



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
**MUSEO DI
STORIA
NATURALE**

BioMarT

Biodiversità marina in Toscana



**STATO ECOLOGICO DEI SUBSTRATI ROCCIOSI COSTIERI NELLA ZONA DI
FRANGIA DELL'ARCIPELAGO TOSCANO E IMPORTANZA DI SITI DI
RIFERIMENTO ADEGUATI NELLE PROBLEMATICHE GESTIONALI**

(Report 2013 –integrazione - Report finale BioMarT 2011)



INDICE

1. Introduzione	2
2. Materiali e metodi	5
2.1 Area di studio	5
2.2 Rapporto di qualità ecologica (EQR)	7
2.3 Stato ecologico delle acque costiere toscane	8
3. Risultati e discussione	10
3.1 Risultati per località	10
3.1.1 I cistoseireti di Gorgona	10
3.1.2 I cistoseireti di Capraia	22
3.1.3 I cistoseireti di Pianosa	25
3.1.4 I cistoseireti di Montecristo	28
3.1.5 I cistoseireti di Giannutri	40
3.2 Risultati generali	43
3.2.1 Presenza di specie aliene	49
3.3. Importanza del ripascimento e ripopolamento costiero	53
3.3.1 Descrizione del manufatto	54
3.3.2 Costruzione del basamento	54
3.3.3 Costruzione delle piramidi	56
3.3.4 Posa a mare delle piramidi	58
3.3.5 Ipotesi di posa delle piramidi	60
3.4 Proposta gestionale	62
4. Bibliografia (aggiornamento)	65



1. Introduzione

In Mediterraneo, a livello del piano mesolitorale inferiore e nella frangia infralitorale, sono presenti specie perennanti appartenenti al genere *Cystoseira* e corallinacee incrostanti, come *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie, che possono strutturare popolamenti omogenei in grado di ospitare una ricca e diversificata componente animale e vegetale.

Lo studio, ancora in itinere, è volto ad una mappatura a scala adeguata di queste comunità bentoniche di substrato roccioso, ambedue estremamente sensibili ad un ampio spettro di stress ambientali che possono innescare fenomeni regressivi dovuti in particolare ad un eccessivo impatto antropico sia diretto sia indiretto.

Le specie strutturanti tali comunità, di rilevante interesse naturalistico, rispondono ai cambiamenti delle condizioni ambientali in tempi relativamente brevi e quindi sono considerati ottimi bioindicatori il cui mantenimento e conservazione si colloca perfettamente nella valutazione della qualità ecologica delle acque delle zone costiere richiesta dalla direttiva 60/2000 (direttiva quadro sulle acque).

Tale direttiva, svolge un importante ruolo nella gestione delle zone costiere al fine di raggiungere e mantenere un buono stato ecologico dei corpi idrici, la WFD (Water Framework Directive) fornisce infatti linee guida generali su come valutare lo stato di salute delle acque mediante un approccio ecologico innovativo. Queste linee guida sono state ampiamente discusse dal punto di vista gestionale e metodologico in numerosi studi e sono state applicate in diversi Stati europei.

Con il recepimento della direttiva da parte dei Paesi Membri sono stati creati diversi indici riferiti a vari elementi biologici di fondali di substrato molle (Borja *et al.*, 2003; Rosenberg *et al.*, 2004; Simboura *et al.*, 2005; Labrune *et al.*, 2006), ma sono ancora pochi gli studi che hanno preso in esame indici adatti ai fondali rocciosi. Attualmente due sono gli indici applicati ai substrati rocciosi mediterranei: il CARLIT (cartografia del litorale e sublitorale superiore roccioso) e l'indice EEI (Indice di valutazione ecologica).

L'indice CARLIT, applicato a livello nazionale per le comunità bentoniche infralitorali, si basa sull'abbondanza e il grado di sensibilità delle macroalghe costiere ed è ufficialmente riconosciuto come uno strumento di monitoraggio istituzionale in Catalogna dal 1999 (Ballesteros *et al.*, 2007). L'indice EEI invece è utilizzato in programmi di monitoraggio greci, e colloca le macroalghe più comuni in due Gruppi di Stato Ecologico (ESG I e II) sulla base delle loro caratteristiche morfo-funzionali e delle



strategie di crescita (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003; Panayotidis *et al.*, 2004). La percentuale relativa di ESG I (la specie insediatesi per ultime) e ESG II (le specie opportuniste), permette di distinguere la qualità delle acque in cinque classi, come richiesto dalla direttiva comunitaria. La stessa direttiva stabilisce che la qualità ecologica di un territorio debba essere rapportata a determinate condizioni di riferimento preferibilmente relative ad un sito “non contaminato” o a scarso impatto antropico. In alternativa là dove i siti incontaminati non siano presenti, ci si può avvalere di dati storici di riferimento (Bluemel *et al.*, 2002; Clarke *et al.*, 2003; Andersen *et al.*, 2004; Domin *et al.*, 2004; Schernewski e Neumann, 2005).

Sia in CARLIT sia in EEI, un elevato stato ecologico è attribuito alle comunità vegetali strutturate a *Cystoseira*, mentre un cattivo stato ecologico è legato al dominio di alghe morfologicamente meno complesse e ad un'ampissima valenza ecologica (Orfanidis *et al.*, 2001; Ballesteros *et al.*, 2007). Studi svolti nel Mar Mediterraneo orientale hanno dimostrato che, quando la fascia a *Cystoseira* diminuisce, la zona si ripopola con alghe opportuniste oppure diventano dominanti i banchi di cozze (Rodri'guez-Prieto e Polo, 1996; Soltan *et al.*, 2001; Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001; Bulleri *et al.*, 2002; Thibaut *et al.*, 2005). Se analizziamo i due indici sopraindicati, il CARLIT sembra rispondere in maniera più puntuale alle variazioni della qualità delle acque. Nell'utilizzo dell'indice EEI, infatti, le cozze non vengono prese in considerazione e *Corallina elongata*, che è una specie molto comune e ad ampia valenza ecologica, cioè riscontrabile anche in situazioni di degrado, viene inclusa nello Stato Ecologico del gruppo ESG I, insieme alle ben più sensibili specie del genere *Cystoseira*.

