essere caratterizzata da grande variabilità strutturale, con pareti sub-verticali alte anche più di un metro, profondi anfratti e spaccature, idonee ad ospitare popolamenti sciafili.

Risultati

Monitoraggio delle biocenosi bentoniche tramite rilevamenti fotografici

Le fotografie realizzate nell'arco dei quattro periodi di monitoraggio sono state analizzate, valutandone per ciascuna, la copertura percentuale delle specie presenti. La copertura è un attributo del fondale e rappresenta la porzione di substrato non nuda, vale a dire coperta da un insediamento biotico. Non potendo sempre riconoscere la singola specie, si è deciso di utilizzare in alcuni casi dei descrittori che rappresentassero al meglio la porzione di substrato. Le specie/taxa ed i descrittori che sono stati individuati durante l'analisi fotografica sono riportati in tabella 2. La località "Controllo Ponente" è risultata essere quella con un numero maggiore di specie (34), seguita dalla località "Controllo Levante" (33) ed in ultimo dalla località "Impatto" (29). Nove taxa sono "esclusive" della località "Controllo Levante", otto della località "Controllo Ponente" e cinque della località "Impatto", a cui si somma il descrittore "*Cladocora caespitosa* sbiancata/infangata". Da evidenziare la presenza di tre specie di interesse diverso, una per la sua conservazione, ed altre due perché specie alloctone: la specie protetta *Lithophaga lithophaga* (dattero di mare) è stata rilevata mediante campionamento fotografico nella località "Impatto", tuttavia è stata rinvenuta anche nelle altre due località di monitoraggio. L'alga di origine tropicale *Caulerpa racemosa* è stata rilevata mediante campionamento fotografico nella località "Controllo Levante", ma ritrovata anche nella località "Impatto". La madrepora *Oculina patagonica* è stata rilevata mediante campionamento fotografico nella località "Controllo Ponente", ma ritrovata in abbondanza anche nella località "Impatto" e con minore frequenza nella località "Controllo Levante".

Nelle pagine successive vengono riportate le 12 figure riguardanti il ricoprimento percentuale del fondale da parte di specie/taxa o descrittori nelle diverse località e nei quattro periodi di monitoraggio.

Le figure 2-13 rappresentano le percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nelle tre località di monitoraggio e nei quattro periodi di studio.

Tabella 2 – Lista dei Taxa / descrittori individuati durante l'intero studio mediante rilevamento fotografico nelle tre località di monitoraggio.

Taxa / Descrittori	"Impatto"	"Controllo"	"Controllo"
<i>Acetabularia acetabulum</i>	+	+	+
<i>Aptasia mutabilis</i>		+	
Alghe filamentose n.d.	+	+	+
<i>Anemonia viridis</i>		+	+
<i>Arbacia lixula</i>	+	+	+
Arca noe	+		
Balani		+	+
<i>Bittium</i> sp.			+
<i>Branchiommma bombix</i>			+
<i>Caulerpa racemosa</i>			+
<i>Chlamys pesfelis</i>		+	
<i>Chlamys</i> sp.		+	
<i>Chondrosia reniformis</i>		+	
<i>Cymathium</i> sp.			+
<i>Cladocora caespitosa</i>	+	+	+
* <i>Cladocora caespitosa</i> sbiancata/infangata	+		
<i>Clona</i> sp.	+	+	+
Codiales	+		
<i>Codium bursa</i>	+	+	+
<i>Codium vermilara</i>	+	+	+
<i>Corallina elongata</i>		+	+
Demospongia n.d.	+	+	+
<i>Dictyoptens polypodioides</i>	+		
<i>Dictyota dichotoma</i>	+	+	+
<i>Didemnum</i> sp.		+	
ECR	+	+	+
<i>Fabelia petiolata</i>	+	+	
Fori	+	+	+
<i>Gastrochaena dubia</i>	+	+	+
<i>Halimeda tuna</i>		+	
Idroidi	+	+	+
<i>Ircinia</i> sp.	+	+	
<i>Jania rubens</i>	+	+	+
<i>Laurencia</i> sp.	+		+
<i>Lithophaga lithophaga</i>	+		
<i>Noelia gigantea</i>	+		
<i>Oculina patagonica</i>		+	
<i>Padina pavonica</i>	+	+	+
<i>Paracentrotus lividus</i>	+		+
Peyssonneliaceae	+	+	+
<i>Phorbis tenacior</i>			+
<i>Reptadeonella violacea</i>	+	+	+
*Roccia	+	+	+
*Roccia infangata	+	+	+
<i>Sabella spallanzani</i>			+
<i>Schizoporella errata</i>	+	+	+
Serpulidi	+	+	+
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>			+
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	+	+	+
<i>Stramonita haemastoma</i>			+
<i>Udotea petiolata</i>		+	
<i>Valonia utricularis</i>		+	
Vermatidae			+
	32 (3 descrittori)	36 (2 descrittori)	35 (2 descrittori)

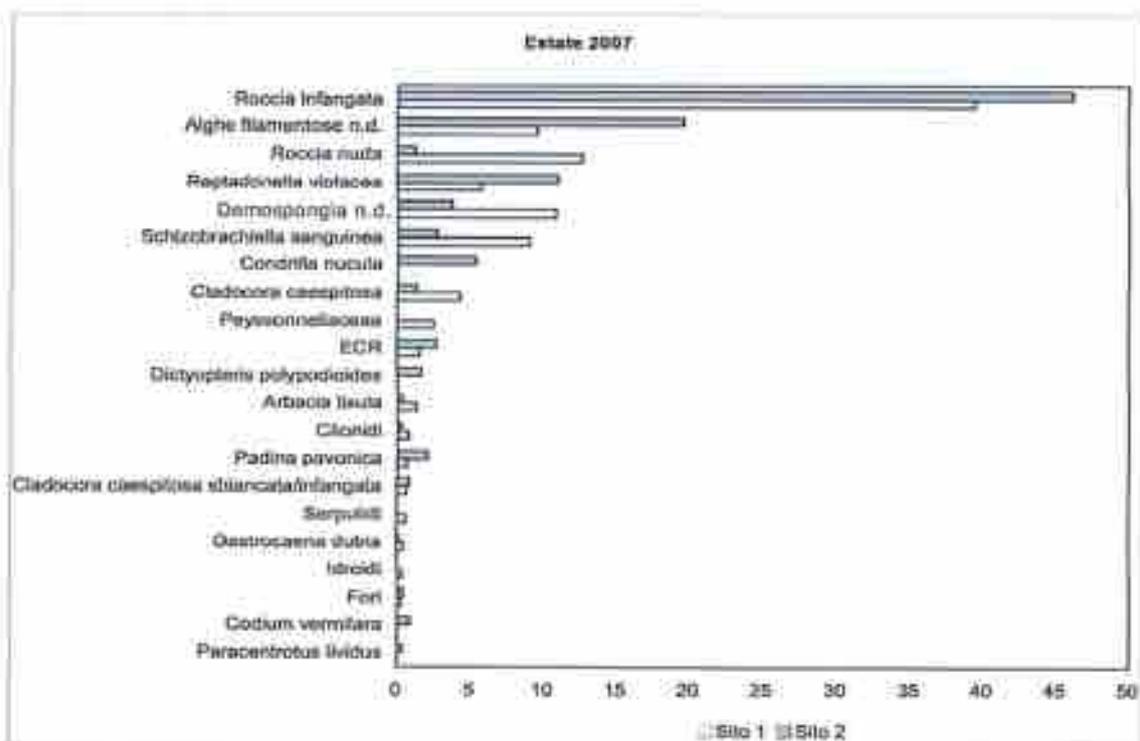


Figura 2 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Impatto" nel periodo Estate 2007.

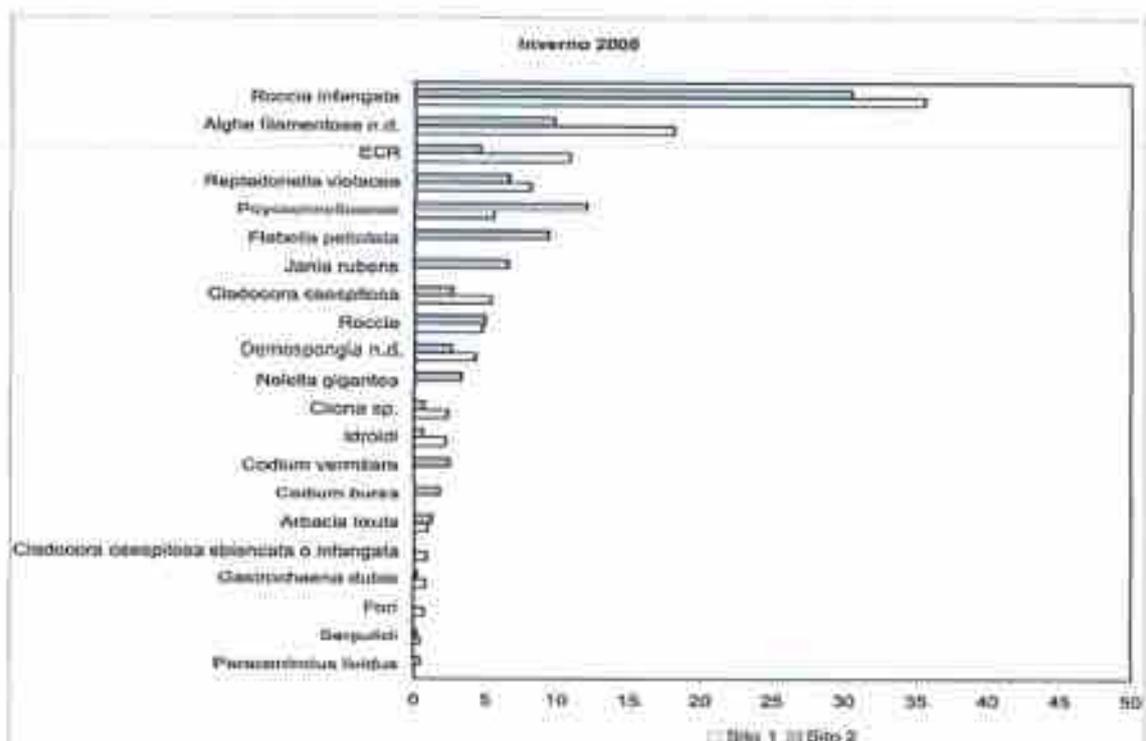


Figura 3 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Impatto" nel periodo Inverno 2008.

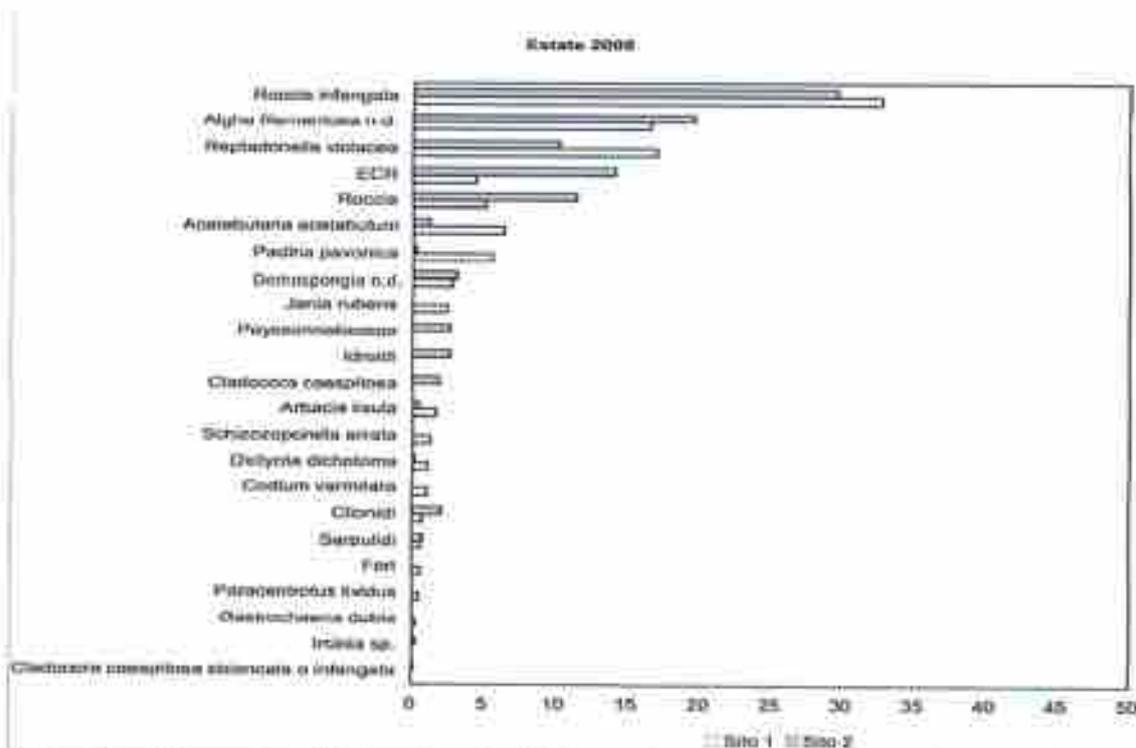


Figura 4 - Percentuali di ricopimento dei taxa / descrittori nella località "Impatto" nel periodo Estate 2008.

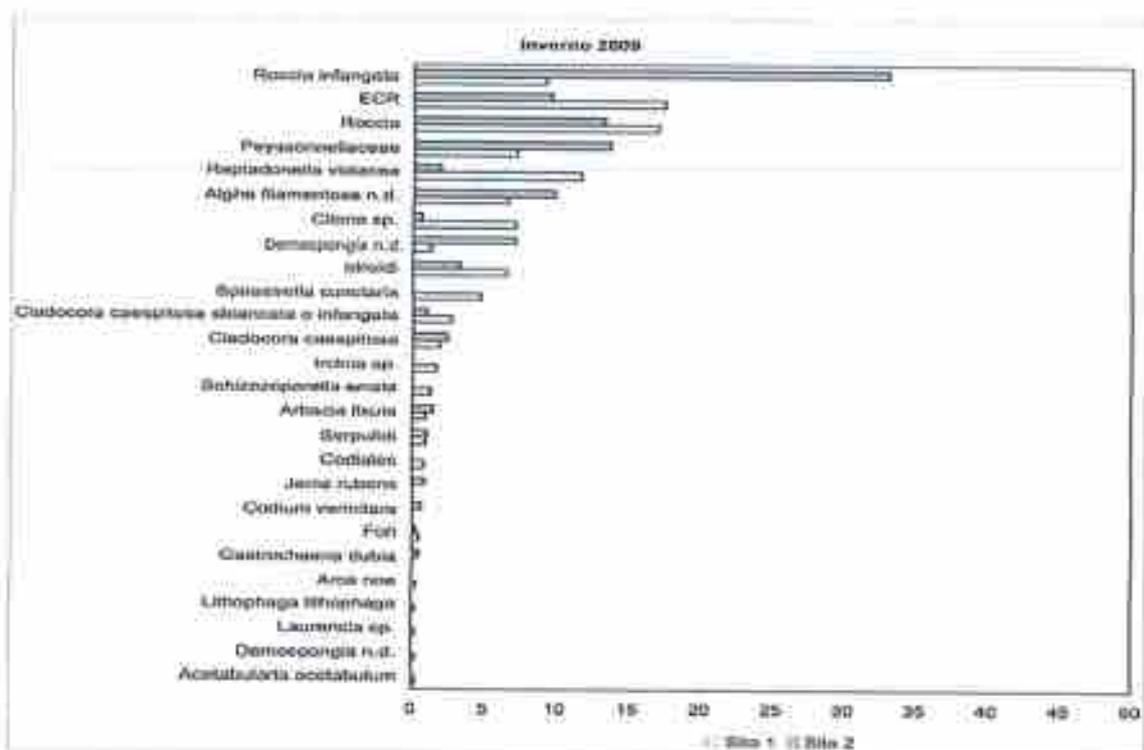


Figura 5 - Percentuali di ricopimento dei taxa / descrittori nella località "Impatto" nel periodo Inverno 2009.

