LA SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITA' NEI FONDALI DELL'AREA MARINA PROSPICIENTE IL TERRITORIO DEL COMUNE DI SANTO STEFANO AL MARE











INDICE

Premessa	2
La conservazione	2
Il coralligeno	3
Il coralligeno del Ponente Ligure	4
Materiali e metodi	7
Area di campionamento	7
Videotransetti	9
Rilievi fotografici	10
Categorie e specie individuate	11
Metodi di classificazione degli habitat	12
Risultati	13
Descrizione dei popolamenti	13
Descrizione dei siti	16
Vulnerabilità	26
Discussioni	29
Bibliografia	31

Premessa

Quando una specie crea e mantiene un certo habitat influenzando la rete di interazioni dell'habitat stesso e aumentando la fitness delle specie associate, si parla in genere di specie fondatrici o "ecosystem engineers" (Bruno & Bertness, 2001). In questo senso le praterie di *Posidonia oceanica* sui fondi mobili e le concrezioni coralligene sui fondi duri (primari e/o secondari) sono tipici esempi. *P. oceanica* e alghe coralline creano gli ambienti a maggiore biodiversità del Mediterraneo.

Alle Secche di Santo Stefano entrambi gli habitat coesistono, creando una situazione molto originale e di elevato interesse naturalistico.

Scopo del presente lavoro è stato quello di caratterizzare le principali biocenosi della secca fornendo alcune indicazioni sulla loro vulnerabilità, al fine di supportare e orientare eventuali misure di conservazione.

La conservazione

Nel 1999 si è verificato, tra luglio e settembre, un anomalo aumento della temperatura media stagionale che ha colpito l'intero bacino Liguro-Provenzale fino a circa 40 metri di profondità. Questa anomala instabilità termica ha fatto abbassare il termoclino a 35-40 metri, rispetto ai consueti 25 metri di profondità, causando la morte di milioni di individui appartenenti a circa 30 specie, sia infralitorali che circalitorali (Romano *et al.*, 1999; Cerrano *et al.*, 2000; Perez *et al.*, 2000). Dopo quest'episodio, ne sono stati segnalati altri, tra i quali i più intensi nel 2003 e nel 2005 quando, alla fine di settembre, oltre i 20 metri di profondità, sono stati registrati valori di temperatura di circa 23-25°C (Russo & Carrada, 2004; Olita *et al.*, 2006). L'esposizione ad alte temperature genera in molte specie di invertebrati epibentonici, come gorgonie e spugne, un aumento della suscettibilità nei confronti di agenti patogeni e successivi fenomeni di moria (Harvell *et al.*, 1999).

Oltre alla mortalità indotta dalle variazioni climatiche è stato dimostrato che, organismi a portamento eretto come le gorgonie, le spugne ed i briozoi, possono essere danneggiati da fattori meccanici, in particolar modo dalle lenze e reti utilizzate durante le attività di pesca (Bavestrello *et al.*, 1997).

Per contenere i danni causati dal diretto (pesca) e indiretto (cambiamenti climatici) impatto umano e prevenirne ogni possibile effetto, è indispensabile, oltre che affidarsi all'istituzione delle aree marine protette (AMP), accrescere le conoscenze sugli

organismi marini e sulle loro esigenze biologiche ed ecologiche. Il RAC/SPA di Tunisi nel 2006 ha messo a punto un Piano d'Azione per rispondere a tali priorità includendo i letti a maerl e rodoliti.

Il coralligeno

Le concrezioni coralligene sono generate dall'accumulo di alghe coralline che crescono in condizioni di bassa luminosità e acque relativamente calme. I talli calcificati delle alghe coralline sono un'importante componente delle comunità marine bentoniche all'interno della zona eufotica e mesofotica (Blanc & Molinier, 1955; Adey & McIntyre, 1973; Littler, 1973; Lebednik, 1977; James *et al.*, 1988; Dethier *et al.*, 1991; Adey, 1998) e rappresentano un substrato solido colonizzabile da una moltitudine di organismi.

Il coralligeno si sviluppa in genere nel piano circalitorale ma occasionalmente si può ritrovare, in ambienti ombreggiati, già a circa 15-20 metri di profondità.

Esistono due differenti tipologie di coralligeno individuate sulla base del substrato d'origine. Si parla di coralligeno di falesia quando le concrezioni biogeniche si formano su pareti rocciose più o meno verticali e coralligeno di piattaforma quando le strutture biogeniche si formano su superfici orizzontali, solitamente lontane da pareti rocciose e per lo più circondate da banchi di sedimenti incoerenti. La formazione del coralligeno di piattaforma può partire dal concrezionamento di materiali incoerenti per azione di alghe coralline, briozoi e serpulidi o sfruttando l'appoggio di rocce affioranti.

L'attività di biocostruzione è svolta principalmente dalla crescita di alghe a tallo calcareo (Mesophyllum sp., Lithopyllum sp. e Peyssonellia sp.), mentre animali a scheletro calcareo come briozoi, madrepore (es. Leptosammia pruvoti) e serpulidi contribuiscono solo quando sono in vita, e gli scheletri, dopo la loro morte, in genere non sono incorporati nella biostruttura.

Il coralligeno presenta una velocità media di crescita molto bassa (circa 0,1mm/anno) (Ballesteros, 2006). Considerando che la parte più interna delle cornici coralligene contiene in genere forme subfossili di alghe coralline intertidali, si può ipotizzare che un coralligeno che si trova a circa 50-60 m di profondità si è originato quando la superficie del mare si trovava a quel livello e quindi all'incirca 10.000 anni fa. Tali dinamiche sono la risultante di un equilibrio tra biocostruzione e bioerosione. L'azione bioerosiva è a carico di organismi in grado di perforare i substrati carbonatici, come le spugne della famiglia Clionaidae, bivalvi perforatori (*Lithophaga lithophaga*), sipunculidi e policheti.