E' stato poi dimostrato da Are'valo *et al.* (2007) che l'indice EEI tende a sovrastimare la qualità ecologica in ambienti mediamente inquinati, Test di affidabilità analoghi sono stati applicati anche all'indice CARLIT, sia in situazioni di moderato inquinamento, sia in situazioni urbane (es. Mangialajo *et al.*, 2007) facendo comparazioni con l'uso di altri indici. Vollenweider *et al.* (1998) e Mangialajo *et al.* (2007), hanno dimostrato che questo indice è robusto ed in grado di caratterizzare efficacemente lo stato trofico delle acque marine. Il CARLIT è stato utilizzato con successo in diversi ambienti, come il Mare Adriatico, il Mar Tirreno (Vollenweider *et al.*, 1998; Giovanardi e Vollenweider, 2004; Artioli *et al.*, 2005; Bendoricchio e De Boni, 2005), il Mar Nero (Moncheva *et al.*, 2002; Parkhomenko *et al.*, 2003) e il Mar Baltico (Vascetta *et al.*, 2004). In Italia è stato adottato nel programma di monitoraggio istituzionale (Giovanardi e Vollenweider, 2004), per misurare la pressione urbana sugli ambienti costieri. Queste



sono le ragioni che ci hanno indotto ad utilizzare la mappatura della *Cystoseira* per valutare lo stato di salute delle acque costiere superficiali dell'intero Arcipelago Toscano.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con dati ecologici provenienti dalle precedenti campagne di studio di BIOMART e dal programma di monitoraggio regionale (<http://www.arpat.it>).



2. Materiali e metodi

2.1. Area di studio

Lo studio e la mappatura delle comunità bentoniche di substrato duro della zona di frangia, cominciato con Biomart 2010 è proseguito anche nell'anno 2012, sono state quindi mappate 5 delle 7 dell'Arcipelago Toscano: Gorgona, Capraia, Pianosa, Montecristo e Giannutri; a causa di condizioni meteo avverse l'isola del Giglio non è stata campionata nella sua totalità e quindi di seguito non ne verranno riportati i dati relativi.

Per ciascuna delle altre 5 isole campionate è stata realizzata una mappa digitalizzata dell'intero perimetro costiero mediante punti GPS presi ad intervalli di 50-300 metri, annotando in parallelo la presenza e l'abbondanza delle 2 diverse fitocenosi. I dati e le annotazioni così raccolte sono state utilizzate per l'interpolazione GIS che ha consentito la visualizzazione grafica della distribuzione ed abbondanza di *Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory var. *stricta* Montagne, di *C. compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin e di *Lithophyllum byssoides*. Per la distribuzione di quest'ultimo, non essendo presente a Montecristo nella sua forma strutturata, rimandiamo ai dati della precedente relazione.

Per ciascuna isola i punti GPS sono stati presi ogni volta che la fisionomia del paesaggio vegetale subiva variazioni nella struttura dei cistoseireti o dove questi, per le diverse condizioni edafiche, lasciavano spazio alle bioconcrezioni di *L. byssoides* o ad altre fitocenosi. In presenza di *Cystoseira* spp. ad ogni punto veniva attribuito un punteggio da 0 a 5 in base ad una scala prefissata (Ballesteros *et al.*, 2007). I punti sono stati presi con l'ausilio di un piccolo gommone che ha consentito di avvicinarsi molto alla costa e di poter distinguere la presenza, e l'abbondanza di entrambe le specie, in caso di dubbi siamo giunti fino a costa per avere certezza delle specie presenti.

Lungo il perimetro costiero, nei punti di maggior abbondanza, sono stati effettuati campionamenti in 5-6 stazioni per isola utilizzando due diverse tecniche di campionamento:

- prelievo diretto su una superficie nota di cm 12x22, ripetuto in 10 punti distanti fra loro 50 cm
- campionamento visivo su una superficie maggiore, valutando la densità percentuale dei talli presenti all'interno di un quadrato di cm 50x50, ogni 2,5 m per un totale di 15 diversi conteggi. Nel campionamento visivo sono stati raccolti

anche dati relativi all'inclinazione della costa, l'estensione verticale della fascia e la lunghezza delle fronde.

Nei siti di campionamento su *cystoseireto* o in zone limitrofe, là dove si presentavano le condizioni di profondità e substrato idoneo sono stati eseguiti anche campionamenti a 10 e 30 m, ampliando e replicando i punti campionati già nel 2005-2006 nelle diverse isole, e rendendo quindi disponibili nuove repliche temporali confrontabili.

Nella tabella 1 sono riportate le superfici e lo sviluppo costiero delle isole dell'Arcipelago Toscano.

Nome	Superficie [km ²]	Sviluppo costiero [km]
Gorgona	2,2	5,5
Capraia	19,3	27
Elba	223,5	147
Pianosa	10,2	26
Montecristo	16,4	16
Giglio	21,2	28
Giannutri	2,6	11

Tab. 1. Estensione costiera dell'Arcipelago Toscano espressa in km (<http://www.regionetoscana.it>).

I dati, uniformati e trasformati in modo da poter mettere a confronto i vari siti, sono stati elaborati con il programma PRIMER 6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) utilizzando l'nMDS (non-metric Multi-Dimensional Scaling) come analisi esplorativa capace di visualizzare i pattern di somiglianza tra i vari popolamenti bentonici nei diversi siti. L'analisi nMDS permette infatti di produrre ordinazioni (mappe) bidimensionali delle similarità tra campioni a carattere multivariato. Matrici di somiglianza sono state ottenute utilizzando il coefficiente di Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 1994).

Per la realizzazione delle cartine di distribuzione delle diverse specie nelle isole è stato utilizzato il programma ArcGis9, a gradazione di colori lungo il perimetro di costa, evidenzia la presenza e abbondanza delle specie oggetto della ricerca, e riassume la distribuzione della specie nelle diverse isole. I valori utilizzati per visualizzare l'abbondanza di *Cystoseira* spp. seguono una scala crescente da 1 a 5 di colori da verde a rosso.

2.2. Rapporto qualità ecologica (EQR)

La metodologia CARLIT consiste di un'analisi di tutta la costa rocciosa tramite il censimento delle comunità algali che dominano in una determinata isola, o tratto di costa. Ad ogni fitocenosi è assegnato un corrispondente valore ecologico SL (Livello di sensibilità), in base al quale viene calcolato il rapporto di qualità ecologica (EQR) definito come il rapporto delle medie ponderate dei livelli di SLS in relazione alla lunghezza della costa occupata da ogni comunità e i corrispondenti valori calcolati su siti di riferimento, privi di impatto antropico.