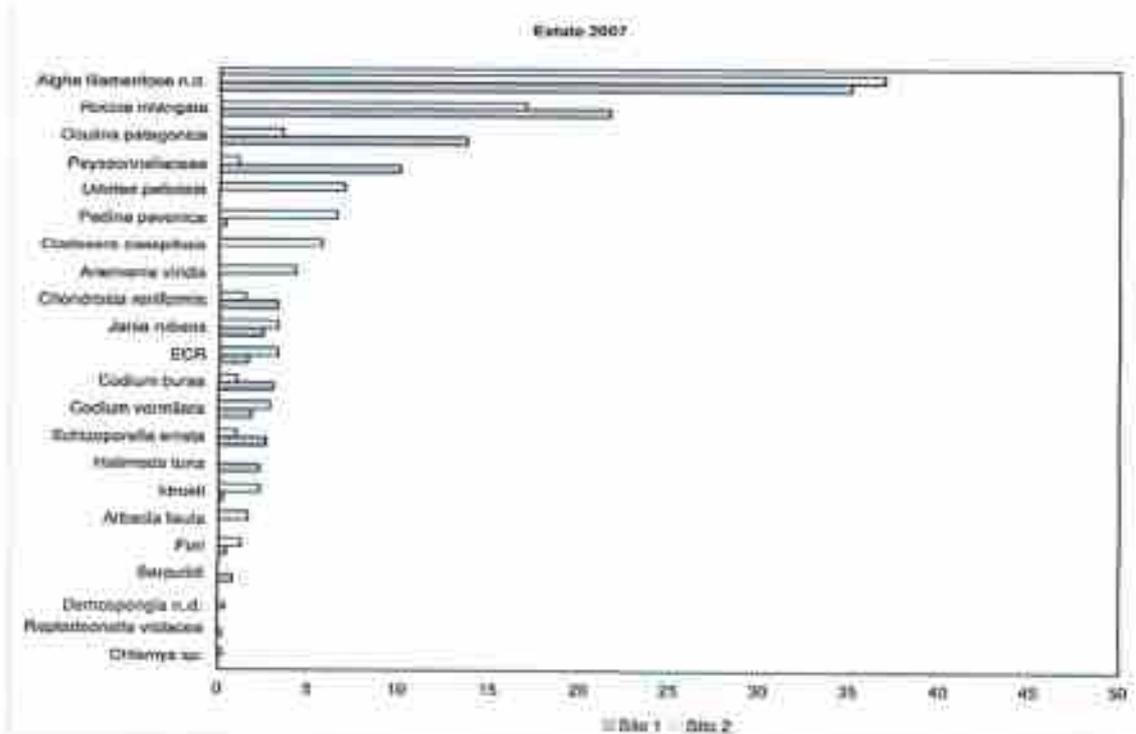


Figura 6 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Ponente" nel periodo Estate 2007.

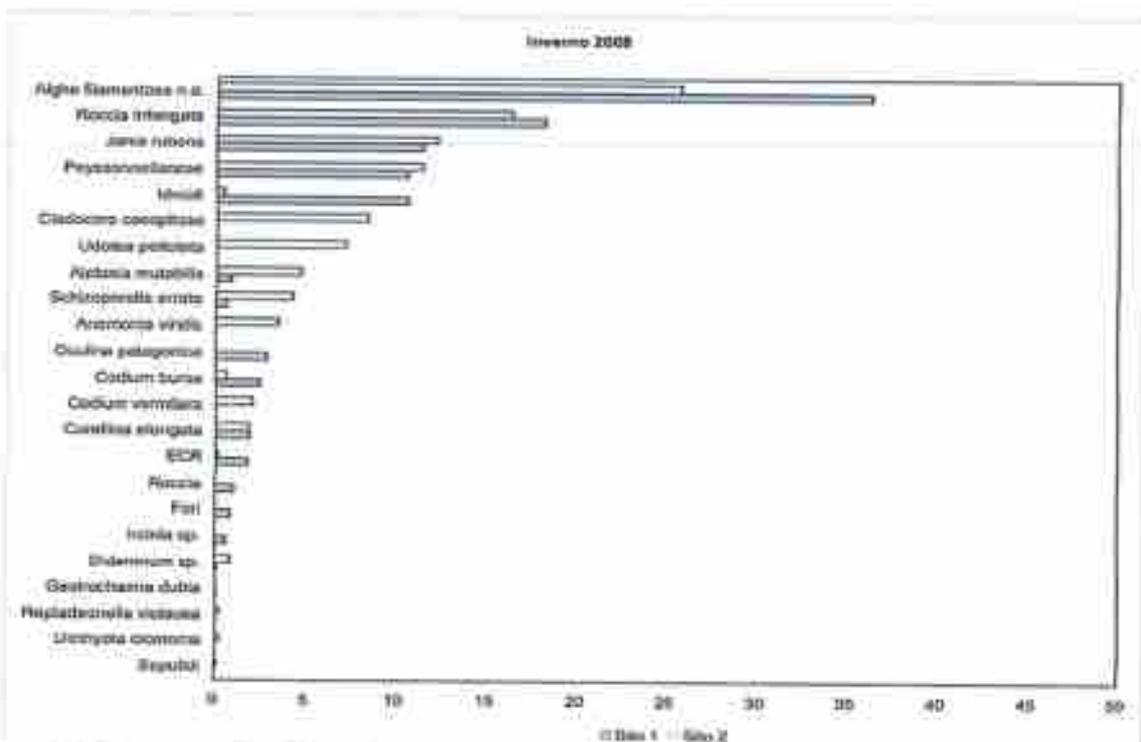


Figura 7 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Ponente" nel periodo Inverno 2008.

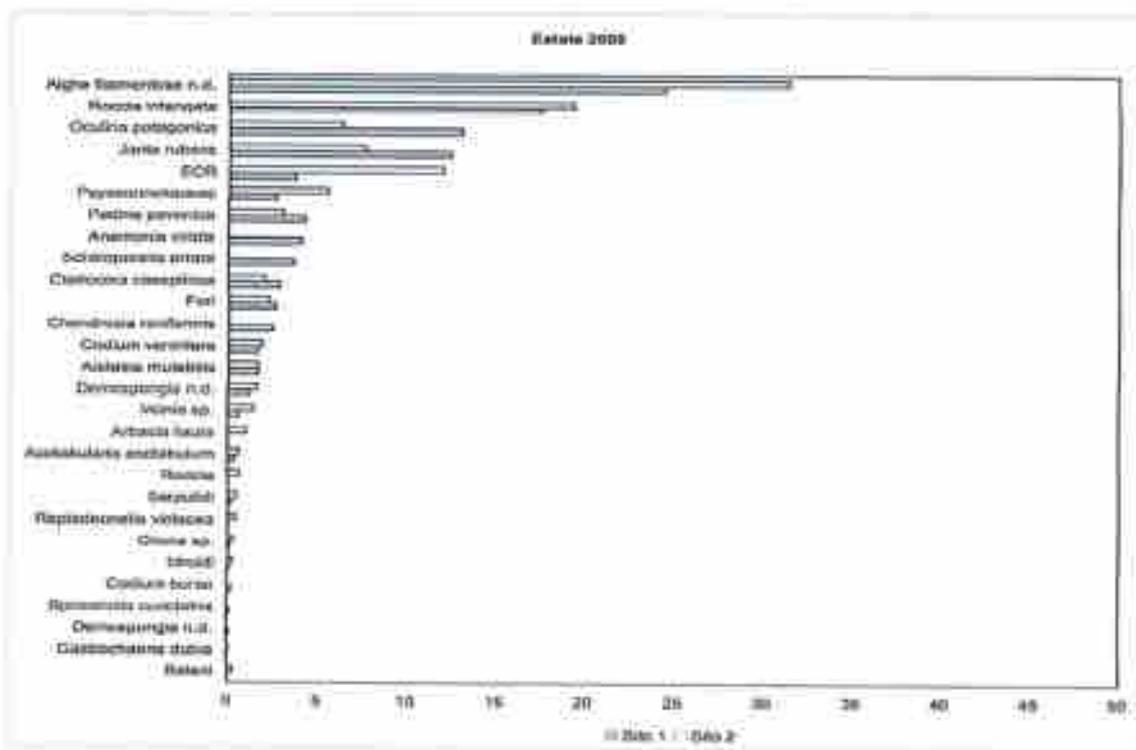


Figura 8 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Ponente" nel periodo Estate 2008.

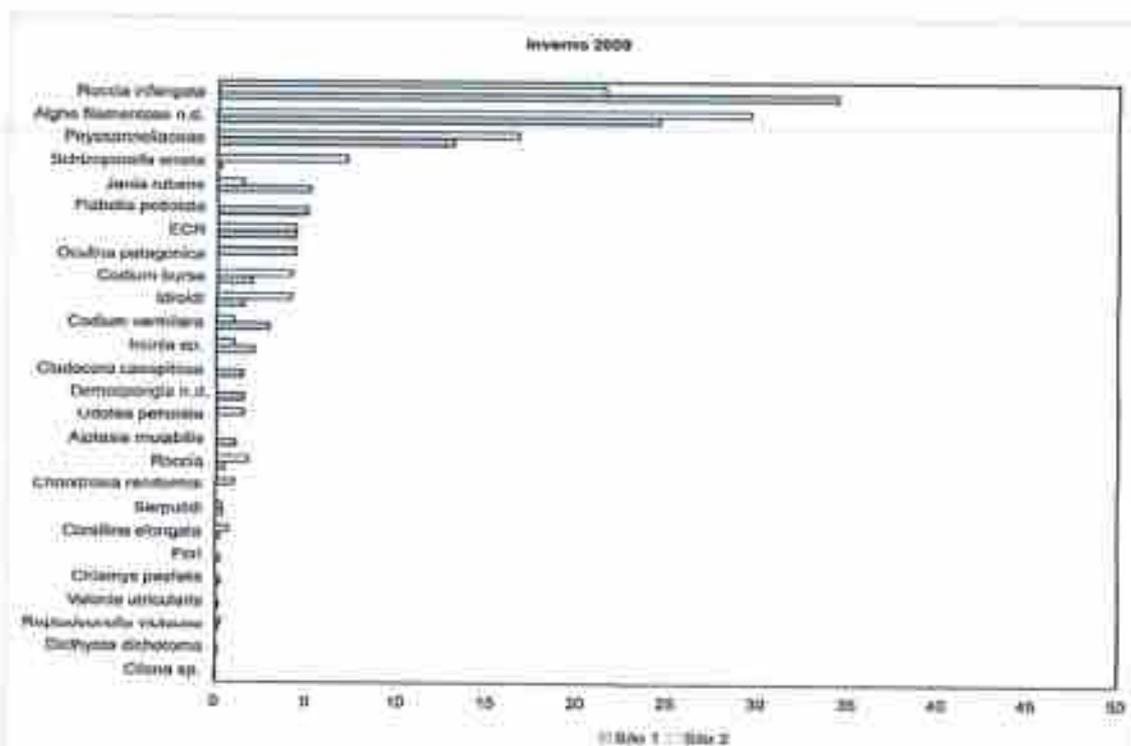


Figura 9 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Ponente" nel periodo Inverno 2009.

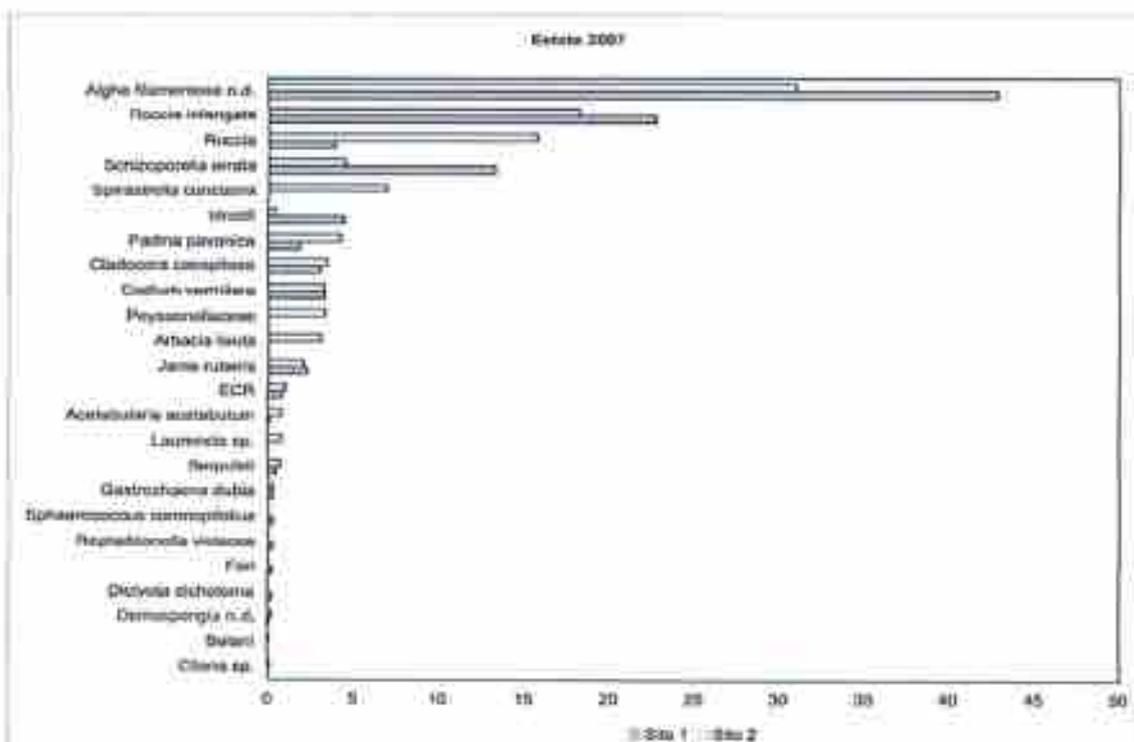


Figura 10 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Levante" nel periodo Estate 2007.

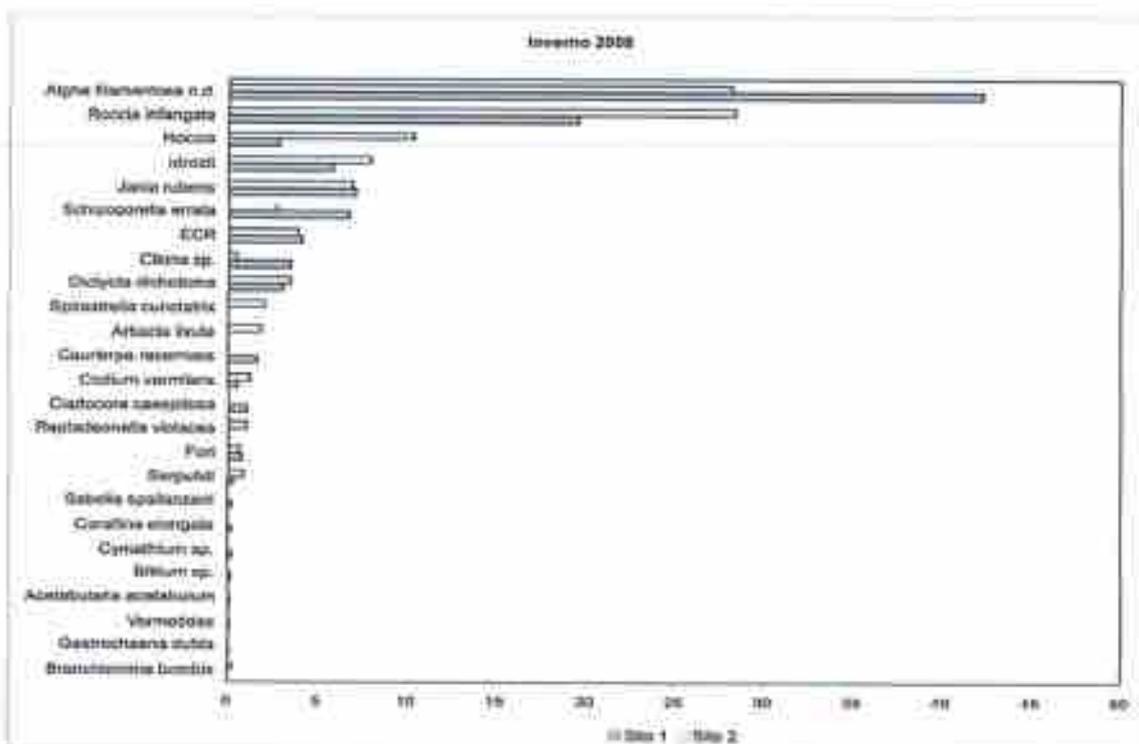


Figura 11 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Levante" nel periodo Inverno 2008.