L'attività bioerosiva contribuisce ad aumentare la complessità strutturale del substrato e permette la formazione di un'infinità di microhabitat dalle particolari condizioni ambientali (luce, sedimentazione, idrodinamismo) che giustificano l'elevata biodiversità di questo ambiente. L'elevata eterogeneità dell'habitat consente il rifugio e l'insediamento di una vasta gamma di organismi appartenenti a gruppi trofici diversi, soprattutto sospensivori e detritivori. La fauna ittica del coralligeno è molto diversificata, annoverando specie sia nectobentoniche sia pelagiche (che possono avvicinarsi al fondale soprattutto per scopi alimentari). Inoltre è ormai chiaro il ruolo di nursery di questo ambiente che garantisce rifugi sicuri per la deposizione delle uova a molte specie di pesci, crostacei e molluschi oltre che un riparo dalla predazione per le forme giovanili (Flagella et al., 2006).

Il posidonieto

Posidonia oceanica è una fanerogama marina, endemica del Mediterraneo, capace di formare vere e proprie praterie fra la superficie e i 30-40 metri di profondità. Tali praterie occupano circa il 2% dell'intera superficie del Mar Mediterraneo e più del 25% dei biotopi fotofili infralitorali dei suoi fondali: è presente su tutti i tipi di substrato, anche se le praterie più vaste si sviluppano su substrato mobile, svolgendo un ruolo chiave nell'equilibrio della fascia costiera. Le praterie supportano un'elevata biodiversità, essendo esse stesse habitat di elezione per numerose specie marine e substrato favorevole per il loro insediamento, sviluppo e riparo. Per tali motivi Posidonia oceanica è considerata specie strutturante e le praterie da essa formate sono habitat prioritario nell'allegato A della Direttiva Europea 92/43 ("Direttiva Habitat"), che comprende i tipi di habitat naturali di interesse comunitario, la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione (Siti di Interesse Comunitario) (SIC).

Il coralligeno del Ponente Ligure

La Secca di Santo Stefano, oggetto dello studio effettuato, rientra in una linea di ricerca del gruppo di Zoologia del Dip.Te.Ris (Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse) dell'Università di Genova che ha focalizzato l'attenzione sulla caratterizzazione delle comunità bentoniche dell'ambiente coralligeno nel ponente ligure.

Le conoscenze a disposizione dalla letteratura sulla distribuzione degli ambienti coralligeni liguri è dettagliata per quanto riguarda la sezione di levante mentre, nel ponente, restano tante le aree da caratterizzare. La particolarità del coralligeno del ponente ligure risiede soprattutto nella dinamica di formazione. La piattaforma continentale del ponente appare molto meno estesa della porzione di levante. Probabilmente la presenza di numerosi canyon (Corradi et al., 1980) impedisce lo svilupparsi della piattaforma con continui fenomeni di trasporto del detrito verso le piane abissali a cui conducono (Corradi et al., 1984). Nel ponente l'affioramento di substrato roccioso dai depositi sedimentari lungo la piattaforma sembra essere la più probabile origine del coralligeno di piattaforma. L'occasionalità di questi affioramenti ha, da una parte reso difficile la loro individuazione per studi scientifici e dall'altra garantito la formazione di scogli coralligeni dalle caratteristiche uniche nella composizione delle comunità animali e vegetali.

Da una precedente ricerca effettuata, tra il 2006 ed il 2007, in un'area marina situata al largo dalla costa di Imperia (La Fauna Marina dei fondali rocciosi antistanti Imperia: descrizione e valutazione dello stato di salute) è emersa la presenza di strutture coralligene importanti e pressoché ignorate sulle carte. La ricchezza di questi fondali è data principalmente dalla presenza di specie inserite in liste di protezione come la spugna a candelabro Axinella polypoides e dal buono stato di conservazione della gorgonia Paramuricea clavata. Tale specie è considerata specie strutturante del coralligeno e forma dense popolazioni. Queste vere e proprie foreste agiscono come una rete, rallentando il flusso delle correnti e favorendo la precipitazione di particolato alimentare che sta alla base del sostentamento di una complessa fauna associata di organismi sospensivori (es. Sertella sp.), filtratori (es. Halocynthia papillosa) e detritivori (es. Bonellia viridis). In numerosi studi effettuati sulla dinamica di popolazione di *P. clavata* l'età minima riproduttiva (e conseguentemente la fecondità) è risultata essere tra i 7 e i 13 anni. E' noto inoltre che il ciclo riproduttivo di questi organismi è caratterizzato da fecondazione esterna e dalla successiva formazione di una larva che in brevissimo tempo si insedia. Il basso tasso di dispersione larvale unito all'elevata età minima riproduttiva sono fattori chiave da considerare per una corretta gestione e conservazione delle popolazioni di *P. clavata*.

Secondo numerosi studi (Cerrano *et al.*, 2000, Perez *et al.*, 2000, Cerrano *et al.*, 2005), i fenomeni di mortalità che hanno colpito in particolare cnidari e poriferi lungo

le coste della Liguria, già dal 1999, sono legati all'aumento di temperatura che interessa l'intera colonna d'acqua, abbassando notevolmente la profondità del termoclino. L'esposizione delle comunità animali e vegetali stenoterme ad una temperatura dell'acqua insolitamente più elevata, condiziona i normali ritmi biologici e favorisce l'incidenza di infezioni e di veri episodi di mortalità massiva. In seguito a tali episodi, le popolazioni di gorgonacei perdono le loro potenzialità biostrutturanti con una conseguente banalizzazione della tridimensionalità del fondale marino e della composizione delle comunità bentoniche associate. L'importanza di raccogliere dati storici di riferimento e di fornire indicazioni sul ruolo dei cambiamenti climatici emerge sempre più drammaticamente visto il susseguirsi sempre più rapido degli eventi di moria.

Oltre all'aumento della temperatura, gli organismi a portamento eretto come gorgonie, briozoi e spugne sono soggetti al danneggiamento da abrasione meccanica ad opera di lenze e reti abbandonate, mentre la pesca a strascico comporta un aumento della torbidità delle acque ed un incremento dei tassi di sedimentazione con una riduzione nelle potenzialità di crescita delle conseguente alghe coralline, compromettendo anche l'efficienza degli organismi filtratori. L'ancoraggio comporta certamente grossi danni a carico delle concrezioni coralligene. Gran parte degli organismi biocostruttori sono di natura fragile e facilmente sono frantumati dalle catene e dalle ancore. I fondali coralligeni frequentati quotidianamente da subacquei e pescatori, come quelli della secca, mostrano i segni di un continuo degrado. Lenze e palamiti infatti sono in grado di danneggiare e sradicare facilmente questi organismi con un evidente danno paesaggistico nonché biologico.