Per il Mar Mediterraneo nord-occidentale fino ad oggi si consideravano come siti di riferimento la costa catalana, le Aree Marine Protette della Corsica e le Isole Baleari, attribuendo valori di riferimento relativi a sei diverse categorie geomorfologiche della costa rocciosa (Ballesteros *et al.*, 2007). In questo studio sono stati utilizzati come riferimento i valori della Corsica e delle Baleari (vedi tab. 2). In seguito verranno stabiliti dati di riferimento specifici per il mare Toscano, questa fase dello studio è ancora in via di elaborazione e sarà oggetto di una prossima pubblicazione.

Situazioni geomorf. rilevanti	Morfologia della costa	N/A	EQVrif.
1	blocchi di decimetri	Artificiali	12,1
2	coste basse	Artificiali	11,9
3	coste alte	Artificiali	8,0
4	blocchi di decimetri	Naturali	12,2
5	coste basse	Naturali	16,6
6	coste alte	Naturali	15,3

Tab. 2. Valori di qualità ecologica (EQ) calcolati per le 6 situazioni geomorfologiche rilevanti nelle condizioni di riferimento (Ballesteros *et al.*, 2007).

Avendo campionato l'intero perimetro costiero delle isole, per applicare l'analisi statistica si è proceduto sottraendo dall'intero sviluppo costiero tutti i tratti le cui caratteristiche geomorfologiche erano incompatibili con la presenza dei cistoseireti di frangia. Si è sottratto quindi lo sviluppo costiero di substrato molle (spiagge), le zone di franata, le pareti a tetto e le zone in cui le condizioni di luce sono sfavorevoli, dove la costa forma anfratti e grotte che limitano la presenza di specie fotofile. Per contro, in queste zone, là dove le condizioni edafiche risultano favorevoli, è stata riscontrata la presenza di *L. byssoïdes* che, come esplicitato nell'introduzione ed evidenziato nella



precedente relazione, subentra a *Cystoseira* spp. garantendo le stesse caratteristiche di buona qualità delle acque.

I dati sono stati raccolti nella primavera del 2010 e nella primavera del 2012. Tra le isole oggetto dello studio, Gorgona è stata mappata entrambi gli anni, Montecristo solo nel 2012, mentre le altre isole solo nel 2010. Lo studio è poi proseguito nel 2013 e vengono riportati i soli dati. L'elenco delle località e le specie campionate sono state inserite nel database BIOMART - RENATO dove per ciascun sito sono riportate tutte le specie presenti, divise per biocenosi di appartenenza, sia nella zona di frangia sia a quote batimetriche più profonde (10 e 30 m) a integrazione dei dati raccolti durante il progetto BIOMART 2004-2006.

2.3. Stato ecologico delle acque costiere toscane

Per cercare di inquadrare i dati relativi ai cistoseireti dell'Arcipelago Toscano, in un contesto ambientale più ampio, sono state considerate tutte le informazioni pregresse disponibili sulla qualità delle acque marino-costiere toscane, proveniente sia dal precedente progetto BIOMART, che dal piano di monitoraggio regionale dell'ARPAT. I diversi set di dati non sono facilmente confrontabili tra di loro perché si riferiscono a campagne di monitoraggio differenti, svolte ciascuna secondo la propria frequenza, in periodi temporali diversi. Tuttavia questi sono in grado di fornire una panoramica generale sullo stato ecologico delle acque regionali nel corso degli ultimi anni, dalla quale si nota come le diverse aree costiere sia insulari che continentali, raggiungano sempre livelli di qualità ecologica buoni od addirittura elevati. Sono stati considerati, in particolare, l'indice CARLIT, l'indice trofico TRIX, l'Indice di Biomassa Fitoplanctonico e l'EQS complessivo, ricavato dall'integrazione di tutti gli indici di stato ecologico (compresi l'indice M-AMBI per i macroinvertebrati bentonici e l'indice PREI per le praterie di *Posidonia oceanica*).

L'indice TRIX serve per valutare lo stato trofico delle acque marino-costiere come richiesto dal D.Lgs. 152/99, il suo valore numerico è dato dalla combinazione di quattro variabili (Ossigeno disciolto, Clorofilla "a", Fosforo totale e Azoto inorganico disciolto), che descrive le condizioni di trofia e il livello di produttività delle aree costiere (nutrienti e biomassa fitoplanctonica). I valori di TRIX sono suddivisi in 4 intervalli, ai quali corrispondono 4 diverse classi di qualità rispetto alle condizioni di trofia e, quindi, allo

stato ambientale marino. Tramite tale indice è possibile misurare i livelli trofici in termini rigorosamente quantitativi, nonché confrontare differenti sistemi marini costieri.

L'Indice di biomassa fitoplanctonica, che esprime l'abbondanza del fitoplancton in termini di concentrazione di clorofilla a, è un ulteriore indice che, insieme alle comunità bentoniche, viene da tempo utilizzato come indicatore di qualità ecologica dei corpi idrici. I dati riassuntivi di ciascun indice sono riportati in tabella 3.

STAZIONI	Fonte dati	EQS (CARLIT)	TRIX	Fitoplancton						EQS tot
				cell/l	diat. (%)	dinofl. (%)	coccol. (%)	altro	EQS (BF)	
Livorno	ARPAT	B	3.2	790000	87	11	1	0	E	E
Antignano	ARPAT		3	2400000	98	1	1	0	B	B
Calafuria	BIOMART			75000	1	19	3	77	E	
Rosignano	ARPAT		2.8	39000	76	5	11	7	E	E
Castagneto	ARPAT		2.7	65000	72	8	14	6	E	E
Cerboli	BIOMART			60000	5	31	42	22	M	
Salivoli	ARPAT	B	2.7	35000	71	5	14	11		B
Carbonifera	ARPAT		3.2	30000	31	16	13	40	E	
Foce Bruna	ARPAT		3.1	220000	88	4	6	2	E	E
Foce Ombrone	ARPAT		3.4	220000	85	3	4	7	E	B
Cala Forno	ARPAT		2.9	43000	65	10	20	6	E	E
Cala Forno	BIOMART			65000	38	18	12	32		
Porto S.Stefano	ARPAT	E	2.9	5600000	97	1	1	0		B
Foce Albegna	ARPAT		2.9	24000	44	25	26	6	E	E
Ansedonia	ARPAT		3.1	1400000	96	2	1	0	E	E
Elba nord	ARPAT	B	2.6	9000	28	17	31	23		B
Elba sud	ARPAT	B	2.5	25000	29	33	17	20		B
Capraia	ARPAT	E	2.3	43000	1	1	93	5	E	E
Capraia	BIOMART			1743	34	46	20	0	E	
Montecristo	ARPAT	E	2.8	43000	17	6	74	3	E	E
Gorgona	BIOMART			1860	61	37	2	0	E	
Pianosa	BIOMART			1922	36	50	14	0	E	
Giannutri	BIOMART			2969	51	23	26	0	E	