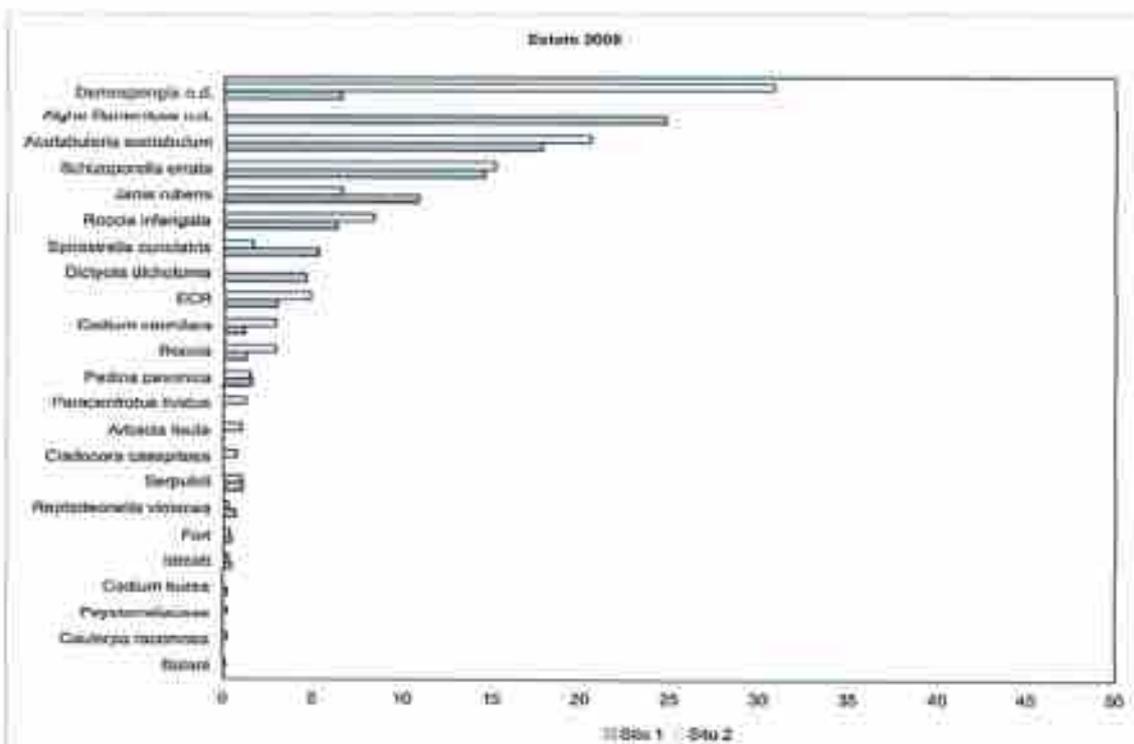


Figura 12 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Levante" nel periodo Estate 2008.

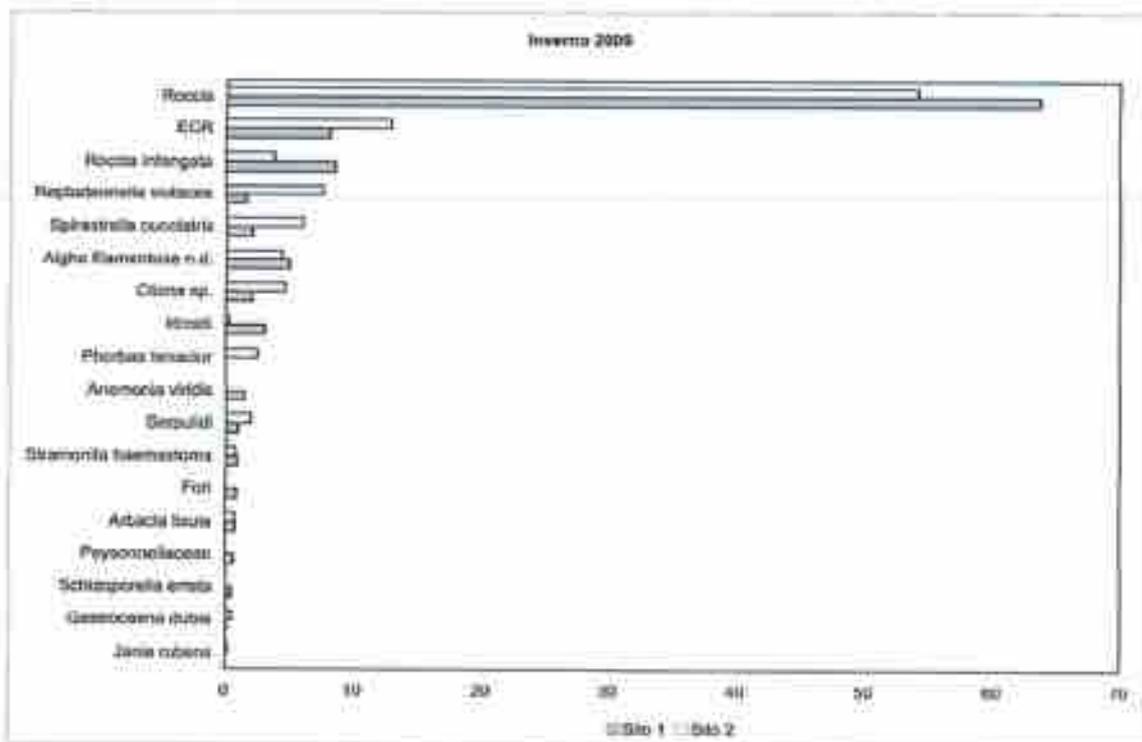


Figura 13 - Percentuali di ricoprimento dei taxa / descrittori nella località "Controllo Levante" nel periodo Inverno 2009.

Osservando la disposizione dei taxa/descrittori (Figura 14b) si rileva come il descrittore "roccia infangata" sia presente costantemente in tutte le stazioni di ogni località, tuttavia, come viene evidenziato dalla figura 15, i siti della località "Impatto" hanno valori di ricoprimento di questo descrittore sempre maggiore rispetto agli altri, ad esclusione dell'ultimo periodo di monitoraggio dove nel sito 1 il valore più elevato è stato riscontrato presso la località "Controllo Ponente". La disposizione delle stazioni della località "Controllo Levante" risultano fortemente influenzate dal descrittore "roccia", specie nell'ultimo periodo di monitoraggio e dall'alga *Acetabularia acetabulum*, soprattutto nel periodo estivo 2008 (Figura 14b).

Infine va evidenziata la presenza importante di due taxa/descrittori potenzialmente indicatori di uno stress, come la madrepora *Cladocora caespitosa* infangata/sbiancata (presente esclusivamente nella località "Impatto" – Figura 16) ed il briozoo *Reptadeonella violacea*, specie tipica di ambienti rocciosi su cui agisce il "pascolo" dei ricci di mare (Figura 17), siano stati importanti nella separazione delle stazioni della località "Controllo Levante", ma soprattutto della località "Impatto" da quelle della località "Controllo Ponente".

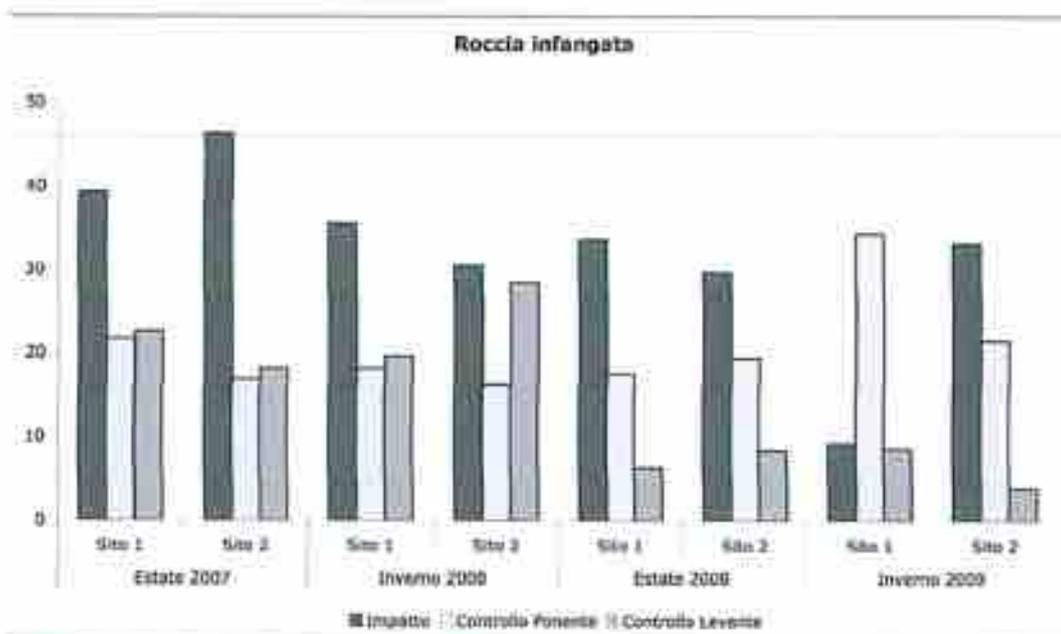


Figura 15 - Percentuali di ricoprimento del descrittore "Roccia Infangata" nelle tre località e nei quattro periodi di monitoraggio.

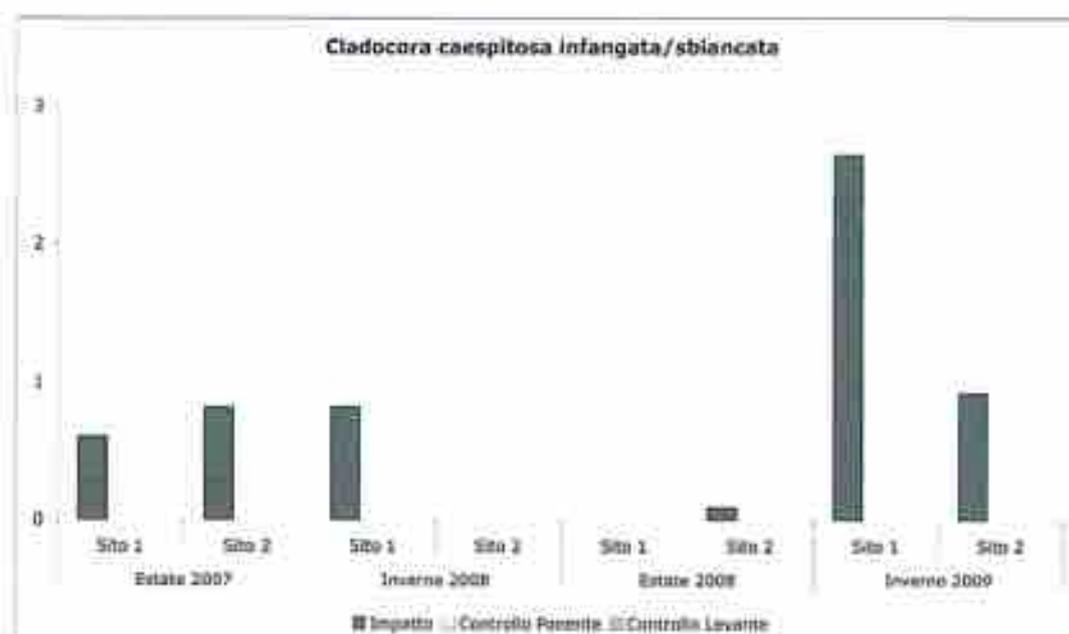


Figura 16 - Percentuali di ricoprimento del descrittore "*Cladocora caespitosa infangata/sbiancata*" nelle tre località e nei quattro periodi di monitoraggio.

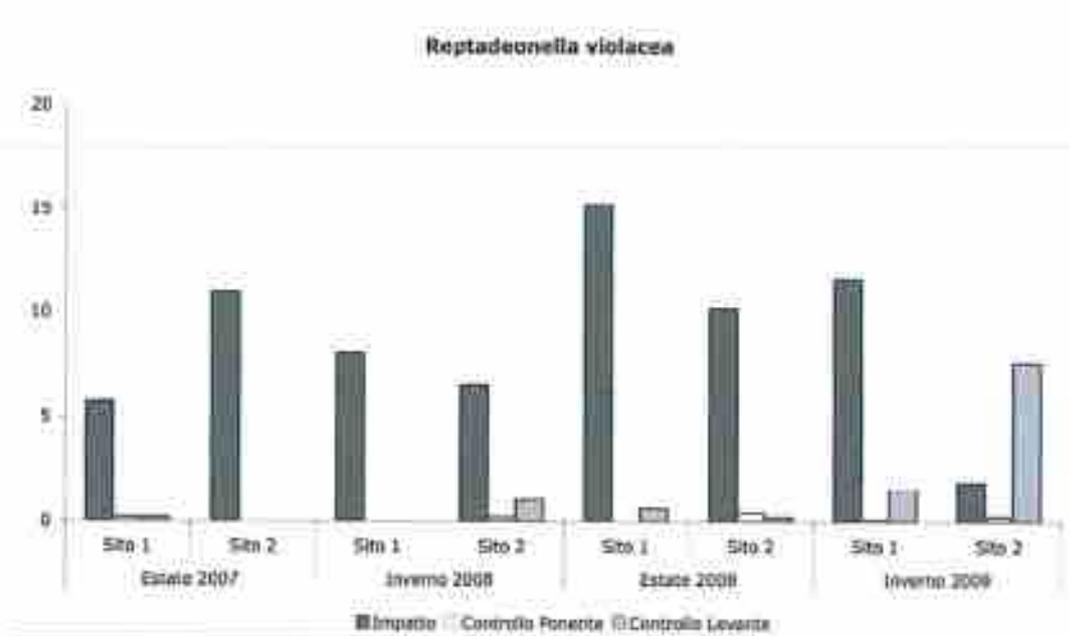


Figura 17 - Percentuali di ricoprimento della specie *Reptadeonella violacea* nelle tre località e nei quattro periodi di monitoraggio.