La capacità dell'habitat di conservare la sua struttura e le sue funzioni di fronte ad influenze sfavorevoli, attuali o potenziali, è definita, in ecologia, come vulnerabilità. Conoscere la vulnerabilità di un habitat diventa quindi un primo importante passo per una corretta gestione delle risorse marine. Non va dimenticato inoltre che, habitat estremamente vulnerabili, hanno spesso associato un enorme valore naturalistico (dovuto ad esempio alla presenza di endemismi, rilevanza geomorfologica, peculiarità ecologica), un'elevata rilevanza estetica e paesaggistica ed un'importanza economica, sia diretta per la ricchezza di specie sfruttate con l'attività di pesca e di maricoltura, sia indiretta per la sua importanza nella rete trofica o per la sua possibilità di fruizione turistica.

Materiali e metodi

Area di campionamento

La secca presenta uno sviluppo principale in direzione Nord-Sud per una lunghezza di 3 km (Diviacco & Coppo, 2006). La struttura peninsulare sommersa inizia da una profondità di circa -15 metri ad una distanza di poche decine di metri dal porto turistico Marina degli Aregai (località Santo Stefano) e si spinge verso il mare aperto fino ad una profondità di -45 metri. La secca presenta una cigliata rocciosa di pochi metri, più o meno costante, ed è circondata da una prateria di *Posidonia oceanica* compatta che caratterizza tutta la costa sommersa dell'Imperiese e ricopre in parte il cappello della secca. La principale corrente Ligure costiera, che sposta grandi masse d'acqua in direzione Est-Ovest, impatta perpendicolarmente la secca influenzando la strutturazione delle differenti comunità bentoniche. Sulla base dell'orientazione della secca sono stati individuati 6 siti di riferimento per l'indagine: i siti Canyon Terra e La Croce nel margine orientale ad ovest della secca, il sito I Luna nel margine occidentale ad est della secca, i siti Croce-Cappello (direzione nord) e Croce-Cappello (direzione ovest) sul cappello della secca e il sito La Coda all'estremità meridionale della secca (Tabella 1) (Fig.1).

Tabella 1: Tabella dei siti indagati con posizione, data coordinate e profondità

Sito	Margine	Data	Coordinate (N-E)	Profondità (m)
La Croce	Est	14-02-08	43°49'162" N 007°54'775" E	35
Canyon Terra	Est	28-04-08	43°49'304" N 007°54'782" E	35
Croce-Cappello	Plateau	05-05-08	43°49'161" N 007°54'795" E	25
Croce-Cappello	Plateau	24-02-09	4349'161" N 007°54'795" E	25
l Luna	Ovest	18-08-08	4348'848" N 007°54'288" E	35
La coda	Sud	15-10-08	43°43'867" N 007°54'732" E	40

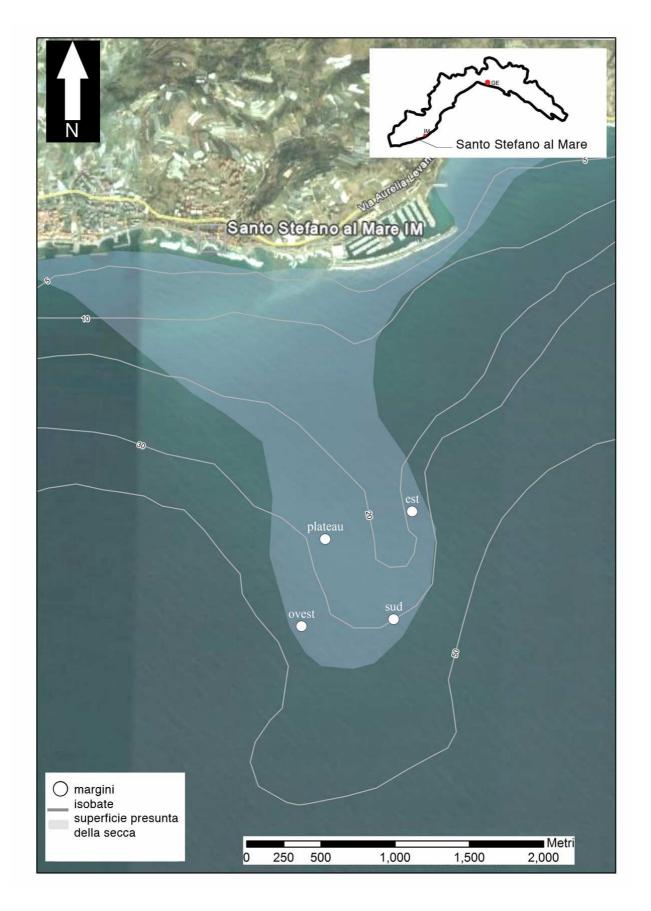


Fig.1: Cartina della zona di Santo Stefano al Mare, con una sagoma della superficie della Secca, le isobate ed i margini indagati.

Per ogni sito la caratterizzazione è stata condotta tramite campionamento non distruttivo utilizzando la tecnica dei rilievi fotografici e dei videotransetti su superfici standard.

Videotransetti

In ogni sito è stato steso orizzontalmente un nastro metrato di 20 m alle profondità descritte in Tab. 1. Il rilievo video è stato così effettuato sia in andata sia durante il ritorno facendo in modo di mantenere sempre nell'inquadratura il nastro metrato: nella parte superiore dello schermo nell'andata ed in quella inferiore durante il ritorno, per una superficie complessiva di 40 m². La videocamera è stata mantenuta perpendicolare alla superficie, seguendo la morfologia del substrato ad una distanza di circa 1 metro dal fondo. La velocità di avanzamento della telecamera è stata di circa 7 cm/sec.

Dal materiale registrato sono stati estrapolati, casualmente, 150 fotogrammi per videotransetto. I fotogrammi sono stati processati tramite la sovrapposizione di una griglia 10x10 posizionata nella parte centrale dell'immagine al fine di minimizzare gli effetti distorsivi della lente dell'obiettivo (Fig.2).

Il materiale video è stato registrato con una videocamera Sony HVR-A1 in formato HD1080i su supporto magnetico (MiniDV), successivamente elaborato con programma di montaggio video Final Cut Pro2 e Adobe PhotoShop CS3.