Tab. 3. Stato ecologico delle acque toscane: dati riassuntivi complessivamente riferiti all'arco temporale 2005-2012. Quando disponibili, per ciascuna stazione sono indicati la classificazione di stato ecologico in funzione dell'indice CARLIT (EQB macroalghe), i valori di TRIX, la classificazione di stato ecologico in funzione dell'indice di biomassa fitoplanctonica e i relativi dati di densità e composizione tassonomica del fitoplancton. Nella colonna all'estrema destra (EQS tot) è indicata la classificazione ecologica delle stazioni derivante dall'integrazione di tutti gli EQB ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque (macroalghe, macroinvertebrati bentonici, praterie di posidonia, biomassa fitoplanctonica).

Abbreviazioni: diat.=diatomee; dinofl.=dinoflagellati; coccol.=coccolitoforidi; BF=biomassa fitoplanctonica.

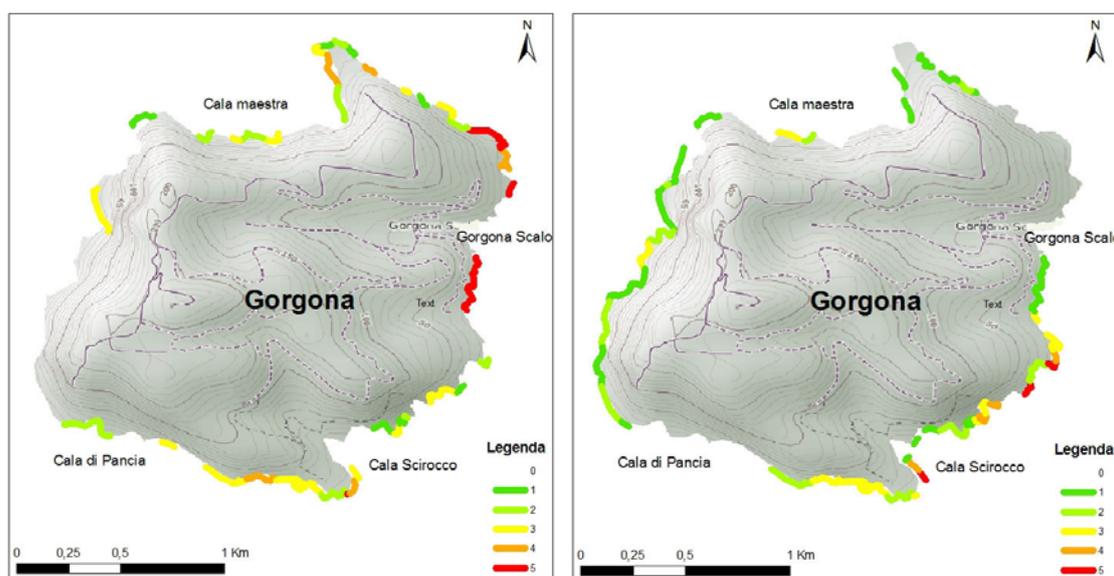
3. Risultati e discussione

3.1 Risultati per località

3.1.1 I cistoseireti di Gorgona

L'Isola di Gorgona è interamente montuosa (Punta Gorgona: 255 m s.l.m.), mostra un settore occidentale scosceso, quasi a picco, e una parte orientale invece più degradante con varie ondulazioni e uno sviluppo costiero di 5,5 km. La struttura geologica dell'isola di Gorgona è costituita da calcescisti con ofioliti separate da una zona di taglio milonitica immergente verso est. L'*Unità Metaofiolitica*: è rappresentata da metaserpentiniti basali (es. Serpentiniti di Cala Maestra) e l'*Unità Metasedimentaria*: è costituita dalle metareniti di Cala di Pancia (metaarenarie torbiditiche con sottili intercalazioni di letti filladici) e dai Calcescisti di Punta Gorgona con litofacies filladiche-metarenacee-metacalcaree o prevalentemente metacalcaree; questi ultimi includono alcuni corpi lenticolari metabasitici (prasinititi di Cala Martina). Sono inoltre da segnalare, nell'area occidentale dell'isola, alcuni corpi di frana.

Per il suo grande valore ambientale l'isola oltre che inserita nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano è anche un Sito di Interesse Comunitario, una Zona di Protezione Speciale dell'Unione Europea ed un Sito di Interesse Regionale; inoltre fa parte delle aree comprese nella Rete Natura 2000.



A

B

Fig. 1. Presenza e abbondanza di A) *Cystoseira amentacea*; B) *Cystoseira compressa*.

Gorgona è caratterizzata per lo più dalla presenza di cistoseireti misti dove al variare dei siti varia anche la percentuale delle due specie che spesso si trovano frammiste senza una stratificazione od un'evidente separazione. Le alte scogliere scoscese spesso non consentono condizioni favorevoli per la presenza di una fascia ben strutturata di *Cystoseira* spp. e invece presentano, sebbene non strutturati, lunghi tratti dove è presente *Lythophyllum bissoides* anche in associazione con le altre specie. La stessa conformazione dell'isola, quasi priva di ampie insenature (grotte), non favorisce però la formazione di bioconcrezioni ben sviluppate (trottoirs) come in altre isole (per l'argomento si rimanda alla precedente relazione).