Risultati

Monitoraggio della fauna ittica tramite censimenti visuali

I censimenti visuali della fauna ittica, condotti nelle tre località e nei quattro tempi di monitoraggio, hanno consentito nel complesso di identificare 43 specie ittiche (Tabella 3). Il numero maggiore di specie ittiche sono state censite nella località "Controllo Ponente" con 38 specie. Nel sito "Controllo Levante" sono state identificate 31 specie ittiche, mentre nel sito "Impatto" ne sono state rilevate 29. Considerando le principali caratteristiche delle specie, solo 4 sono nectoniche con comportamento gregario, 16 specie sono strettamente bentoniche e criptiche, mentre 23 specie hanno habitus necto-bentonico, vivendo nella colonna d'acqua ma sempre in vicinanza del fondale. Ben 19 specie che vivono in prossimità della *beach-rock* sono di interesse per la pesca professionale e quindi di interesse commerciale. Alcune di queste sono state censite occasionalmente, in quanto predatori che si aggirano nei pressi di fondali rocciosi in cerca di piccoli pesci (come la leccia – *Lichia amia*, la ricciola – *Seriola dumerilli* e il barracuda – *Sphyraena viridensis*). Il rilevamento di due specie ha permesso di evidenziare l'elevato interesse naturalistico e conservazionistico di questo habitat costiero. Negli anfratti della spiaggia fossile sono state infatti rilevate due specie vulnerabili e meritevoli di protezione: la corvina – *Sciaena umbra* (Convenzione di Berna, Annesso III) e la cernia bruna (Foto 4) – *Epinephelus marginatus* (Convenzione di Berna, Annesso III; IUCN 2006 - Red List of threatened species). La prima è stata rinvenuta nel primo periodo di monitoraggio in estate, mentre la seconda è stata censita ripetutamente nell'arco dello studio (sia in estate che in inverno) e sempre con esemplari di taglia piccola.



Foto 4 – Un esemplare di cernia bruna in un anfratto della *beach-rock*

Tabella 3 - Lista delle specie ittiche presenti nelle tre località e nei quattro periodi di monitoraggio.

Specie ittica	Caret. principale della specie	IMPATTO				CONTROLLO LEVANTE				CONTROLLO PONENTE							
		E'97	F07'08	E'08	F08'09	Generale	E'07	F07'08	E'08	F08'09	Generale	E'07	F07'08	E'08	F08'09	Generale	
1 Apogon imberbis	CRIPPTICA	OK		OK		OK	OK	OK		OK	OK	OK		OK	OK	OK	1
2 Altrivina sp.	NECT. GREG.		OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
3 Chromis chromis	NECT. GREG.	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
4 Conger conger	CRIPPTICA*																1
5 Coma juba	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
6 Dentex dentex	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
7 Diplodus annulatus	NECT. BENT.																1
8 D. sargus	NECT. BENT.*	+															1
9 D. puntazzo	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
10 D. sargus	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
11 D. suboparis	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
12 Epiglyphius marginatus	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
13 Gobius bochei	NECT. BENT.**	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
14 G. gombosus	CRIPPTICA																1
15 G. pagranellus	CRIPPTICA			OK													1
16 G. santrocephalus	CRIPPTICA																1
17 Lichia amia	NECT. BENT.*																1
18 Liposiphis acipistius	CRIPPTICA																1
19 L. ostenmihus	CRIPPTICA																1
20 Litognathus mormyrus	NECT. BENT.*	*															1
21 Liza aurata	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
22 Mullus surmuletus	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
23 Olibola melanura	NECT. GREG.	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
24 Parablennius gattorugine	CRIPPTICA	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
25 P. pilosus	CRIPPTICA	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
26 P. roulei	CRIPPTICA																1
27 P. tangaroa	CRIPPTICA																1
28 P. zvonimiri	CRIPPTICA	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
29 Sarda sarda	NECT. BENT.	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
30 Scorpaenidae porcus	CRIPPTICA*																1
31 Senoia fluminalis	NECT. BENT.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
32 Serranus cabrilla	NECT. BENT.	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
33 S. amabilis	NECT. BENT.	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
34 Solanais amabilis	NECT. BENT.**																1
35 Sparus aurata	NECT. BENT.*	*															1
36 Sphyraxca viduensis	NECT. GREG.*	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
37 Symphodus olineus	NECT. BENT.																1
38 S. ocellatus	NECT. BENT.																1
39 S. roseni	NECT. BENT.																1
40 S. utor	NECT. BENT.*																1
41 Thalassoma purpuraceum	NECT. BENT.																1
42 Trachurus mediterraneus	CRIPPTICA	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1
43 T. mediterraneus	CRIPPTICA	OK	OK	OK			OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	1

* Specie di interesse commerciale; * Specie vulnerabile (IUCN); OK Presenza rilevata tramite transezi; + Presenza rilevata durante altre attività

Considerando i dati di densità ittica nel loro complesso si è evidenziato come la località "Controllo Ponente" (Figura 18), risulta essere quella con i valori molto più elevati rispetto alla località "Controllo Levante" e soprattutto a quella definita "Impatto".

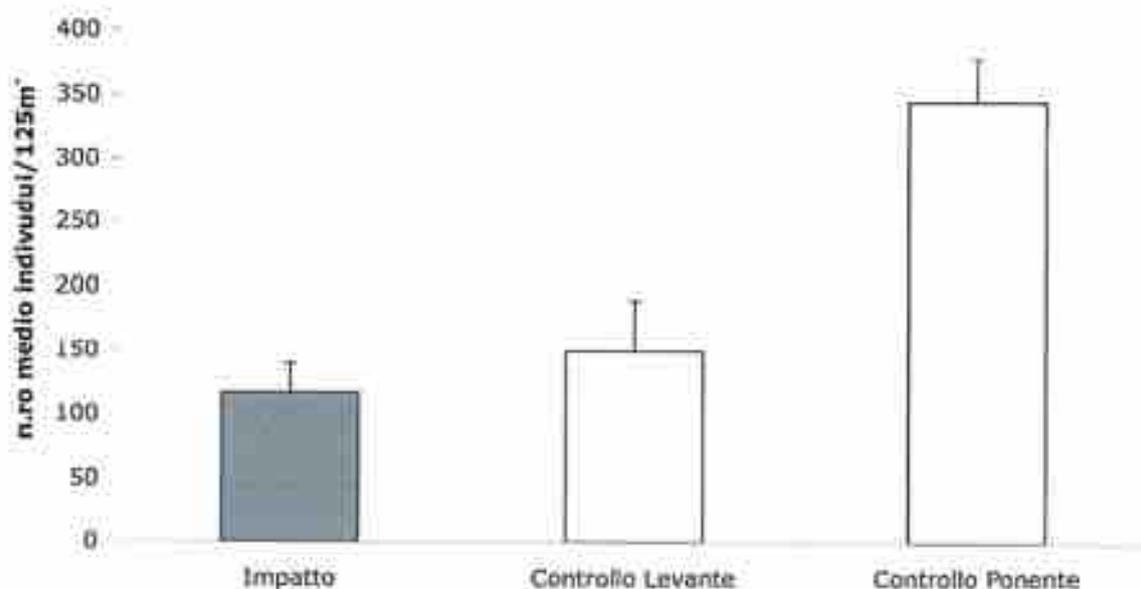


Figura 18 - Numero medio di individui rilevati nelle tre località di monitoraggio.

Considerando i dati di densità ittica per ciascun periodo di monitoraggio (Figura 19a,b,c,) l'analisi della varianza (ANOVA) ha evidenziato una differenza altamente significativa tra le tre località e tra i quattro periodi di monitoraggio (entrambe con $P < 0,001$). Il test statistico ha sottolineato inoltre come i valori di densità rilevati nel primo, nel secondo e nel quarto periodo di monitoraggio presso la località "Impatto" risultano significativamente inferiori rispetto a quelli rilevati in tre periodi di monitoraggio nella località "Controllo Ponente" (ad esclusione del secondo), e rispetto a quelli rilevati nel terzo periodo di monitoraggio presso la località "Controllo Levante" ($P < 0,01$). Anche la densità ittica rilevata nel primo, nel secondo e soprattutto nel quarto periodo di monitoraggio presso la località "Controllo Levante" è risultata inferiore rispetto a quella registrata nella località "Controllo Ponente" (ad esclusione del secondo periodo di monitoraggio).

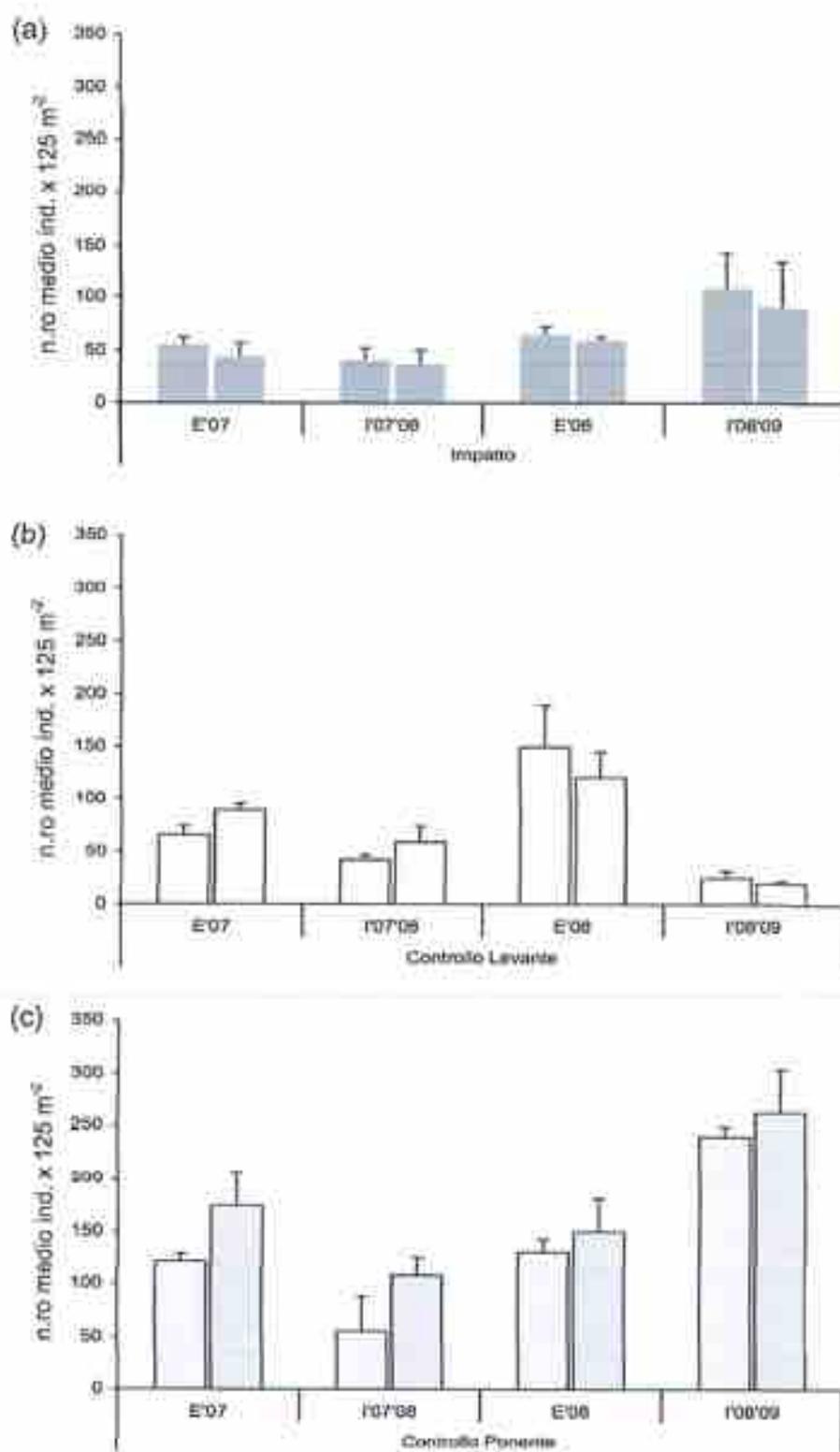


Figura 19 - Numero medio di individui rilevati nelle due stazioni di ciascuna località (a- "Impatto"; b- "Controllo Levante"; c- "Controllo Ponente"), nei quattro periodi di monitoraggio.

Un secondo test statistico (Analisi delle Corrispondenze – AC), applicato utilizzando i dati di densità medi degli individui di ciascuna specie e finalizzato ad evidenziare la distribuzione delle diverse specie ittiche rinvenute lungo i vari tratti della beach-rock (Figura 20a,b), ha messo in evidenza una netta separazione della località "Controllo Ponente" rispetto alle altre due località. Nella porzione della figura con segno negativo lungo il primo asse (Dimensione 1), si dispongono sia i quattro periodi di rilevamento condotti nella località "Controllo Levante" (L1, L2, L3, L4), caratterizzata da una rugosità del fondale minore rispetto alle altre due, sia i tre periodi di rilevamento condotti nella località "Impatto" (I1, I2, I3), caratterizzata da una rugosità del fondale simile alla località "Controllo Ponente" (P) ma influenzata dalla costruzione della secca soffolta e da una maggiore presenza di sedimenti sulla *beach-rock*. L'unica variazione è riscontrata per il quarto periodo di monitoraggio nella località "Impatto" (I4), che si dispone nella porzione della figura con segno positivo lungo il primo asse, in prossimità del punto P4. I quattro periodi di rilevamento condotti presso la località "Controllo Ponente" (P) sono disposti nella porzione della figura con segno positivo lungo il primo asse.

Il secondo asse distingue i rilevamenti condotti nel periodo invernale (2/4) rispetto a quelli condotti nei periodi estivi (1/3). L'eccezione è rappresentata dai rilevamenti condotti nel primo periodo di monitoraggio presso la località "Controllo Levante" (L1).

Particolare attenzione è stata posta sulla composizione e sulle abbondanze delle specie criptiche, ovvero quelle specie strettamente associate al fondale e che maggiormente possono risentire dell'alterazione dell'ambiente marino. In figura 21a,b,c vengono espone le composizioni in specie e le relative percentuali di abbondanza di ciascuna specie. La specie termofila *Parablennius pilicornis* è risultata essere quella più abbondante in tutte e tre le località di monitoraggio, anche se con percentuali differenti (I=67%; CL=45%, CP=47%). Tale predominanza determina un decremento nella presenza delle altre specie. Infatti, mentre nelle località di controllo vi sono diverse altre con valori percentuali discrete, nella località "Impatto", oltre al *P. pilicornis*, è abbondante solo *P. zvonimiri*. *P. sanguinolentus* è presente solo nella località "Controllo Levante", mentre il ghiozzo *Gobius xanotocephalus* è presente solo nella località "Controllo Ponente".