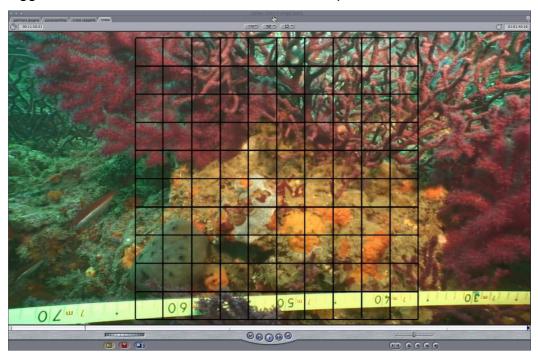


Fig.2: Immagine di un fotogramma ottenuto dalle registrazioni dei videotransetti ed analizzato con griglia 10x10 cm.

Rilievi fotografici

Per una caratterizzazione più approfondita delle specie presenti nei diversi siti, sono stati effettuati rilievi fotografici su superfici standard (20x15cm²). Sono state scattate 30 foto per sito e la stima dell'abbondanza delle unità considerate è stata calcolata valutando il relativo ricoprimento percentuale con l'aiuto di una griglia 10x10 sovrapposta all'immagine (Fig.3). I rilievi fotografici sono stati realizzati con fotocamera Panasonic TZ1 a 8mega pixel ed elaborati con software Adobe Photoshop CS3.



Fig. 3: Immagine fotografica della superficie standard 20x15 analizzata per i rilievi fotografici.

Categorie di organismi e specie individuate

Dalle analisi effettuate con i videotransetti sono state identificate 7 categorie di organismi, mentre le immagini fotografiche hanno permesso l'identificazione di 16 categorie di organismi e 20 specie (tabella 2).

Tabella 2: Categorie di organismi identificate tramite analisi di video-transetti e fotografie.

Categorie identificate tramite videotransetti	Categorie identificate tramite foto	Specie identificate tramite foto
Lenze	Lenze	Lenze
	Alghe fotofile	Peyssonnelia sp.
Corallinacee	Corallinacee	Lithophyllum sp.
		Anphiroa sp.
Posidonia oceanica	Posidonia oceanica	Posidonia oceanica
Poriferi	Spugne incrostanti/perforanti	Phorbas tenacior
		Spirastrella cunctatrix
		Cliona viridis
	Spugne massive	Aplysina cavernicola
		Agelas oroides
		Oscarella lobularis
		Petrosia ficiformis
	Spugne arborescenti	Axinella damicornis
		Axinella polypoides
Antozoi	Gorgonie	Paramuricea clavata
	Madrepore	Leptopsammia pruvoti
	Zoantinari	Parazoanthus axinellae
	Molluschi	Pinna nobilis
Briozoi	Briozoi eretti	Smittina cervicornis
		Pentapora fascialis
		Sertella sp.
		Myriapora truncata
	Briozoi incrostanti	Schizoporella sp.
	Anellidi	
	Echinodermi	
	Vermetidi	
Ascidie	Ascidie	Halocynthia papillosa

Metodi di classificazione degli habitat

Tra i criteri utilizzati per la valutazione delle aree naturali (valore naturalistico, valore estetico, valore economico, rarità e vulnerabilità) (Bardat *et al.*,1997), è stato scelto quello della vulnerabilità assegnando il valore "3" all'habitat con il livello più elevato di vulnerabilità, "2" all'habitat con il livello intermedio e "1" all'habitat con quello più scarso di vulnerabilità, come indicato da Bianchi (2007).

Nella tabella 3 sono riportati:

- 1) i valori di vulnerabilità assegnati ad habitat o specie tratti dall'Annesso IV del documento UNEP (OCA)/MED WG 149/5 Rev.1 (Relini, 2000) ma indicati in ordine inverso (3 = valore massimo e 1 = minimo, come suggerito da Bianchi, 2007) in grassetto;
- 2) i valori di vulnerabilità assegnati ad altri habitat non compresi nell'Annesso IV seguendo come criteri per l'attribuzione del valore la presenza/assenza di specie protette.

Ad esempio alla categoria spugne erette è stato attribuito il valore di vulnerabilità massimo (3) visto che comprende anche la spugna *Axinella polypoides* protetta secondo l'Annesso II ASPIM (Relini, 2000).

I valori di vulnerabilità attribuiti alle diverse pareti della secca sono stati ottenuti calcolando la media dei punteggi degli habitat presenti nei siti di quella stessa parete (Bianchi 2007).

Tabella 3: Valori di vulnerabilità assegnati ad habitat, categorie morfologiche e specie.

Categorie	Valore di vulnerabilità
Praterie di Posidonia oceanica	3
Biocenosi ad alghe fotofile	2
Biocenosi del coralligeno	3
Spugne erette	3
Spugne incrostanti	1
Facies a Parazoanthus axinellae	2
Polipi solitari duri	3
Facies a Paramuricea clavata	3
Facies a grandi briozoi ramificati	3
Briozoi incrostanti	1
Facies a Vermetidi.	3
Serpulidi	1
Echinodermi	3
Ascidie	1

Risultati

Descrizione dei popolamenti

La secca, che si estende per circa tre chilometri dalla costa, presenta una elevata variabilità ambientale (Tabella 4) (Fig.4).

Tabella 4: Analisi PERMANOVA sui diversi popolamenti caratteristici dei margini.