Questa Isola è stata censita sia nel 2010 che nel 2012. Il criterio di campionamento utilizzato è stato lo stesso in entrambi gli anni, così come il personale tecnico, l'imbarcazione e il periodo. I dati raccolti però, nel secondo campionamento sono stati presi con maggiore precisione, cioè diminuendo l'intervallo intercorso tra un punto e l'altro, raddoppiando circa il numero dei dati. Questo ha comportato un maggior numero di punti mappati ed una maggiore precisione nell'attribuzione delle abbondanze con conseguente differenza nei risultati.

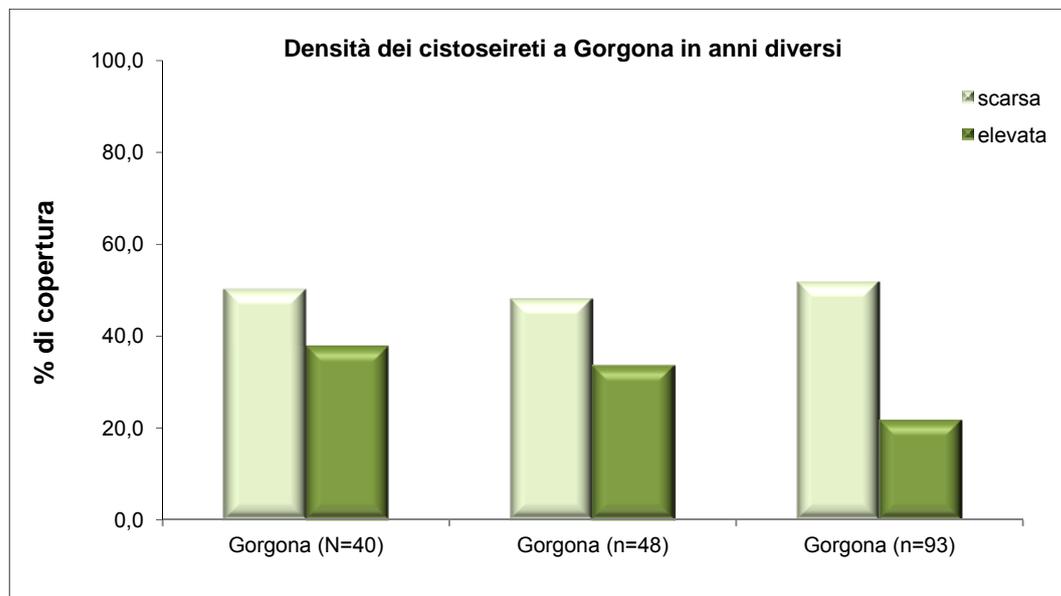


Fig. 2. Presenza (in percentuale) e abbondanza (scarsa o elevata) di *Cystoseira* spp. negli anni 2010 (numero di dati 40 e 48) e nel 2014 (n. di dati 93).

I risultati ottenuti, sia nelle abbondanze, sia nella distribuzione dei cistoseireti (figg. 1 e 2) non sono particolarmente diversi, sebbene nei due campionamenti i dati

raccolti presentino differenze. Questo ci ha portato a fare delle valutazioni importanti sul significato di un monitoraggio nel tempo svolto da istituzioni diverse, con operatori diversi, in condizioni diverse. E all'importanza di intersecare più indici, per il monitoraggio ambientale, in modo da ridurre al minimo le possibilità di sovra o sottostima della qualità dell'ambiente dovuta all'applicazione di procedure imposte per legge e portate avanti da istituti di ricerca diversi. Numerose sono le considerazioni da fare per evitare che una raccolta dati, seppur utilizzando le stesse procedure, porti poi ad un valore differente che nel tempo potrebbe essere interpretato sia come un miglioramento sia come peggioramento della qualità dell'ambiente non corrispondente alla reale condizione.

Analizzando la copertura percentuale dei 5 siti indagati, per le due specie nelle zone dove i cistoseireti risultano più abbondanti (vedi fig. 2) si nota che nei siti 15 e 34 rispettivamente si ha la sola presenza di una delle due specie, mentre i restanti siti sono

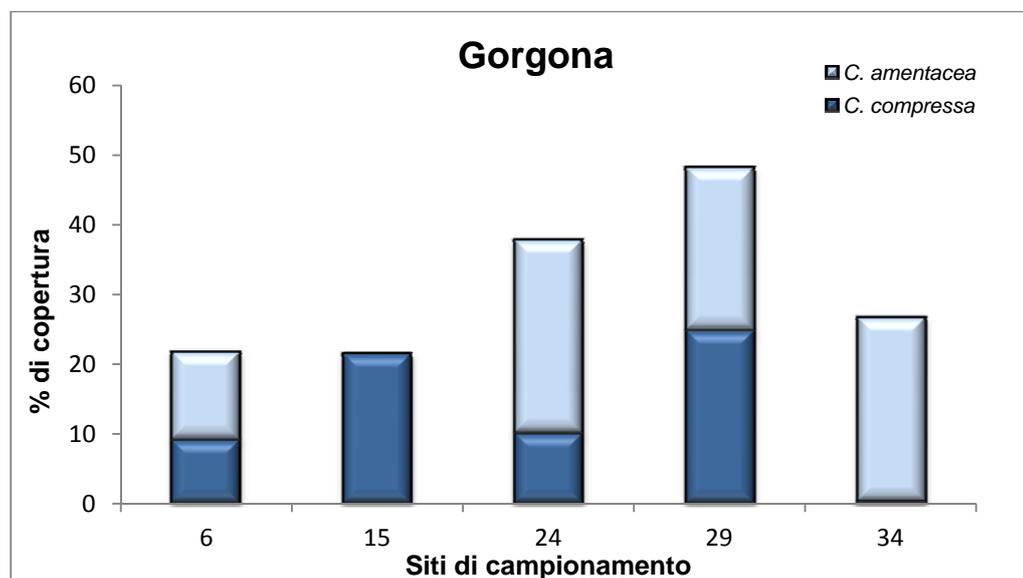


Fig. 4. Copertura in percentuale delle due specie di *Cystoseira* nei siti indagati.

costituiti da cistoseireti misti a prevalenza dell'una o dell'altra specie (vedi fig. 4). Le repliche temporali del 2012, sostanzialmente hanno riconfermato i dati raccolti in precedenza con prevalenza di cistoseireti misti anche se con prevalenza di *C. amentacea* var. *stricta*, fatto salvo la replica del sito 34 costituito esclusivamente da *C. compressa*. Se osserviamo l'inclinazione del substrato e quindi l'importanza di

quest'ultimo come fattore limitante la presenza della specie vediamo che, sebbene le specie siano presenti su substrati quasi orizzontali e su superfici rocciose quasi verticali (circa 90 gradi), queste risultano mediamente più abbondanti ad inclinazioni di poco superiori ai 50° e l'estensione della fascia a *Cystoseira*, in profondità, è sempre inferiore al metro di larghezza.