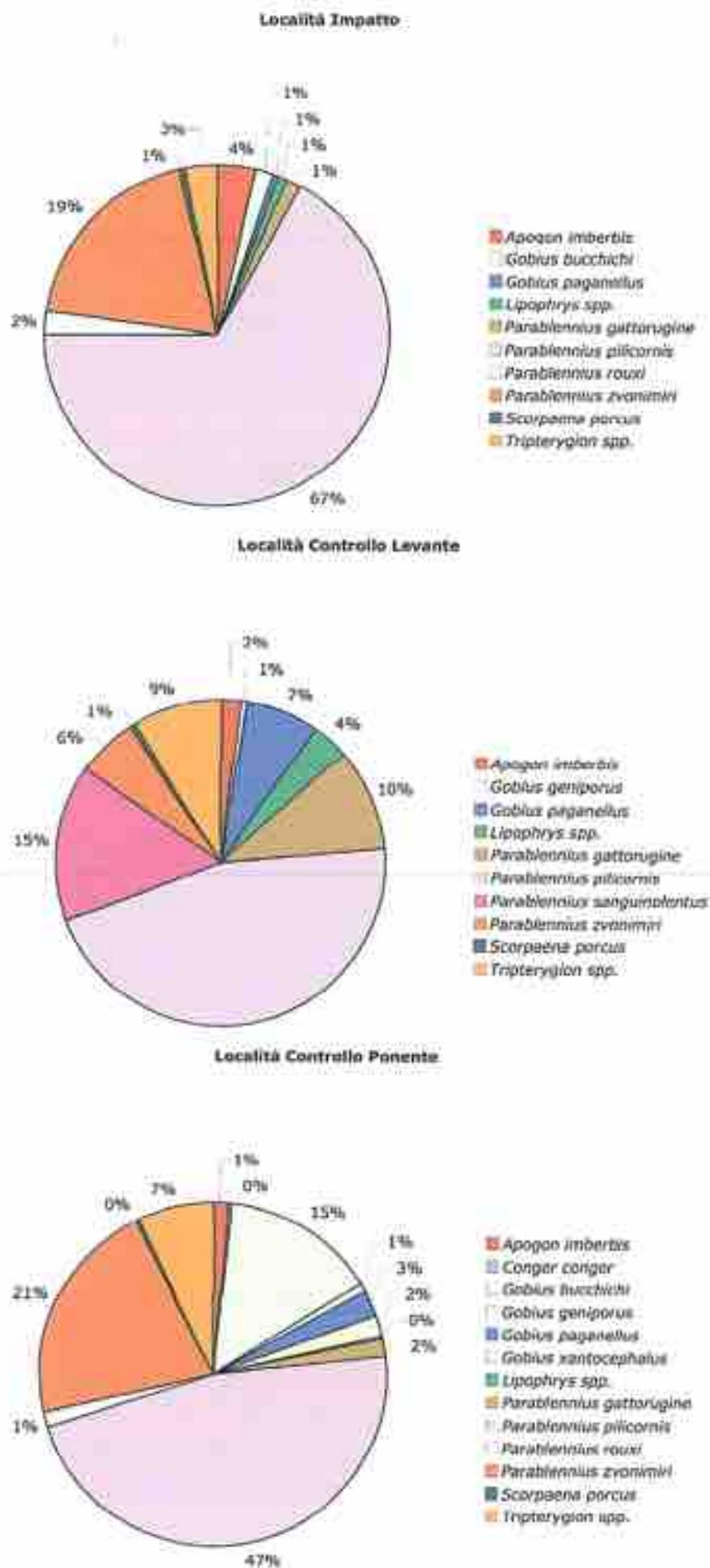


Figura 21 – Composizione e struttura della comunità delle specie ittiche criptiche della beach-rock nelle tre località di monitoraggio.

I dati relativi alla composizione in classi di taglia (Figura 22) permettono di evidenziare l'importanza di questo ambiente roccioso strettamente costiero per il reclutamento di giovanili di specie ittiche. Solo in tre occasioni, e sempre nella località di monitoraggio "Controllo Levante", si è riscontrata una percentuale di esemplari di taglia piccola inferiore al 50% del campione. La presenza costante in percentuali molto elevate è stata riscontrata nella località "Controllo Ponente", mentre nella località "Impatto" gli individui piccoli costituiscono sempre la maggior parte del campione, ma evidenzia un andamento stagionale, con un incremento di esemplari di taglia piccola in estate ed un decremento in inverno.

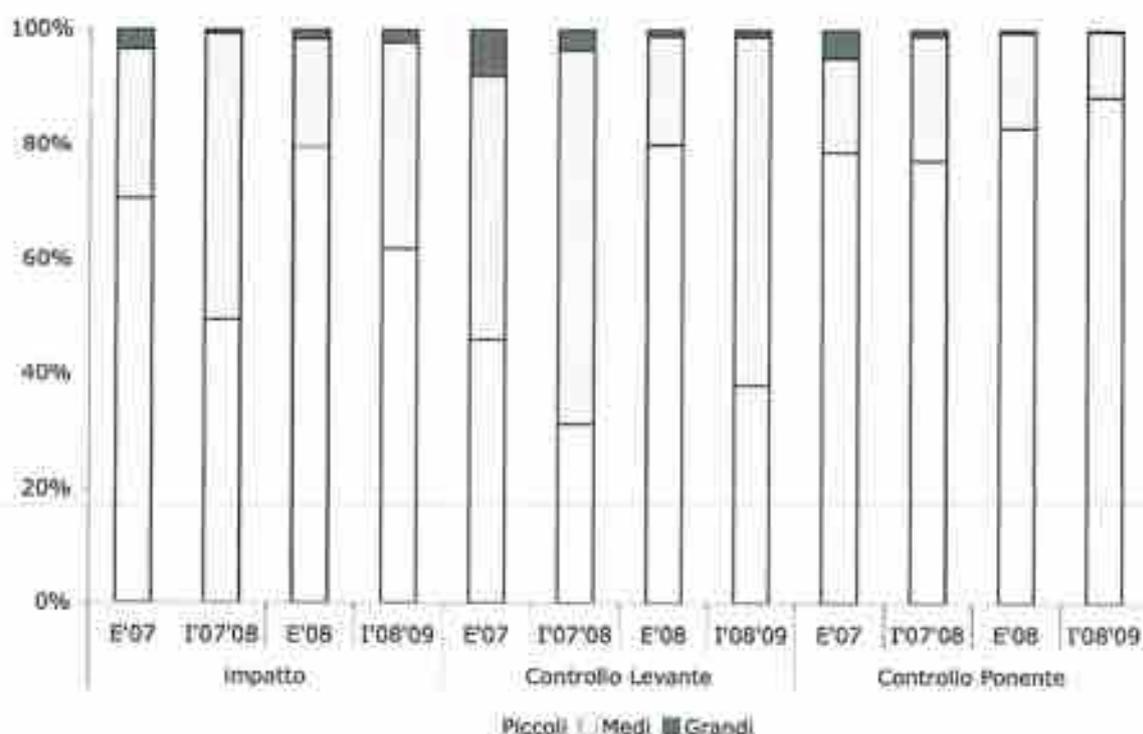


Figura 22 – Composizione in classi di taglia dei popolamenti ittici suddivisi per località di rilevamento e periodo di monitoraggio.

Monitoraggio delle specie sensibili tramite transetti

Nel corso dello studio sono stati condotti 4 transetti di profondità per ciascuna località "Controllo" (CL1, CL2, CL3 e CL4 - "Controllo Levante" e CP1, CP2, CP3 e CP4 - "Controllo Ponente") e 5 transetti di profondità per la località "Impatto" (I1, I2, I3, I4 e I5). Nelle figure 23, 24 e 25 vengono riportati i profili della *beach-rock* ricostruiti sulla base dei transetti eseguiti rispettivamente nella località "Impatto", "Controllo Levante" e "Controllo Ponente".

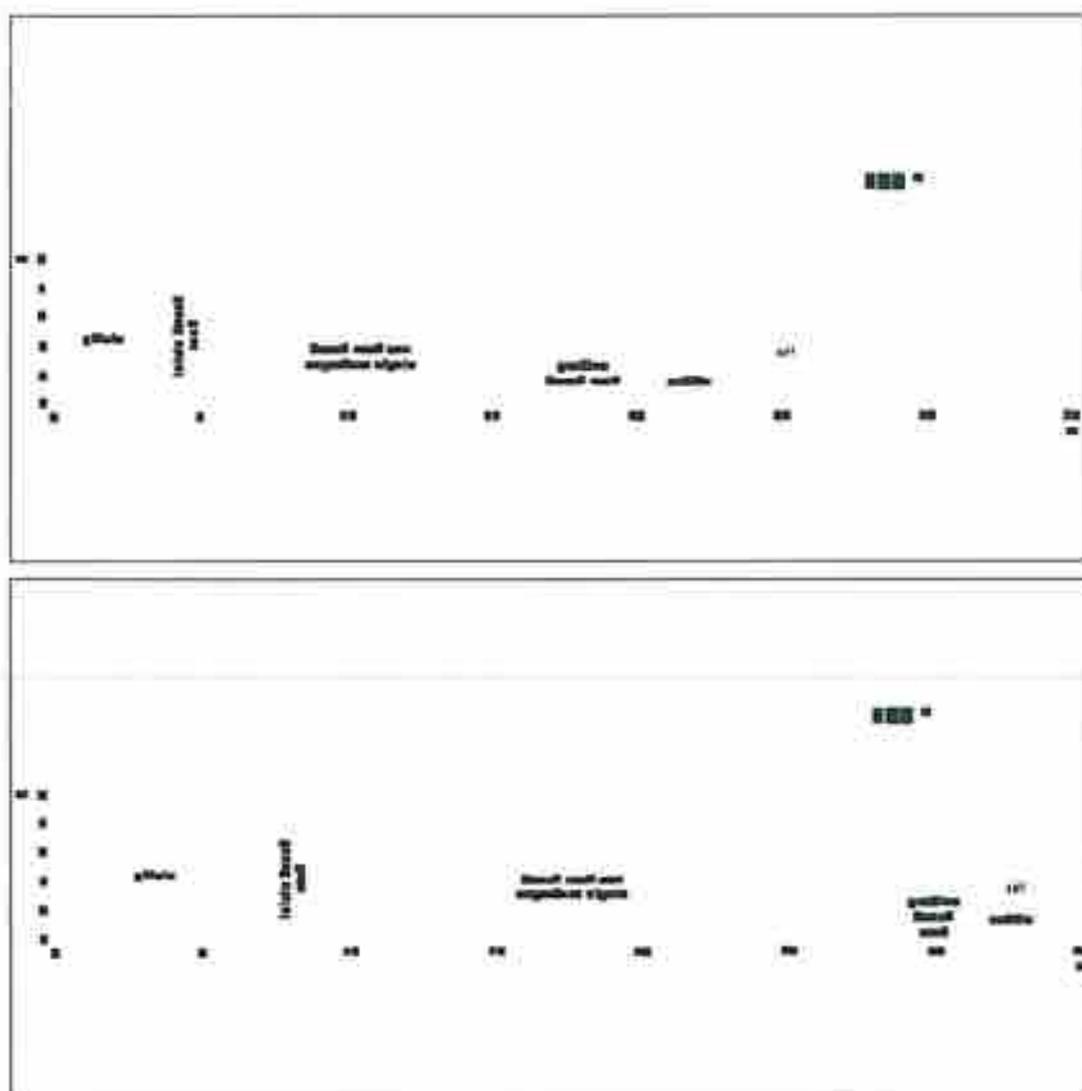


Figura 23 - Profili dei 5 transetti condotti nella località "Impatto" (Continua).

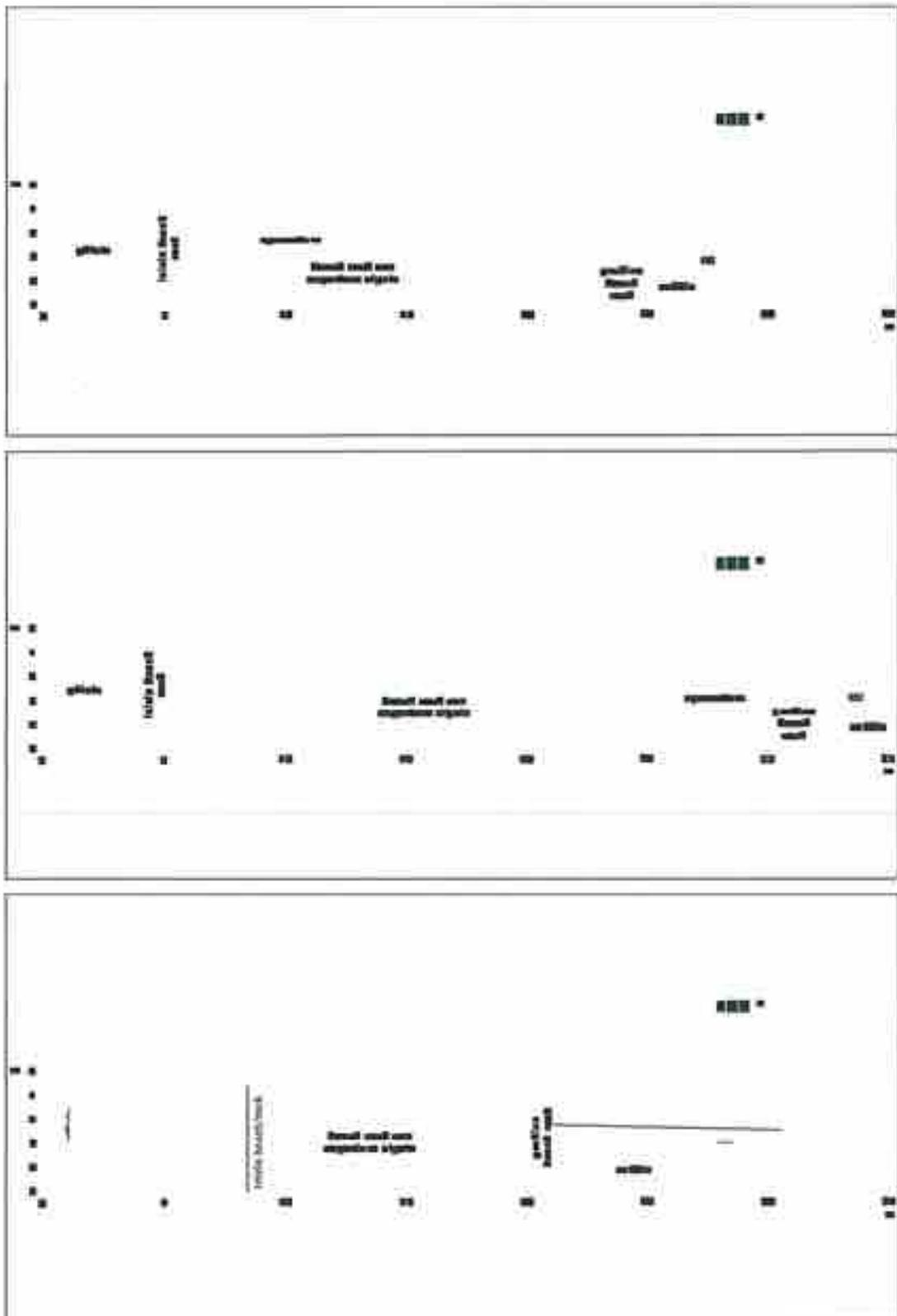


Figura 23 - Profili dei 5 transetti condotti nella località "Impatto".

Il transetto I1 è orientato in direzione costa-largo per 180°. La bindella metrata è stata stesa, come per tutti i transetti seguenti, fino al raggiungimento del limite inferiore della formazione a *beach-rock*. In questo caso, la distanza è di 22,3 metri, a cui è associata una profondità di 3,6 metri.

Analizzando il profilo topografico emerso si evince che il limite superiore della *beach-rock* è sito a 3,6 metri di distanza del transetto, ad una profondità di 1,1 metri. La struttura della spiaggia sommersa è piuttosto uniforme mantenendo una profondità omogenea di circa 1,7 metri, per mostrare una maggiore pendenza intorno ai 17 metri di distanza del transetto. A 3 metri di profondità è individuato l'inizio del gradino della *beach-rock*, che termina a 3,6 metri, caratterizzato da un'altezza di 1,59 m e una pendenza di circa 45°.

Il transetto I2 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 32 metri, ad una profondità di 3,6 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 7,2 metri del transetto ad una profondità di 1,6 metri. Dai 13 ai 29 metri di distanza del transetto, il profilo topografico è uniforme mantenendo una profondità di circa 1,8 metri. A 2,1 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 3,2 metri, creando una rientranza nella struttura della *beach-rock* (ingrottamento). L'altezza del gradino è di circa 1,53 metri con una pendenza molto elevata circa 75°.

Il transetto I3 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 25,34 metri, ad una profondità di 3,6 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 4,2 metri del transetto ad una profondità di 0,7 metri.