Source df SS MS F P (perm) P(MC)

Margini 3 238016.2409 79338.7470 110.567 0.0001 0.0001
Residual 196 140641.8527 717.5605

Total 199 378658.0936

La sella della secca, a circa 25 metri di profondità, presenta un coralligeno di piattaforma a dominanza algale. Piccole lenti di sabbia e materiale detritico depositato si alternano a strutture rocciose biocostruite a partire da rocce affioranti o da detritico concrezionato. In questo contesto si osservano macchie di Posidonia oceanica che si fanno sempre più dense procedendo verso riva, dando origine ad un posidonieto estremamente denso dove trovano rifugio numerosi organismi tra cui, qui abbastanza frequente, il grande bivalve Pinna nobilis. Purtroppo questa porzione della secca, maggiormente esposta alle attività di pesca e ancoraggio, porta i segni talvolta evidenti del danno antropico. Il veloce diradamento dei gorgonacei dalle porzioni di ciglio verso l'interno della secca potrebbe corrispondere non solo ad una diminuzione di idrodinamismo e quindi di apporto alimentare ma anche ad una prolungata ed efficace azione di sradicamento e danneggiamento di questi organismi a portamento eretto, a carico della pesca turistica e professionale. Il lato ovest della secca si presenta come una cigliata continua alta circa 2-3 metri. La corrente ligure che lambisce le coste in direzione est-ovest, impatta con la struttura rocciosa apportando nutrienti e garantendo la sussistenza di una ricca comunità animale caratterizzata da importanti popolazioni di Paramuricea clavata che, insieme a svariate specie di spugne, modellano un habitat ricco di anfratti e cavità. Le gorgonie, infatti, proteggono gli organismi a scheletro rigido come madrepore (Leptopsammia pruvoti) e briozoi diversamente ramificati (Pentapora fascialis e Smittina cervicornis). Tale complessità consente il rifugio di numerose forme giovanili ed in generale di numerose specie vagili, spesso anche di elevato pregio commerciale. Anche in questo sito sono state osservate tracce di impatto antropico. Lenze e ancore danneggiano lo strato costituito dagli organismi a portamento eretto come le gorgonie ed i briozoi, portando alla formazione di zone nude e col tempo all'impoverimento dell'intera comunità. Il lato est della secca si presenta profondamente diverso da quello posto ad ovest. La corrente ligure che scavalca la secca provoca il deposito di materiale sospeso. L'ambiente che ne deriva premia le comunità di animali filtratori che per lo più popolano gli anfratti della roccia e le volte di piccole grotte riparandosi in questo modo dal rischio insabbiamento. Il margine ha mediamente una minore inclinazione e non sono presenti popolazioni di gorgonacei mentre sono estremamente rappresentate le spugne. La parte più a sud della secca rappresenta un habitat di transizione da un ambiente ad elevato idrodinamismo ad un ambiente a forte sedimentazione. Appare evidente il variare delle biocenosi bentoniche lungo il margine della secca. Ne è un esempio il sito "La Coda", dove, procedendo da est verso ovest troviamo un alternarsi di colonie P. clavata che si diradano progressivamente; allo stesso tempo si nota un aumento del sedimento depositato sulle rocce ed un aumento di organismi filtratori all'interno di anfratti e sulle volte di piccole grotte.

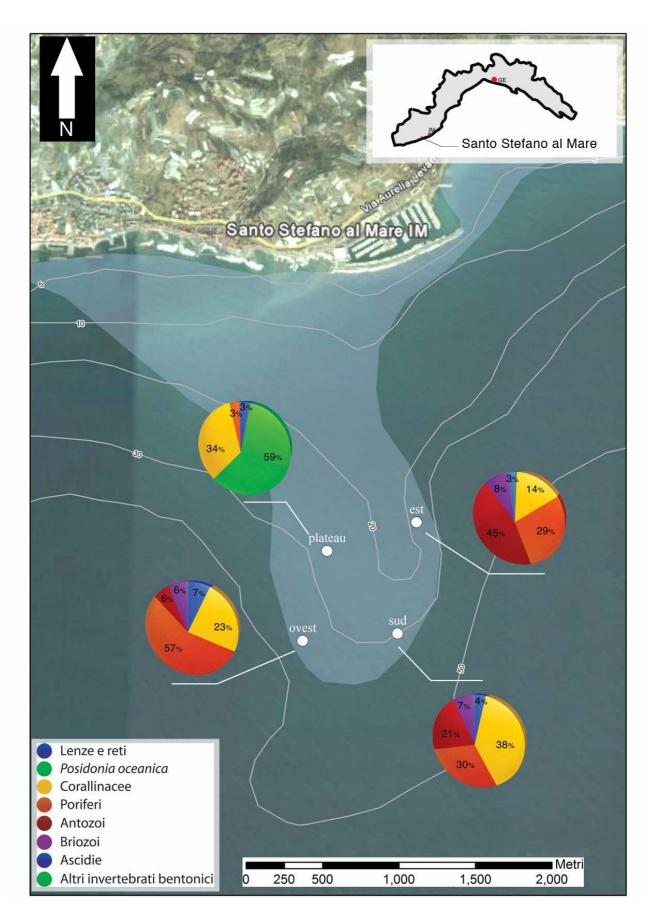


Fig.4: Immagine aerea del porto marittimo di Santo Stefano con la sagoma della Secca, le isobate e le frequenze percentuali delle categorie animali e vegetali indagate nei quattro margini della secca.

Descrizione dei siti

Margine est

Sito: "Canyon"

Le analisi dei videotransetti mostrano una frequenza percentuale molto elevata di gorgonie, alghe coralline e briozoi eretti (Fig. 5).

Dall'analisi più dettagliata dei rilievi fotografici è emersa la presenza di un fondale roccioso ricoperto di sedimento (17%) con molti anfratti, ma poca roccia nuda (circa l'1%). Tra i vegetali che ricoprono questo fondale troviamo, oltre alla presenza di un feltro algale (circa 20%), l'alga *Peyssonnelia* sp. (3.5%) (Fig. 7A), dal tallo rosso scuro ed espanso, con margine lobato, presente principalmente in zone ombreggiate e fino a 60 m di profondità, e l'alga corallina *Lithophyllum* sp. (5% circa), alga che può raggiungere qualche centimetro di larghezza. Inizialmente tende a svilupparsi attaccata ad un substrato ma, una volta raggiunta una cospicua dimensione, si stacca e, spinta dalle correnti, finisce per accumularsi in zone depresse più o meno profonde, spesso insieme a briozoi, coralli e gusci di molluschi. Tra i poriferi troviamo *Petrosia ficiformis* (0.4%), spugna massiccia, compatta e dura dalla superficie ruvida, ricoperta di osculi e con colorazione rosso violacea. La colorazione è dovuta alla presenza di cianobatteri che vivono nella parte illuminata della spugna. Gli esemplari di questa specie che vivono in grotta perdono i cianobatteri simbionti, presentano una colorazione bianca e una struttura morfologica allungata con frequenti anastomosi.