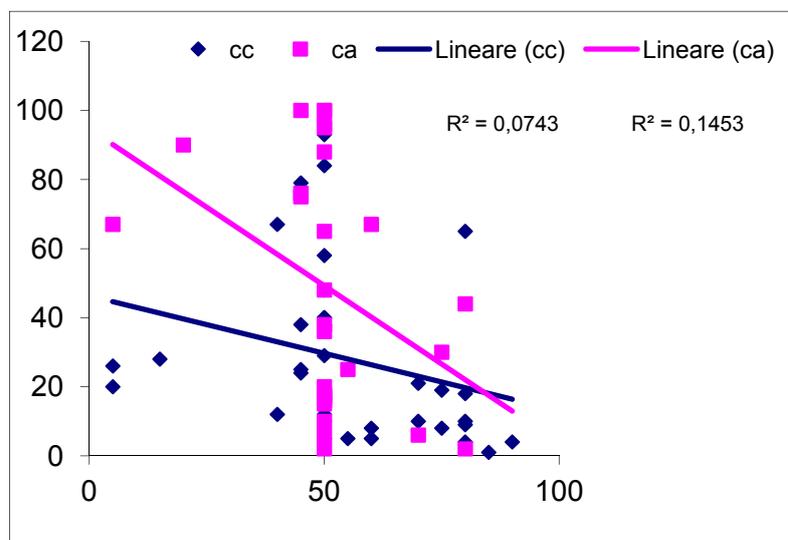


Fig. 5. Presenza e abbondanza % (ordinate) delle due specie di *Cystoseira* in funzione dell'inclinazione del substrato (ascisse).

La figura 5 mostra come varia l'abbondanza delle due specie al variare dell'inclinazione del substrato. La pendenza non sembra influenzare la distribuzione di *C. compressa* mentre *C. amentacea* diminuisce all'aumentare dell'inclinazione ($r < 0,05$). Questa tendenza si presenta in tutte le isole oggetto di studio.

Elenco sistematico

I campionamenti replicati nel 2012 per l'isola di Gorgona, riportati nell'elenco seguente, hanno prodotto informazioni simili a quelle raccolte nel 2010.

Specie	Siti di raccolta				
	1=6	2=15	3=24	4=29	5=34
Rhodophyta					
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	X		X		X
<i>Aglaothamnion scopulorum</i>					X
<i>Amphiroa cryptarthrodia</i>			X		



<i>Amphiroa rigida</i>	X	X	X		
<i>Antithamnion cruciatum</i>		X	X	X	X
<i>Boergeseniella fruticulosa</i>				X	
<i>Caulacanthus ustulatus</i>			X	X	
<i>Callithamnion corymbosum</i>			X	X	X
<i>Ceramium ciliatum</i>		X	X		
<i>Ceramium circinatum</i>		X			
<i>Ceramium diaphanum</i>		X	X	X	X
<i>Ceramium virgatum</i>			X	X	X
<i>Chondria polyrhiza</i>				X	
<i>Contarinia peyssonneliaeformis</i>				X	
<i>Corallina elongata</i>	X	X	X	X	X
<i>Corallophila cinnabarina</i>	X		X		
<i>Crouania attenuata</i>			X	X	X
<i>Dasya corymbifera</i>	X	X	X	X	X
<i>Dasya rigidula</i>	X	X	X		X
<i>Erythrocytis montagnei</i>	X	X	X		
<i>Feldmannophycus rayssiae</i>				X	X
<i>Gayliella mazoyerae</i>		X	X		X
<i>Gelidiella lubrica</i>			X		
<i>Haliptilon virgatum</i>	X	X	X		X
<i>Herposiphonia secunda</i>	X	X	X	X	X
<i>Herposiphonia tenella</i>		X			
<i>Heterosiphonia crispella</i>	X				X
<i>Hydrolithon farinosum</i>				X	X
<i>Hypnea musciformis</i>			X		
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	X	X		X	X
<i>Jania adhaerens</i>	X	X	X	X	X
<i>Jania rubens</i>			X		X
<i>Laurencia cfr. crustiformans</i>	X		X		X
<i>Laurencia intricata</i>	X	X	X	X	X
<i>Lithophyllum corallinae</i>			X	X	X
<i>Lithophyllum cystoseirae</i>				X	X
<i>Lithophyllum incrustans</i>		X			X
<i>Lithophyllum pustulatum</i>	X		X	X	X
<i>Monosporus pedicellatus</i> var. <i>tenuis</i>		X	X		X
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>	X	X	X	X	X
<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>	X	X	X		
<i>Osmundea truncata</i>	X	X		X	X
<i>Parviphyicus antipae</i>					X
<i>Parviphyicus pannosus</i>					X
<i>Peyssonnelia armonica</i>			X		X
<i>Peyssonnelia dubyi</i>				X	X
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>			X	X	X
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	X	X			
<i>Polysiphonia derbesii</i>	X	X			
<i>Rhodophyllis divaricata</i>	X	X	X	X	X
<i>Rhodymenia ardissoni</i>	X		X	X	
<i>Spermothamnion repens</i>					X
<i>Wrangelia penicillata</i>		X			

Ochrophyta

<i>Acinetospora crinita</i>	X				
<i>Cladosiphon irregularis</i>		X	X		
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i>				X	X
<i>Cystoseira compressa</i>				X	X
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	X	X	X	X	X



<i>Dictyota dichotoma</i>	X				X
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i>		X			X
<i>Dictyota fasciola</i>		X		X	X
<i>Dictyota linearis</i>	X	X	X		
<i>Dictyota spiralis</i>			X		
<i>Feldmannia irregularis</i>		X			
<i>Halopteris filicina</i>		X			X
<i>Nemacystus flexuosus</i> var. <i>giraudyi</i>	X	X	X		
<i>Padina pavonica</i>	X	X	X	X	X
<i>Ralfsia verrucosa</i>				X	X
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	X	X	X	X	X
<i>Stypocaulon scoparium</i>	X		X		