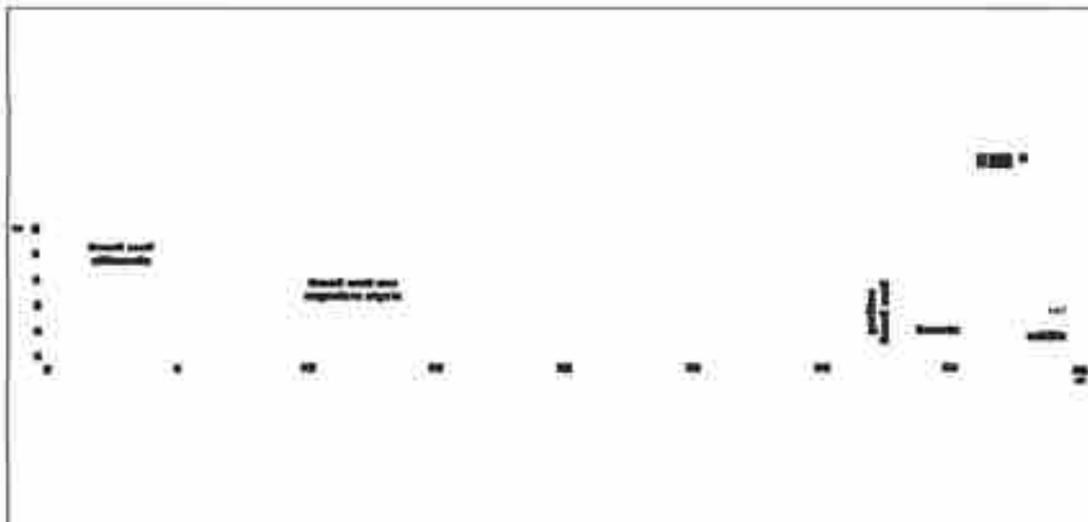
Fino alla distanza di 22,4 metri del transetto il profilo è caratterizzato da un andamento uniforme, con una profondità media di 1,8 metri, anche se è presente una spaccatura intorno ai 10,12 metri di distanza del transetto. Il gradino della *beach-rock* ha inizio ad una distanza di 22,4 metri ad una profondità di 2,8 metri, e termina a 3,6 metri alla distanza di 25,34 metri, caratterizzato da pendenza di circa 50°. Adesso al gradino, troviamo un rialzo (da 3 a 3,6 metri).

Il transetto I4 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 34 metri, ad una profondità

di 3,3 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 3 metri del transetto ad una profondità di 0,8 metri. Fino ai 28 metri di distanza del transetto, il profilo topografico mostra un andamento disomogeneo, rispetto agli transetti precedenti, mantenendo comunque una profondità media di circa 1,6 metri. A 3 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 3,3 metri, con un'altezza di 1,18 metri, presentando nella sua struttura alcune spaccature.

La descrizione morfologica del transetto 15, posto a levante della prima secca soffolta e orientato in direzione costa-largo per 180°, presenta il limite inferiore della *beach-rock* ad una distanza del transetto di 21 metri, ad una profondità di 2,3 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 8,0 metri del transetto ad una profondità di 0,5 metri. Il profilo topografico è uniforme mantenendo una profondità di circa 1- 1,5 metri. L'altezza del gradino è di circa 0,5 metri con una pendenza superiore ai 75°. La copertura algale lungo questo transetto è piuttosto scarsa e per lo più caratterizzata da *Acetabularia acetabulum* e *Jania rubens*.

In tutti e cinque i transetti si sono osservati numerosi blocchi rocciosi sparsi, che si alternano verso il largo, probabilmente staccatisi dalla struttura principale della *beach-rock*. A seguire il fondale prosegue con sabbia fine.



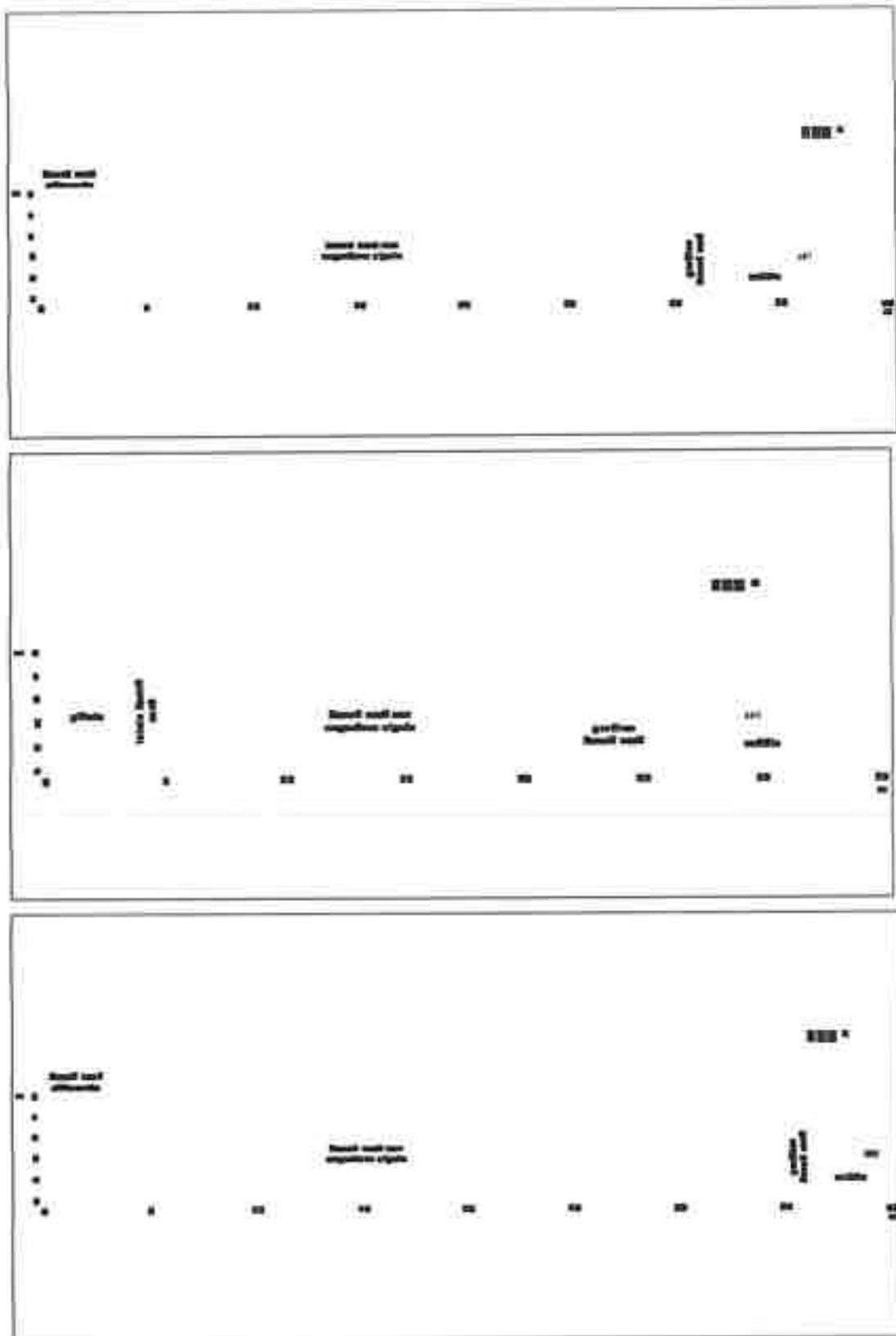


Figura 24. - Profili dei 4 transetti condotti nella località "Controllo Levante".

Il transetto CL1 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 33,1 metri, ad una profondità di 2,6 metri, il limite superiore invece non è possibile riscontrarlo, in quanto la *beach-rock* è affiorante. Il profilo topografico mostra un andamento molto uniforme mantenendo una profondità di circa 0,9 metri. A 1,5 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 2,6 metri, caratterizzato da un'altezza di 1,44 metri e pendenza di 24°. Dalla base del gradino, si osserva una franata di materiale, distaccato dalla *beach-rock* che prosegue fino ai 40,3 metri di distanza del transetto.

Il transetto CL2 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 32 metri, ad una profondità di 2,2 metri, il limite superiore invece non è possibile riscontrarlo, in quanto la *beach-rock* è affiorante. Il profilo topografico mostra un andamento molto uniforme mantenendo una profondità di circa 0,6 metri. A 1,9 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 2,2 metri. Dalla base del gradino, si osserva una franata di materiale, distaccato dalla *beach-rock* che prosegue fino ai 37,3 metri di distanza del transetto.

Il transetto CL3 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 32,4 metri, ad una profondità di 2,7 metri, il limite superiore invece non è possibile riscontrarlo, in quanto la *beach-rock* è affiorante. Il profilo topografico mostra un andamento molto uniforme mantenendo una profondità di circa 0,8 metri. A 1,6 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 2,7 metri, caratterizzato da un'altezza di 1,16 metri e pendenza di 24°.

Il transetto CL4 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 37,2 metri, ad una profondità di 2,7 metri, il limite superiore invece non è possibile riscontrarlo, in quanto la *beach-rock* è affiorante. Il profilo topografico mostra un andamento molto uniforme mantenendo una profondità di circa 0,6 metri. A 1,5 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 2,7 metri, caratterizzato da un'altezza di 1,35 metri e pendenza di 23°. Dalla base del gradino, si osserva una franata di materiale, distaccato dalla *beach-rock*

che prosegue fino ai 40,6 metri di distanza del transetto, raggiungendo i 3,4 metri di profondità.

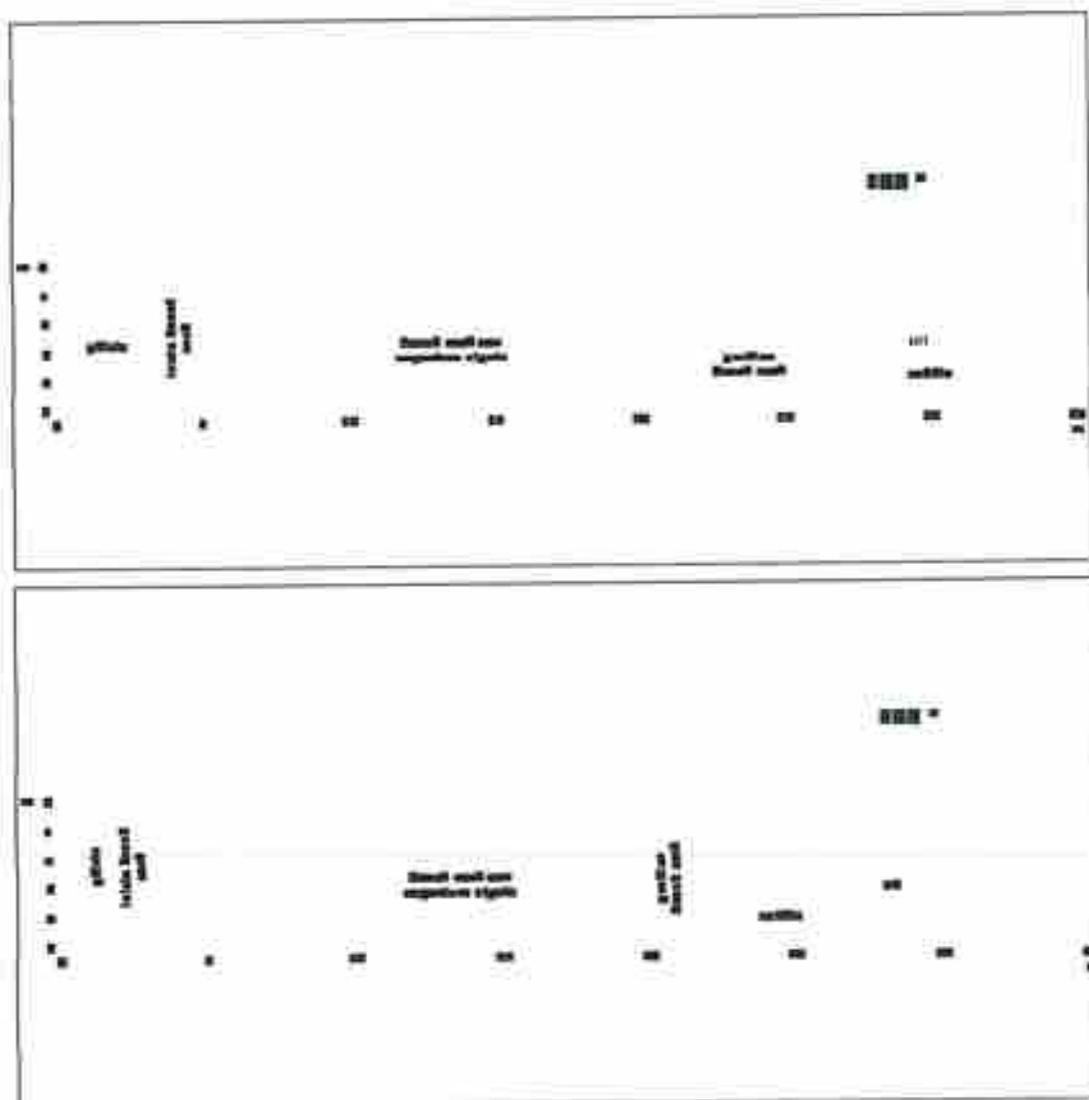


Figura 25 - Profili dei 4 transetti condotti nella localita "Controllo Ponente"
(Continua)

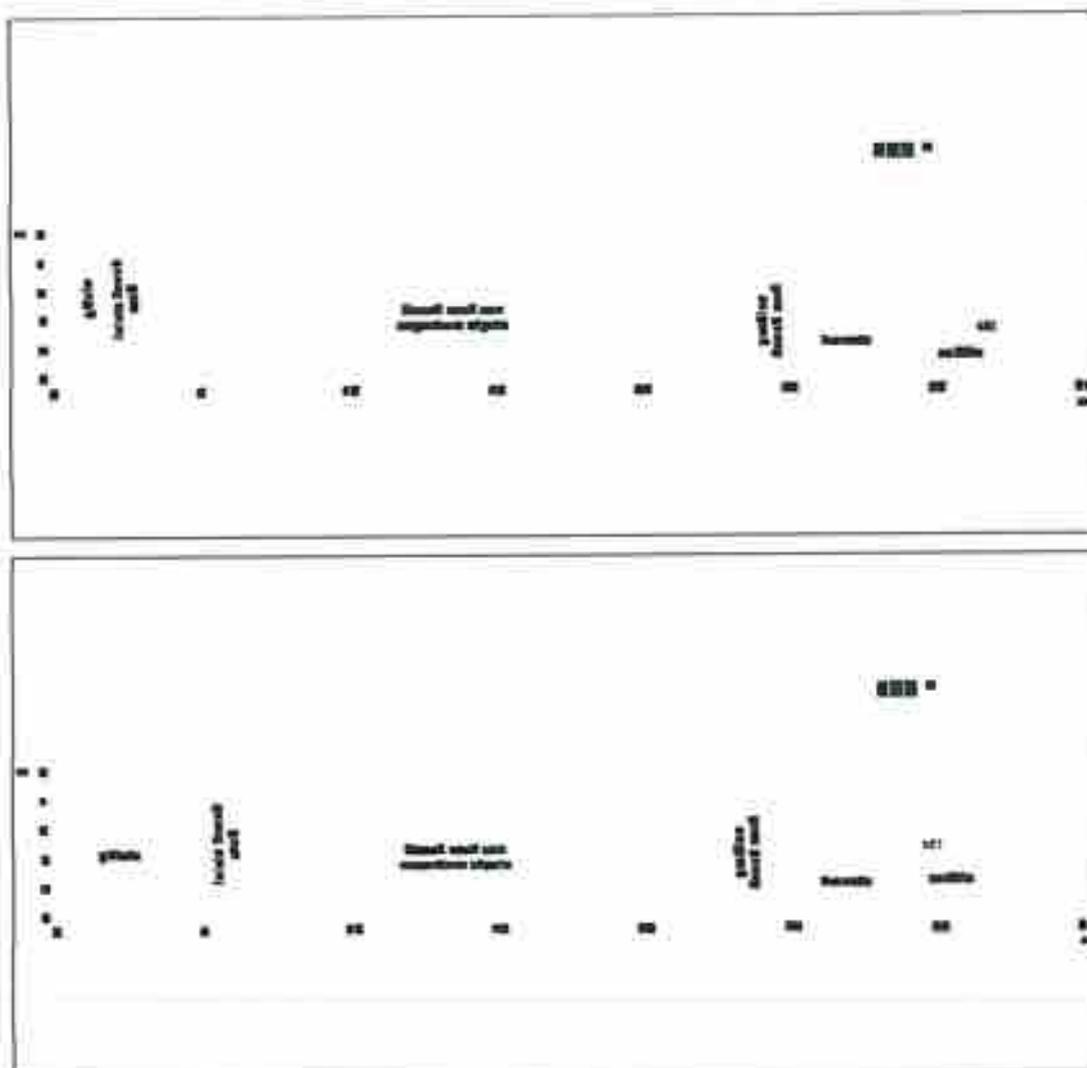


Figura 25 - Profili dei 4 transetti condotti nella localita "Controllo Ponente"

Il transetto CP1 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 28,8 metri, ad una profondità di 3,1 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 3,2 metri del transetto ad una profondità di 0,7 metri. Fino ai 22 metri di distanza del transetto, il profilo topografico mostra un andamento uniforme mantenendo una profondità di circa 1,4 metri. A 24,1 metri di distanza del transetto è presente un rialzo di circa un metro di altezza (dai 2,4 ai 2,8 metri di profondità). A 2,6 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 3,1 metri, caratterizzato da pendenza di 66° nella prima parte e 31° nella parte finale.