Tra le spugne incrostanti *Phorbas tenacior* (Fig. 7B) è particolarmente presente con una frequenza percentuale di 1.7% mentre la spugna perforante *Cliona viridis* ha mostrato una frequenza dello 0.1%.

Un'altra categoria di poriferi presente nell'area indagata è quelle delle spugne arborescenti, rappresentata dal genere *Axinella*. Sono stati individuati alcuni esemplari della specie *Axinella polypoides* (specie rara e protetta secondo l'Annesso II ASPIM) alla base della scarpata della secca e la specie maggiormente rappresentata *Axinella damicornis* (0.3%), dalle ramificazioni appiattite e dalla colorazione giallo arancio. *Paramuricea clavata* (Fig. 7C) è il gorgonaceo maggiormente presente (11%), mentre la *Eunicella cavolinii* mostra una frequenza percentuale più bassa (circa 2.5%). Tra gli Cnidari è presente anche il comune *Parazoanthus axinellae* (2.9%), incrostante su roccia o epibionte su spugne prevalentemente del genere *Axinella*. La presenza di dense popolazioni di gorgonacei garantisce protezione alla crescita di colonie di briozoi

eretti quali *Pentapora fascialis*, *Miriapora truncata*, *Sertella* sp. e *Smittina cervicornis* (Fig. 5D) (frequenze percentuali rispettivamente di 3.4%, 0.3 %, 0.5% e 0.1%).

Sito: "La Croce"

Le analisi dei videotransetti hanno evidenziato un'elevata frequenza percentuale di gorgonie (Fig. 6). Dalla più accurata indagine fotografica è emersa una presenza percentuale di alghe coralline, in particolare *Lithophyllum* sp. (12.4%), molto più elevata rispetto a quella del sito Canyon. Altre specie algali come Amphiroa sp. sono state individuate con percentuale di circa 4%. Tra i poriferi, è emersa la presenza cospicua di spugne incrostanti (*Phorbas tenacior* 7.3%) (Fig. 7B) e perforanti (*Cliona viridis* 3.8%), mentre la presenza di spugne massive non sembra essere così rilevante. Come nel sito Canyon, anche nella Croce è possibile osservare la frequenza percentuale di poriferi arborescenti del genere Axinella (1.2%). Oltre alle gorgonie, anche in questo sito rappresentate principalmente dalla rossa *Paramuricea clavata*, la Croce sembra essere caratterizzata da un'elevata frequenza di briozoi eretti, in particolare *Smittina cervicornis* (7.8%) che forma colonie arborescenti color arancio, che possono superare i 10 cm d'altezza. Osservando da vicino una colonia è spesso possibile notare un diafano strato mucoso che ricopre l'intero animale: si tratta di una spugna incrostante (Halisarca cf dujardini) che vive solitamente su substrati biologici (es.: alghe). La spugna non serve né a mimetizzare il briozoo né a proteggerlo da altri epibionti (come invece accade spesso nelle associazioni spugne-molluschi), ma crea un flusso d'acqua utile sia all'alimentazione del briozoo, che tratterrà tutte le particelle troppo grandi per i pori inalanti della spugna, sia all'eliminazione dell'acqua già filtrata da entrambi. Infine è stata osservata la presenza dell'ascidia solitaria Halocynthia papillosa (1%) (Fig. 7E) tunicato dal colore rosso più o meno intenso in base all'esposizione dell'animale alla luce, comune fino a 100 m di profondità.

In entrambi i margini sono state ritrovate numerose lenze e reti da pesca (frequenza percentuale dal 10 al 15%) indici di un'elevata attività antropica e di una bassa salvaguardia di questo sito (Fig. 7F).

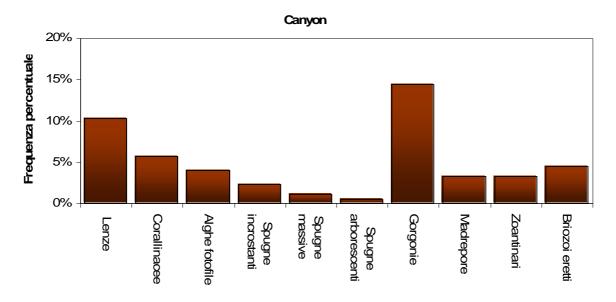


Fig. 5: Grafico delle frequenze percentuali delle categorie di organismi osservati nel sito "Canyon" tramite rilievi video.

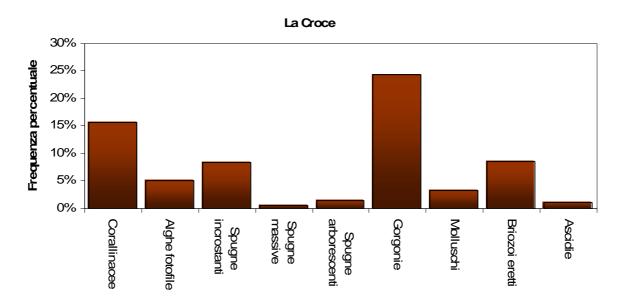


Fig. 6: Grafico delle frequenze percentuali delle categorie di organismi osservati nel sito "La Croce" tramite rilievi video.

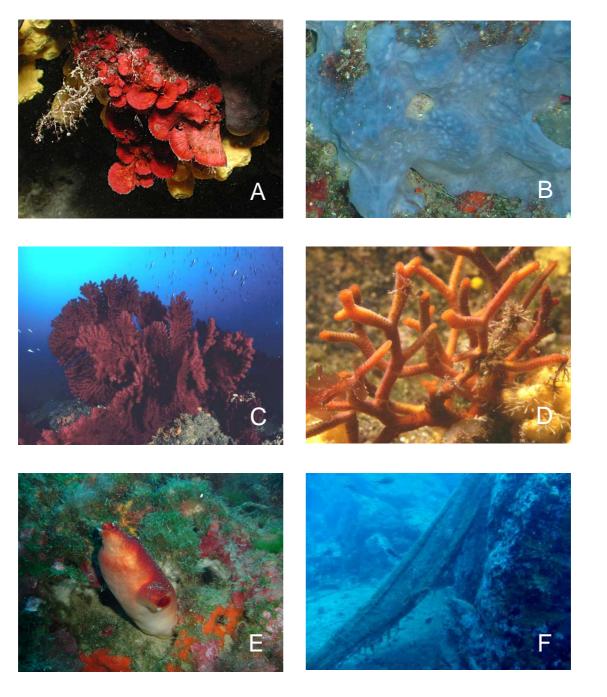


Fig. 7: Principali specie presenti lungo il margine est della secca: A: *Peyssonnelia s*p.; B: *Phorbas tenacior*, C: *Paramuricea clavata*; D: *Smittina cervicornis*; E: *Halocynthia papillosa*; F: Rete abbandonata.