Chlorophyta

<i>Acetabularia acetabulum</i>			X		X
<i>Anadyomene stellata</i>		X		X	X
<i>Cladophora prolifera</i>			X		
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	X	X	X		X
<i>Valonia utricularis</i>	X	X	X	X	X

Anellidi

Policheti erranti spp.	X		X	X	
------------------------	---	--	---	---	--

Molluschi

<i>Chama gryphoides</i>	X				
<i>Modiolus</i> cf. <i>barbatus</i>	X		X		
<i>Modiolus</i> sp.					X
<i>Musculus costulatus</i>		X			
<i>Mytilus edulis</i>				X	X
<i>Patella rustica</i>					X
<i>Stramonita haemastoma</i>			X		
<i>Striarca lactea</i>		X			

Briozoi

<i>Aetea longicollis</i>	X				
<i>Celleporina hassallii</i>				X	X
<i>Collarina balzaci</i>					X
<i>Crisia</i> sp.	X	X			
<i>Haplopoma bimucronatum</i>	X		X		
<i>Schizomavella rudis</i>	X				

La composizione specifica del sottostrato dei cistoseireti, sia di Gorgona che anche di Montecristo risulta quanto mai omogenea. Tra le Ulvophyceae, presenti con un numero limitato di specie, sono nettamente predominanti *Valonia utricularis* e *Pseudochlorodesmis furcellata*, accompagnate da sporadici talli di *Acetabularia acetabulum* e *Anadyomene stellata*. Anche le Phaeophyceae non mostrano una particolare ricchezza floristica; l'unica specie incrostante è *Ralfsia verrucosa* mentre tra le poche forme erette sono presenti taxa ubiquitari appartenenti ai due ordini delle



Dictyotales e delle Sphacelariales. Sicuramente più diversificata è la componente relativa alle Rhodophyta presente sia con talli incrostanti che con talli eretti, questi ultimi appartenenti per lo più a specie che non raggiungono mai dimensioni cospicue. Dello strato incrostante fanno parte sia corallinacee crostose come *Neogoniolithon brassica-florida* che taxa appartenenti al genere *Peyssonnelia*, in particolare *P. dubyi* e *P. rosamarina* che spesso risultano frammiste a *Rhodymenia ardissoni*, una specie con tallo carnoso le cui proliferazioni marginali mostrano un portamento prevalentemente prostrato. Tra le forme erette la specie predominante è sicuramente *Laurencia intricata* che spesso compare con piccoli talli anche come epifita sulle proliferazioni apteroidi di *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Altre due specie appartenenti al “*Laurencia complex*” figurano nei reperti identificati nel sottostrato: *Osmundea truncata*, largamente distribuita nelle isole dell’arcipelago e lungo le coste continentali toscane, e *Laurencia* cfr. *crustiformans* una specie alloctona già segnalata a Capraia, Giannutri e Gorgona nelle precedenti indagini del Giugno-Luglio 2010, come è anche il caso di *Chondria polyrhiza* anch’essa introdotta e ritrovata nel sottostrato dei cistoseireti di Gorgona. Per cui è evidente che queste due specie, già commentate ed illustrate nella precedente relazione, sono ormai naturalizzate e distribuite nella maggior parte delle isole dell’arcipelago.

La maggior parte dei taxa identificati a livello della frangia nei siti di Gorgona non colonizzati da *Cystoseira amentacea* var. *stricta* o da *C. compressa* si ritrovano ovviamente nei due elenchi delle epifite e delle specie presenti nel sottostrato dei cistoseireti presi in esame nelle due isole. Dal punto di vista floristico non emergono elementi di particolare interesse con la sola eccezione di *Polysiphonia derbesii* una specie non riportata nella checklist delle alghe toscane di Rindi *et al.* (2002) la cui presenza a Gorgona era stata già segnalata nella precedente relazione risultando un nuovo reperto per le coste insulari e continentali toscane.

Durante le campagne 2013 sono stati raccolti anche campioni a 10 e 30 m replicando e ampliando le informazioni presenti in Biomart 2004-2007. I dati ottenuti sono stati riportati nel database Biomart-Renato e saranno oggetto di successivi studi ed elaborazioni.



Specie

		Siti di raccolta					
		P. Diavolo		P. Forata		C. Gemelle	
		10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m

Rhodophyta

<i>Acrodiscus vidovichii</i>	X	X		X	X	X
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	X	X	X	X	X	
<i>Acrothamnion preissii</i>	X	X	X	X		X
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>		X				
<i>Amphiroa cryptarthrodia</i>			X		X	X
<i>Amphiroa rigida</i>	X		X		X	
<i>Anotrichium barbatum</i>					X	
<i>Antithamnion cruciatum</i>	X		X			
<i>Antithamnion piliferum</i>		X			X	X
<i>Apoglossum gregarium</i>				X		X
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	X		X			
<i>Boergesenella fruticulosa</i>					X	
<i>Botryocladia botryioides</i>	X	X	X	X		
<i>Botryocladia chiajeana</i>	X				X	
<i>Ceramium bertholdii</i>		X		X		X
<i>Ceramium bisporum</i>		X				X
<i>Ceramium codii</i>	X		X			
<i>Ceramium diaphanum</i>			X		X	
<i>Ceramium giacconeii</i>		X				X
<i>Champia parvula</i>			X		X	
<i>Chondria capillaris</i>		X		X		X
<i>Chrysmenia ventricosa</i>		X		X		
<i>Contarinia peyssonneliaefomis</i>	X	X	X		X	
<i>Contarinia squamariae</i>	X		X		X	
<i>Corallina elongata</i>			X		X	
<i>Crouania attenuata</i>	X				X	
<i>Crouania attenuata f. bispora</i>						
<i>Cruoria cruoriaeformis</i>			X	X		X
<i>Cryptonemia lomation</i>	X		X		X	
<i>Dasya baillouviana</i>		X		X		
<i>Dasya ocellata</i>			X			
<i>Dipterosiphonia rigens</i>	X				X	
<i>Dudresnaya verticillata</i>		X		X	X	
<i>Erythroglossum sandrianum</i>	X		X			
<i>Eupogodon planus</i>						
<i>Falkenbergia rufolanosa stadium</i>	X		X		X	
<i>Gayliella mazoyerae</i>	X	X	X			X
<i>Gelidium bipectinatum</i>		X			X	
<i>Gelidium spinosum var. hystrix</i>						
<i>Gulsonia nodulosa</i>		X		X		
<i>Haloptilon virgatum</i>	X		X		X	
<i>Halydictyon mirabile</i>		X				X
<i>Herposiphonia secunda</i>	X		X		X	
<i>Herposiphonia tenella</i>		X				X
<i>Heterosiphonia crispella</i>	X		X	X	X	
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	X		X		X	
<i>Irvinea boergensenii</i>	X		X			
<i>Jania adhaerens</i>	X	X	X		X	X
<i>Jania rubens</i>			X		X	
<i>Kallymenia lacerata</i>		X				