Il transetto CP2 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 21,3 metri, ad una profondità di 2,6 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 1,4 metri del transetto ad una profondità di 0,9 metri. Fino ai 15,5 metri di distanza del transetto, il profilo topografico mostra un andamento uniforme mantenendo una profondità di circa 0,9 metri. A 1,2 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 2,4 metri, caratterizzato da una pendenza di 66° e un'altezza di circa 2,3 metri. È importante evidenziare in questo caso, la presenza di una franata di massi dai 21,3 ai 25,1 metri di distanza del transetto, probabilmente distaccati dalla formazione a *beach-rock*.

Il transetto CP3 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 26,2 metri, ad una profondità di 2,6 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 1,4 metri del transetto ad una profondità di 0,6 metri. Fino ai 24 metri di distanza del transetto, il profilo topografico mostra un andamento uniforme mantenendo una profondità di circa 0,8 metri. A 1 metri di profondità si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 2,6 metri, caratterizzato da un'altezza di 1,62 metri e pendenza di 26°. Alla base del gradino della *beach-rock* si osserva una franata massosa, in continuità con la *beach-rock*, che prosegue fino a 30,2 metri di distanza del transetto.

Il transetto CP4 è orientato in direzione costa-largo per 180°. Il limite inferiore della *beach-rock* si osserva ad una distanza del transetto di 29,01 metri, ad una profondità di 3,2 metri, il limite superiore invece si riscontra ad una distanza di 3,4 metri del transetto ad una profondità di 0,8 metri. Fino ai 23,6 metri di distanza del transetto, il profilo topografico mostra un andamento uniforme mantenendo una profondità di 0,9 metri. A 2,9 metri di profondità a 23,5 metri di distanza del transetto, si osserva la parte superiore del gradino della *beach-rock*, che termina a 3,2 metri, con un'altezza di 2,01 metri e pendenza 18°.

Descrizione generale delle tre località con elenco delle principali specie cospicue

Le spiagge fossili presenti nelle tre località di monitoraggio sono state esplorate in immersione in ciascun periodo di monitoraggio con lo scopo di censire il maggior numero di specie bentoniche rilevanti, come specie protette, madreporari, antozoi etc. Complessivamente sono stati condotti 12 percorsi subacquei lungo tutto il margine inferiore della beach-rock, ossia in quella porzione rocciosa ad elevata rugosità, ricca di anfratti, spaccature ed ingrottamenti che ospitano una fauna bentonica ascrivibile alle biocenosi emifotofile-sciafile, presenti soprattutto nelle località Controllo Ponente (Foto 5) ed Impatto (in prossimità del transetto di profondità 13 – Foto 6). Tuttavia va anche sottolineato come i popolamenti sciafili delle anfrattuosità della beach-rock limitrofa agli interventi costieri siano attualmente ricoperti da alghe filamentose (Foto 6b) e da un notevole strato di limo (Foto 6a).

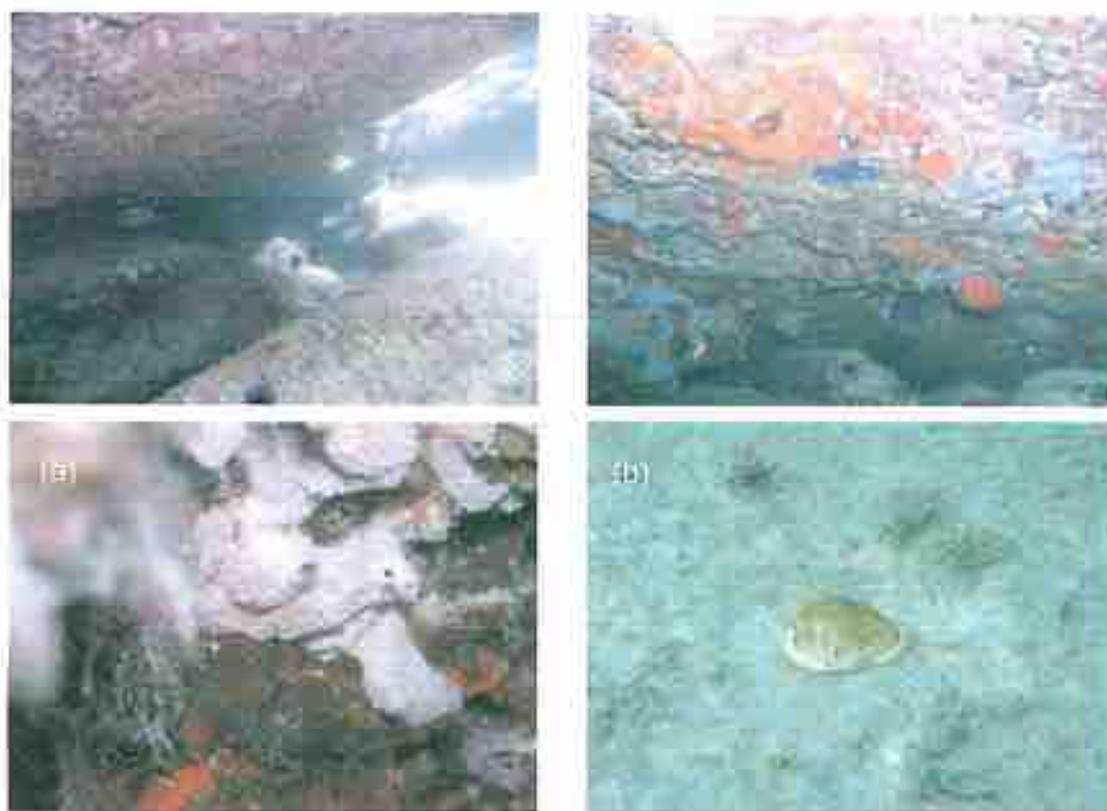


Foto 5 – Vari aspetti della morfologia del limite inferiore della *beach-rock* in prossimità della località Controllo Ponente, con poriferi (*Ircinia* sp. - a) e la conchiglia di una ciprea protetta (*Erosaria spurca* - b)

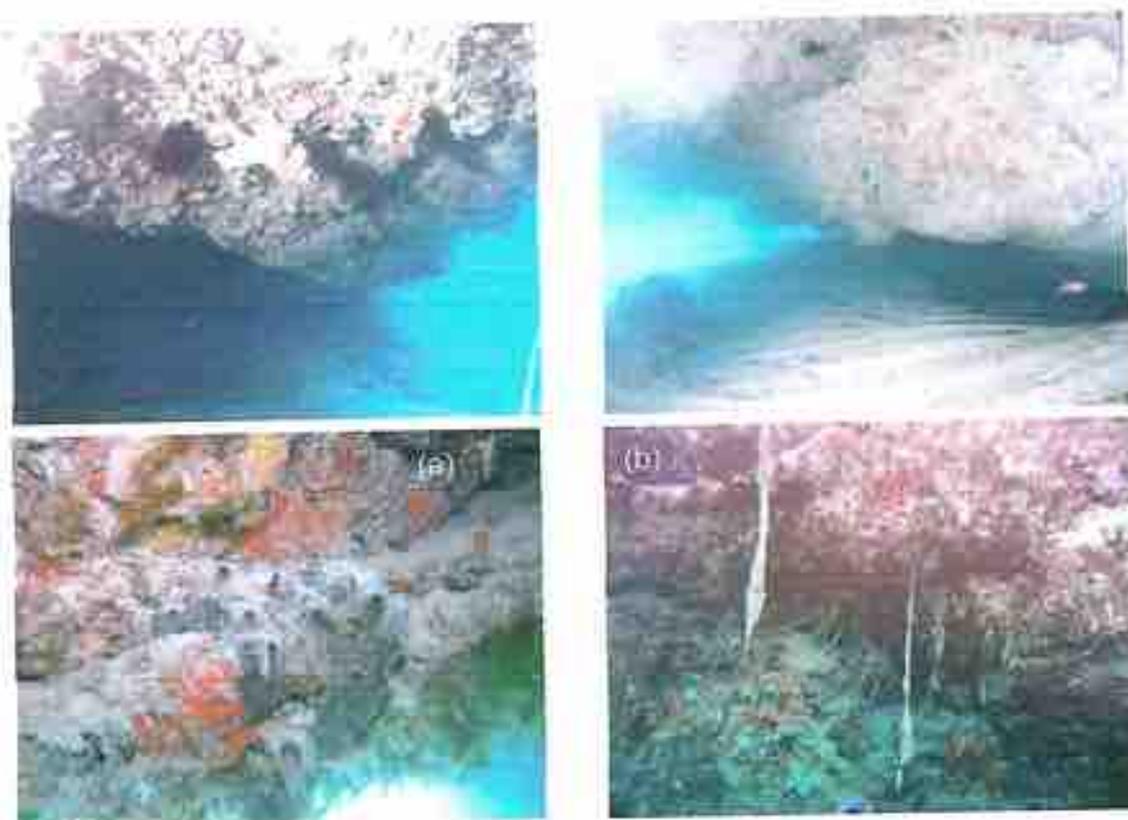


Foto 6 – Aspetti morfologici del limite inferiore della *beach-rock* nella località Impatto (trasetto di profondità 13), con poriferi (a) e alghe filamentose (b)

In particolare nella Figura 26, la colonna 1* riporta il numero di esemplari di madreporari e briozoi che, a seguito della realizzazione della seconda secca soffolta, sempre tramite pista di cantiere (Foto 7a) nell'inverno 2008, sono scomparsi perché ricoperti dal materiale utilizzato per la costruzione della pista di cantiere, oppure il rinvenimento di madrepori di *Cladocora caespitosa* che sono andate incontro al fenomeno di "sbiancamento" (Foto 7b). La *beach-rock* presso la località Impatto è stata percorsa per una lunghezza di circa 850 metri, quella della località Controllo Ponente per circa 500 metri mentre quella della località Controllo Levante per 600 metri.

Nelle pagine successive vengono riportate le specie rinvenute durante il monitoraggio delle specie cospicue nelle tre località di studio (Figura 26, 27, 28).



(a)

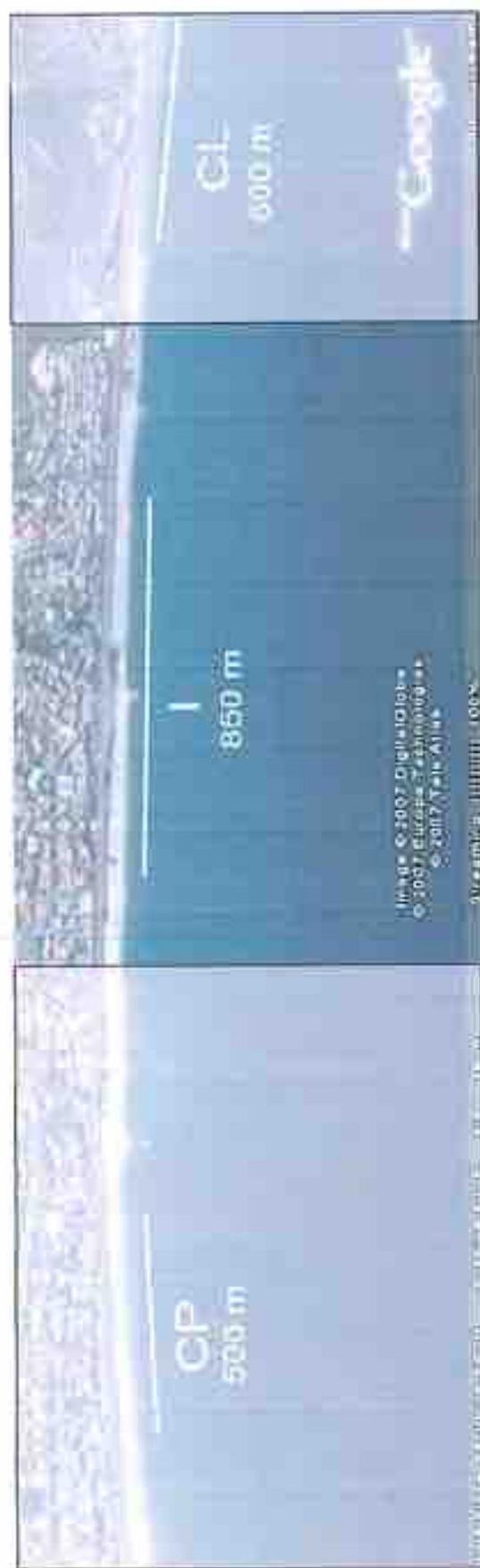


(b)



(c)

Foto 7 . Attività di realizzazione delle seconda secca soffolta sempre mediante costruzione di pista di cantiere (a). *Cladocora caespitosa* "sbiancata" (b) ed infangata (c)



Categoria	Specie	note	I	P
Machreporari	<i>Oculina patagonica</i>	Ø > 60 cm	2	1
	<i>Oculina patagonica</i>	Ø > 30 cm	2	1
	<i>Oculina patagonica</i>	Ø < 30 cm	2	1
	<i>Cladocora caespitosa</i>	Ø < 10 cm	21	3
	<i>Cladocora caespitosa</i>	Ø < 20 cm	17	1
	<i>Cladocora caespitosa</i>	Ø > 30 cm	4	1
	<i>Cladocora caespitosa</i>	sbiancate	0	4
Antozoi	Area interessate da <i>Caryophylla</i>		3	3
	<i>Anemonia viridis</i>		3	3
Briozoi	<i>Alptasia mutabilis</i>		6	5
	<i>Cereus pedunculatus</i>		2	2
Policheili	<i>Schizoporella errata</i>		6	1
	<i>Sabella spallanzani</i>		4	4
Molluschi bivalvi	<i>Lithophaga lithophaga</i> *		2	2
	<i>Pinna nobilis</i> *		2	2
	Anfratti con poriferi		5	5

* località impatto dopo la realizzazione della seconda secca soffoia

* specie protette

Figura 26 – Specie cospicue rilevate nell'ambito delle attività di monitoraggio delle biocenosi bentoniche associate alle beach-rock nelle località Impatto (I)



Categoria	Specie	note	CP
Madreporari	<i>Oculina patagonica</i>	Ø > 60 cm	2
	<i>Oculina patagonica</i>	Ø < 30 cm	3
	<i>Ciardocora caespitosa</i>	Ø < 10 cm	7
	<i>Ciardocora caespitosa</i>	Ø < 20 cm	2
	<i>Ciardocora caespitosa</i>	Ø > 30 cm	1
Antozoi	<i>Anemonia viridis</i>		7
	<i>Aliphasia murabilis</i>		4
Briozoi	<i>Caveus pedunculatus</i>		1
	<i>Schizoporella errata</i>		5
	<i>Sabella spallanzani</i>		3
Molluschi bivalvi	<i>Lithophaga lithophaga</i> *		2
	<i>Erosaria spurca</i> *		1
Molluschi gasteropodi	Anfratti con poriferi		1
			6

* località impatto dopo la realizzazione della seconda secca soffiata

* specie protette

Figura 27 – Specie cospicue rilevate nell'ambito delle attività di monitoraggio delle biocenosi bentoniche associate alle beach-rock nelle località Controllo Ponente (CP).