Plateau

Sito: "Cappello"

Dalle analisi dei videotransetti, *Posidonia oceanica* e spugne incrostanti mostrano le frequenze percentuali maggiori (Fig. 8). In particolare le analisi fotografiche evidenziano la presenza di aree sparse occupate da *Posidonia oceanica* (15%) (Fig. 10A). La presenza di questa fanerogama modifica il piano strutturale tridimensionale dell'area che, a differenza dei siti ad est ed ovest della secca, mostra una ridotta percentuale di briozoi incrostanti (1.75%) e l'assenza di Gorgonie e altri organismi biocostruttori come le madrepore. Inoltre, sempre in questo sito, è stata osservata un'elevata frequenza percentuale di fondale detritico/sabbioso (60% circa), natura che aumenta l'efficacia dell'ancoraggio dei rizomi di posidonia. In questo sito è stata inoltre riscontrata un'elevata frequenza percentuale di feltro algale (18%) e delle alghe frondose (8%), spesso in associazione con posidonia, così come sono presenti, spesso sul tallo della fanerogama, le spugne incrostanti (circa 14%). Purtroppo anche in questo sito è stata osservata una forte presenza di attività antropica, evidenziata dal ritrovamento di numerose lenze e palamiti (circa il 9%), attività identificata come una delle maggiori cause del diffuso fenomeno di regressione delle praterie (Fig. 10F).

Sito: "Croce Cappello"

Dalle analisi dei videotransetti si osserva che *Posidonia oceanica* mostra la frequenza percentuale più alta, anche in confronto con il sito "Cappello" (Fig. 9). Le fotografie confermano tale dato, mostrando una prateria di *Posidonia oceanica* (49%) che si estende lungo un fondale sabbioso e che si fa sempre più densa proseguendo verso riva, in direzione nord. Sugli affioramenti rocciosi (Fig. 10E) che interrompono il denso tappeto di Posidonia, troviamo generalmente Corallinacee (13%), in particolare *Litophyllum* sp. (30%) mentre spugne rosse incrostanti (18%) (Fig. 10D) e briozoi incrostanti (4%) sono presenti alla base dei rizomi e sulle foglie di posidonia. In questo sito troviamo anche una bassa percentuale e con frequenza stagionale gli idroidi (4%) (Fig. 10B), mentre sono completamente assenti briozoi eretti e gorgonacei, principalmente per via della forte intensità luminosa. Nell'area indagata (circa 200m²) sono state osservate dieci *Pinna nobilis* (Fig. 10C), un numero considerevole se si considera che la specie è considerata rara e di conseguenza inserita tra le specie protette nell'Annesso II della Convenzione di Barcellona.

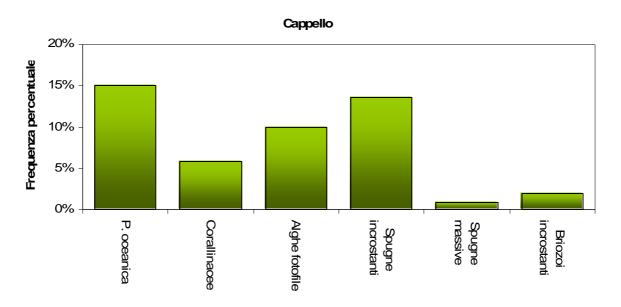


Fig. 8: Grafico delle frequenze percentuali delle categorie di organismi osservati nel sito "Cappello" tramite rilievi video.

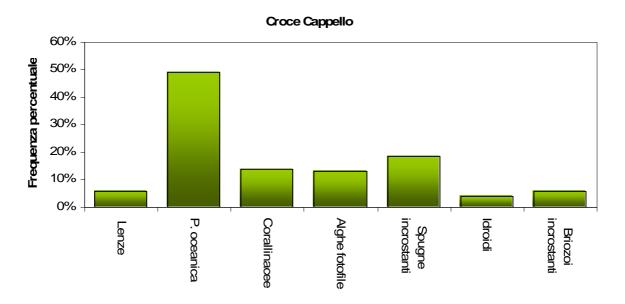


Fig. 9: Grafico delle frequenze percentuali delle categorie di organismi osservati nel sito "Croce Cappello" tramite rilievi video.

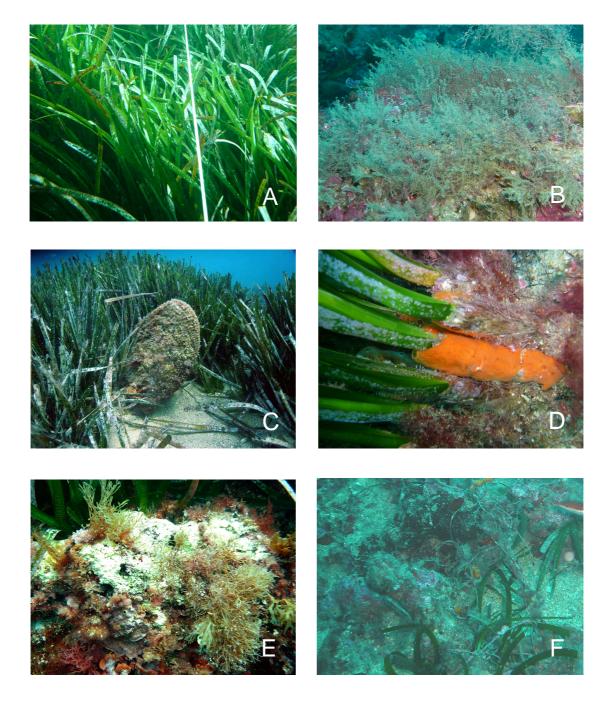


Fig. 10: Principali specie presenti lungo il plateau della secca: A: *Posidonia oceanica*; B: *Serturalella* sp.; C: *Pinna nobilis*; D: *Spirastrella cunctatrix*; E: Affioramento roccioso; F: Lenze abbandonate.