Categoria	Specie	note	CL
Madreporari	<i>Ocquina patagonica</i>	Ø < 30 cm	1
	<i>Cladocora caespitosa</i>	Ø < 10 cm	4
Antozoi	<i>Anemonia viridis</i>		1
	<i>Careus pedunculatus</i>		1
Briozoi	<i>Schizoporella errata</i>		42
Molluschi bivalvi	<i>Lithophaga lithophaga*</i>		1
	Anfratti con poriferi		2

* località impatto dopo la realizzazione della seconda siccia soffita

* specie protetta

Figura 28 -- Specie cospicue rilevate nell'ambito delle attività di monitoraggio delle biocenosi bentoniche associate alle beach-rock nelle località Controllo Levante (CL).

Le spiagge fossili osservate in immersione presentano in tutte e tre le località un'elevata presenza di echinodermi, specie di *Arbacia lixula*. Tuttavia una presenza maggiore si è riscontrata nella località Impatto (Foto 8).



Foto 8 – *Arbacia lixula*

In questa località va inoltre segnalata la presenza di due esemplari giovanili di *Pinna nobilis*, mollusco bivalve protetto rinvenuto sui fondali limitrofi alla diga soffiata (Foto 9)



Foto 9 - *Pinna nobilis*

Altra peculiarità naturalistica è rappresentata dal rinvenimento dei mesi invernali del 2007 di *Paracoryne huvei*, idroide coloniale osservato presso la formazione di beach-rock della località Controllo Levante, nella porzione emersa (Foto 10).

Tale specie, rilevata esclusivamente lungo le coste settentrionali del Mediterraneo occidentale, è ritenuta una specie indicatrice dei cambiamenti climatici nel bacino mediterraneo (Boero *et al.*, 2008)



Foto 10 - Beach rock emersa nella località Controllo Levante (a) e l'idroide coloniale *Paracoryne huvei* (b).

Discussioni e conclusioni

Le attività di monitoraggio delle biocenosi marine nell'ambito costiero di Borgio Verezzi hanno permesso di studiare un habitat particolare, caratterizzato dalle biocenosi associate alle spiagge fossili o beach-rock, ed in particolare di valutare le possibili alterazioni ambientali derivanti dalla recente realizzazione di opere di difesa degli arenili.

Tali formazioni rocciose sottili ed allungate sono distribuite lungo gran parte delle spiagge di Pietra Ligure e di Borgio Verezzi, fino al Capo di Caprazoppa, sono presenti in prossimità della riva a circa 1-2 m di profondità, e sono costituite da sabbia fossile (Diviacco e Coppo, 2006). Lo sviluppo delle beach-rock dipende da una disponibilità adeguata di carbonato di calcio (CaCO_3) ed in Liguria una situazione del genere si verifica nella zona del Finalese, per la presenza di una serie calcareo-dolomitica triassica (Fierro et al., 1974). Dal punto di vista naturalistico questi habitat costieri ospitano popolamenti biologici tipici delle biocenosi delle Alghe Fotofile, tuttavia, considerando le varie tipologie morfologiche che si riscontrano nel limite inferiore, con la presenza di ampie zone caratterizzate da profonde fratture e importanti anfrattuosità, si possono trovare biocenosi emifotofile-sciafile.

Il presente studio ha preso il via nell'agosto 2007, a circa 4 mesi dal termine dei lavori di realizzazione della prima secca soffolta ed è terminato nel gennaio 2009, monitorando i fondali in tre località di studio ("Impatto" fondali di Borgio Verezzi nei pressi della secca soffolta, "Controllo Levante" fondali di Finale Ligure a ponente del capo di Caprazoppa, "Controllo Ponente" fondali di Pietra Ligure a ponente del rio Bottassano) in quattro periodi: estate 2007, inverno 2008, estate 2008 ed inverno 2009.

Nel complesso si è potuto evidenziare che la località "Impatto", pur avendo una morfologia molto simile a quella riscontrata nella località "Controllo Ponente", presenta una comunità bentonica ed ittica meno ricca rispetto alla località "Controllo Levante" e a quella del "Controllo Ponente": tuttavia la conduzione dei transetti per la descrizione delle specie cospicue ha messo in rilievo l'elevato numero di madrepora coloniali (*Gladocora caespitosa* ed *Oculina patagonica*), di anfratti con poriferi (*Chondrosia ficiformis*, *Ircinia* sp., etc) e di specie protette (*Pinna nobilis*, *Erosaria spurca* e *Lithophaga lithophaga*) sia nella località di "Impatto" che nella località "Controllo Ponente". Il dattero di mare (*L. lithophaga*) è segnalato anche nella località "Controllo Levante".

Analizzando i risultati di ogni singola parte del monitoraggio si possono rilevare le seguenti evidenze:

Rilevamenti fotografici delle biocenosi bentoniche – Il minor numero di specie rilevate presso la località "Impatto" (30) rispetto al numero di specie rilevate sia nella località "Controllo Ponente" (35) e "Controllo Levante" (34) fornisce una prima indicazione su come la diversità biologica nella località "Impatto" sia inferiore rispetto alle altre due località. Inoltre presso la località di "Impatto" il descrittore "Roccia infangata" è stato quello che ha ottenuto sempre i valori di ricoprimento maggiori. Altri descrittori che fanno ipotizzare ad un'alterazione ambientale sono l'elevata presenza di aree di fondale caratterizzate dal briozoo *Reptadeonella violacea* e dalla presenza di formazioni di madrepora che sono andate incontro al fenomeno dello sbiancamento. Durante il primo periodo di monitoraggio si era notato che nella località "Impatto" molte specie di *Cladocora caespitosa* e di *Schizoporella errata*, presentavano circa un terzo della loro struttura totalmente ricoperta da limo. Probabilmente questa situazione si è accentuata per la successiva realizzazione di una seconda secca soffolta, ed ha portato alla morte dei polipi di madreporari e dei lofofori di alcuni briozoi. La presenza importante del briozoo incrostante *R. violacea*, specie tipica di ambienti rocciosi su cui agisce il "pascolo" dei ricci di mare (Cerrano *et al.*, 2004), può essere messa in relazione con la minor presenza di alghe dovuta all'infangamento del substrato che consente la crescita a poche specie algali che vengono subito consumate dagli echinodermi.

Monitoraggio della fauna ittica tramite censimenti visuali – I censimenti visuali della fauna ittica hanno permesso di evidenziare come questi ambienti rocciosi, pur estremamente superficiali, ospitino in generale una comunità ittologica particolarmente diversificata, ben strutturata dal punto di vista trofico, con numerosi predatori, ed impreziosita dalla presenza costante di specie di elevato interesse conservazionistico come la corvina e la cernia bruna. La località "Impatto" ha fatto registrare i numeri più bassi sia in termini di ricchezza specifica (29 specie contro le 31 rilevate nella località "Controllo Levante" e 38 in "Controllo Ponente") che in termini di numero di esemplari. L'analisi delle informazioni relative alle specie criptiche ha evidenziato come la specie di origine atlantica *P. pilicornis* sia la più importante in termini di numero di esemplari, specie nella località "Impatto". La progressiva diminuzione di specie criptiche rilevate in precedenti studi (Molinari 2005b, Molinari 2006) ed al tempo stesso un corrispondente incremento numerico di questa specie termofila in grado di sopravvivere e riprodursi in ambienti dominati da fattori fisici fa supporre che il crescente stress ambientale causato da precedenti ripascimenti degli arenili e dai recenti lavori costieri abbia portato allo squilibrio della comunità ittica, favorendo specie opportuniste. Come già evidenziato in altri studi (Molinari, 2005a;

Molinari, 2006), queste formazioni rocciose sembrano ricoprire un ruolo strategico per il reclutamento di numerose specie ittiche, in particolare da quelle di interesse commerciale.

Monitoraggio delle specie sensibili tramite transetti – Il lavoro condotto nell'intero periodo di studio ha consentito di acquisire maggiori informazioni sia dal punto di vista geomorfologico, sia dal punto di vista delle comunità bentoniche.

Le attività di monitoraggio hanno permesso di rilevare come alcuni tratti delle beach-rock siano particolarmente interessanti, con il limite inferiore della spiaggia fossile caratterizzato da profondi anfratti ed ingrottamenti che ospitano biocenosi emifotofile-sclafite ancora poco conosciute.

L'intero tratto costiero è contraddistinto da numerose formazioni di madreporari (*Cladocora caespitosa*, *Oculina patagonica* e *Caryophyllia* sp.). Alcune di queste formazioni madreporiche presenti nella località "Impatto" sono state seppellite dal materiale impiegato per la realizzazione della seconda pista di cantiere, mentre altre sono andate incontro a fenomeni degenerativi (sbiancamento), probabilmente a seguito del crescente tasso di infangamento della zona. Tale aspetto è stato rilevato anche per esemplari del briozoo *Schizoporella errata*.

Le attività di monitoraggio hanno consentito di censire numerosi molluschi nudibranchi (Foto 11a) come *Hypselodoris valenciennesi*, *Flabellina affinis*, *Cratena peregrina*, *Thuridilla hopei* e *Phyllidia flava* e diversi molluschi gasteropodi tra cui diversi esemplari della rara *Calliostoma laugierii* (Foto 11b).

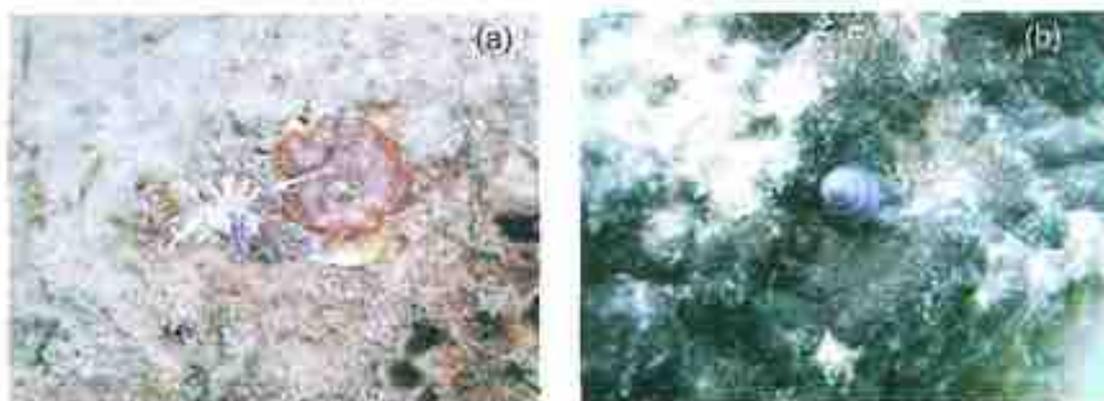


Foto 11 – *Cratena peregrina* (a) e *Calliostoma laugierii* (b)

La presenza di diverse specie protette (*Erosaria spurca*, *Pinna nobilis*, *Lithophaga lithophaga* ed *Epinephelus marginatus*) evidenzia l'importanza di questi habitat strettamente costieri anche in un'ottica conservazionistica.

In conclusione, come già evidenziato da precedenti studi condotti in questi ambiti costieri (Garibaldi e Bava, 2005), i fondali marini oggetto del presente monitoraggio, per via della loro unicità geologica nell'intero territorio ligure e per vari aspetti naturalistici rilevanti, andrebbe sottoposta ad indagini più approfondite, necessarie per ottenere informazioni più dettagliate sia sotto il profilo geomorfologico che nelle diverse componenti biologiche della flora e della fauna marina.

Bibliografia

- Benedetti-Cecchi, L. (2001) - Beyond BACI: Optimization of environmental sampling designs through monitoring and simulation. *Ecological Applications* 11; 783–799.
- Bianchi C.N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Fraschetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinaï B., Cerrano C., Bavestrello G. (2003) - I fondi duri. In Gambi & Dappiano (Ed), *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biol. Mar. Medit.*, 10 (Suppl.): 199-232.
- Boero F., Feral J.P., Azzurro E., Cardin V., Riedel B., Despalatovic M., Munda I., Morchella P., Zaouali J., Fonda Umani S., Theocharis A., Wiltshire K., Briand F. (2008) – Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota. In: CIESM Workshop Monographs n.35 (F. Briand, Ed.), 152 pages, Monaco.
- Cerrano C., Ponti M., Silvestri S. (2004) Guida alla biologia marina del Mediterraneo. ANANKE, 319 pp.
- Cognetti G., Cognetti G. (1992) - *Inquinamenti e protezione del mare*, Edizioni Calderini, Bologna: 318 pp.
- Della Croce N., Cattaneo-Vietti R., Danovaro R. (1997) – *Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero*. UTET, 440 pp.
- Diviacco G., Coppo S. (2006) – *Atlante degli habitat marini della Liguria. Cataloghi dei beni naturali – Regione Liguria*: 205 pp.
- Fierro G., Piacentino G.B., Tucci S. (1974) – Caratteri morfologici e litogenetici di una "beach-rock" della Liguria occidentale. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 81: 89-102
- Garibaldi F. Bava S. (2002) – *Descrizione e rilievi biologici sulla beach-rock (spiaggia fossile) del comprensorio Pietra Ligure, Borgio Verezzi, Finale Ligure. Relazione Tecnica*. 1-14.
- Guidetti P., Fanelli G., Fraschetti S., Terlizzi A., Boero F. (2003) - Coastal fish indicate human induced changes in the Mediterranean littoral. *Marine Environmental Research*, 53: 77-94.
- Mangialajo L., Ruggieri N., Asnaghi V., Chiantore M., Povero P., Cattaneo-Vietti R. (2006) - Ecological status in the Ligurian Sea: The effect of coastline urbanisation and the importance of proper reference sites. *Marine Pollution Bulletin*.

Molinari A. (2005a) - Fish community associated with shallow beachrock rocky reef of Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Cybium*, 29 (4): 419-422.

Molinari A. (2005b) – Preliminary observations on fish assemblages associated to beachrock formations in the western Ligurian Sea. *Biol. Mar. Medit.* 12 (1): 414-417

Molinari A. (2006) - Studio della fauna ittica associata a substrati rocciosi superficiali in Liguria occidentale e possibili effetti causati da attività di ripascimento degli arenili. *Biol. Mar. Medit.*, 13 (2): 74-75.

Pellegrini D., Onorati F., Virno Lamberti C., Merico G., Gabbellini M., Ausili A. (2002) - Aspetti tecnico-scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: Dragaggi Portuali. Quaderno ICRAM, 1: 201 pp.

Terlizzi A., Benedetti-Cecchi L., Bevilacqua S., Fraschetti S., Guidetti P., Anderson M.J. (2005) - Multivariate and univariate asymmetrical analyses in environmental impact assessment: a case study of Mediterranean subtidal sessile assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 289: 27-42.