Margine ovest

Sito: "I Luna"

L'analisi fotografica di questo sito ha evidenziato una frequenza percentuale del 20.5% delle corallinacee del genere Lithophyllum sp. e del 7.29% (Fig. 13A) delle alghe rosse del genere Peyssonnelia sp. (5%), anch'esse coinvolte nei processi di biocostruzione. Data la natura maggiormente sedimentaria della zona, il phylum dei poriferi è sicuramente quello più rappresentato. La maggiore frequenza percentuale si riscontra nel genere Phorbas tenacior (25.6%), specie incrostante dalla consistenza carnosa e molle e dalla superficie liscia ricoperta da numerosi osculi. Prevalentemente sciafila, questa specie predilige gli ambienti poco illuminati come grotte o volte di anfratti che la preservano dai rischi di una forte sedimentazione. Poco rappresentate invece sono le specie del genere Axinella che richiedono acque limpide e forti correnti. Non sono state osservate colonie di gorgonacei e gran parte degli organismi a portamento eretto ad eccezione di briozoi eretti che popolano le numerose cavità delle rocce come Sertella sp. (circa il 2%) (Fig. 13C). I briozoi incrostanti sono stati osservati con una frequenza percentuale del 1.28%. Purtroppo anche in questo sito sono state ritrovate lenze, palamiti (circa il 19%) e tramagli (Fig. 13F), dato confermato anche dalle analisi dei videotransetti (Fig. 11).

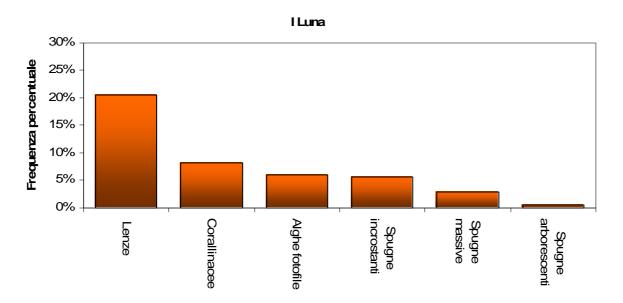


Fig. 11: Grafico delle frequenze percentuali delle categorie di organismi osservati nel sito "I Luna" osservati tramite rilievi video.

Margine sud

Sito: "La coda"

Il sito è così chiamato per la presenza del relitto di una coda d'aereo, quanto rimane di un Cant-Z506B o 1007bis abbattuto durante la seconda guerra mondiale (un'elica del quale fa parte di un monumento ai caduti che si trova a S. Stefano al Mare).

Dalle analisi dei videotransetti è emerso che le alghe coralline hanno la frequenza percentuale maggiore, seguite dalle spugne e dalle alghe fotofile (Fig. 12).

Come per "I Luna", anche per la Coda le dettagliate indagini fotografiche hanno evidenziato la presenza di un'elevata frequenza percentuale del feltro algale (circa 15%) ma anche di alghe coralline come il *Lithophyllum* sp. (15.50%) e dell'alga bruna *Peyssonnelia* sp (8.23%).

Anche in questo sito, come nell'altro del margine orientale, l'elevata copertura sedimentaria ha influenzato la presenza di organismi filtratori, come i poriferi. In particolare sottolineiamo la presenza della spugna massiva azzurra *Oscarella lobularis* (5.2%) (Fig. 13B), dall'aspetto carnoso e dalla colorazione violacea, e *Agelas oroides* (2.63%) (Fig. 13E) dal massiccio aspetto consistente e variamente lobato. Così come nell'altro sito, anche nei Luna sono presenti clionaidi, *Phorbas tenacior* (4.5%) e briozoi incrostanti (*Schizoporella* sp., 3.33%) (Fig. 13D).

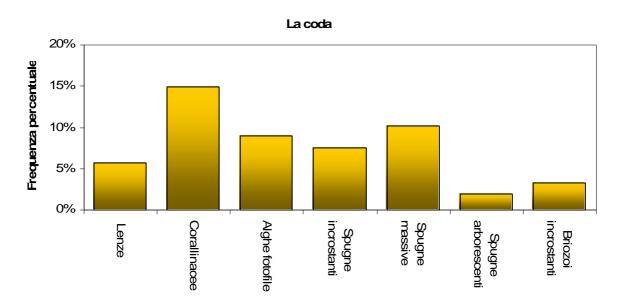


Fig. 12: Grafico delle frequenze percentuali delle categorie di organismi osservati nel sito "la Coda" tramite rilievi video.

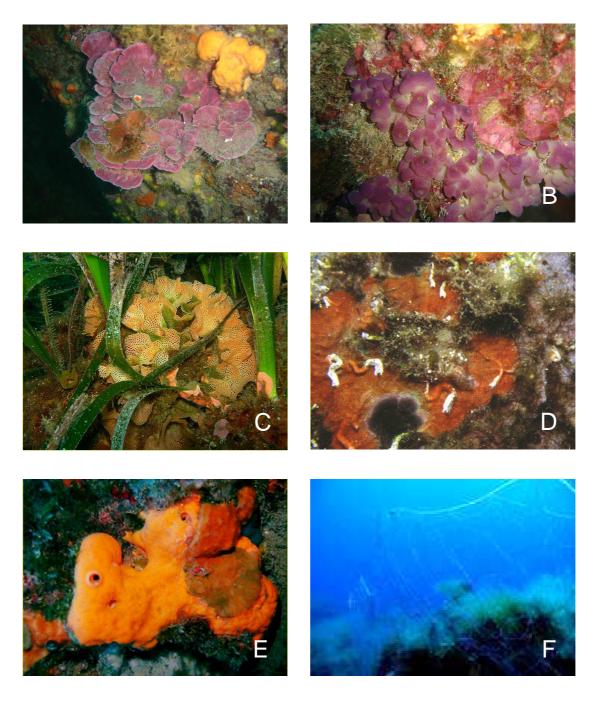


Fig. 13: Principali specie presenti lungo i margine ovest e sud della secca: A: *Lithophyllum* sp.; B: *Oscarella lobularis*; C: *Sertella sp.*; D: *Schizoporella* sp.; E: *Agelas oroides*; F: tramaglio