<i>Laurencia caduciramulosa</i>			X		X
<i>Laurencia chondrioides</i>	X				X
<i>Lithophyllum pustulatum</i>	X			X	
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>		X	X		X
<i>Lithothamnion minervae</i>		X			X
<i>Lomentaria chylocladiella</i>	X		X		
<i>Lophocladia lallemandii</i>		X	X		
<i>Meredithia microphylla</i>	X		X	X	
<i>Mesophyllum alternans</i>			X		X
<i>Metapeyssonnella feldmannii</i>		X			X
<i>Monosporus pedicellatus</i> var. <i>tenuis</i>	X			X	
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>		X	X		
<i>Neurocaulon foliosum</i>					X
<i>Nitophyllum micropunctatum</i>	X		X		
<i>Osmundaria volubilis</i>					X
<i>Parviphycus pannosus</i>			X		
<i>Peyssonnelia bornetii</i>		X	X	X	X
<i>Peyssonnelia polymorpha</i>		X	X		
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	X	X	X		X
<i>Peyssonnelia rubra</i>	X	X		X	
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	X		X	X	X
<i>Phyllophora crispa</i>	X				
<i>Plocamium cartilagineum</i>		X	X	X	
<i>Polysiphonia dichotoma</i>	X		X		
<i>Polysiphonia furcellata</i>	X		X	X	
<i>Polysiphonia perforans</i>	X	X	X	X	X
<i>Polysiphonia scopulorum</i>			X	X	
<i>Polysiphonia subulifera</i>	X	X		X	X
<i>Radicilingua thysanorhizans</i>		X		X	
<i>Rhodophyllis divaricata</i>	X				
<i>Rhodymenia ardissoni</i>	X	X	X	X	X
<i>Rodriguezella pinnata</i>		X			X
<i>Schmitzia neapolitana</i>	X	X	X	X	
<i>Spermothamnion strictum</i>			X	X	
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	X			X	
<i>Spyridia filamentosa</i>	X		X	X	
<i>Womersleyella setacea</i>	X	X	X	X	
<i>Wrangelia penicillata</i>	X		X	X	

Ochrophyta

<i>Aglaozonia chilosa</i> <i>stadium</i>	X	X	X	X	
<i>Cladostephus spongiosum</i> var. <i>verticillatum</i>				X	
<i>Cladosiphon irregularis</i>			X	X	
<i>Cutleria chilosa</i>		X			X
<i>Cystoseira sauvageauana</i>	X				
<i>Cystoseira spinosa</i>		X	X	X	
<i>Cystoseira zosteroides</i>		X		X	
<i>Dictyopteris lucida</i>	X	X		X	X
<i>Dictyopteris polypodioides</i>			X	X	
<i>Dictyota dichotoma</i>	X		X		
<i>Dictyota linearis</i>	X	X	X	X	X
<i>Discosporangium mesarthrocarpaum</i>			X	X	
<i>Elachista intermedia</i>					X
<i>Halopteris filicina</i>	X	X	X	X	X



<i>Halopteris scoparia</i>	X				X	
<i>Lobophora variegata</i>	X	X	X			
<i>Nemacystus flexuosus</i> var. <i>giraudy</i>	X		X			X
<i>Nereia filiformis</i>			X		X	
<i>Padina pavonica</i>	X		X		X	
<i>Sargassum acinarium</i>		X				X
<i>Sargassum vulgare</i>			X		X	
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	X	X	X	X	X	
<i>Sphacelaria plumula</i>		X		X		
<i>Sphacella subtilissima</i>		X				
<i>Sporochnus pedunculatus</i>				X		X
<i>Stictyosiphon adriaticus</i>		X				X
<i>Stilophora tenella</i>			X		X	
<i>Taonia atomaria</i>			X		X	
<i>Zanardinia typus</i>	X		X	X		X

Chlorophyta

<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>	X	X		X	X	X
<i>Cladophora coelothrix</i>	X				X	
<i>Cladophora prolifera</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Codium bursa</i>			X		X	
<i>Flabellia petiolata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Halicystis parvula</i> <i>stadium</i>				X		
<i>Halimeda tuna</i>	X		X	X	X	
<i>Microdictyon umbilicatum</i>	X	X		X		X
<i>Palmophyllum crassum</i>		X				X
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	X	X	X		X	X
<i>Valonia macrophysa</i>		X		X	X	

Molluschi

<i>Anomia ephippium</i>			X			
<i>Barbatia barbata</i>		X				
<i>Bittium latreillii</i>	X	X	X	X		
<i>Cerithium vulgatum</i>	X	X	X		X	
<i>Emarginula huzardi</i>		X				
<i>Haliotis tuberculata lamellosa</i>			X			
<i>Mitrella scripta</i>		X				
<i>Spondylus gaederopus</i>			X			

Briozoi

<i>Aetea longicollis</i>		X	X	X		
<i>Aplousina filum</i>		X				
<i>Beania hirtissima</i>		X	X	X		
<i>Caberea boryi</i>		X				
<i>Cellaria</i> sp.		X				
<i>Celleporina caminata</i>	X	X			X	X
<i>Chlidonia pyriformis</i>			X			
<i>Chorizopora brongiartii</i>	X	X			X	X
<i>Cribellopora trichotoma</i>		X				
<i>Crisia</i> sp.			X		X	
<i>Haplopoma bimucronatum</i>					X	
<i>Hippopodinella lata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Idmidronea</i> sp.		X				



<i>Lichenopora radiata</i>				X	X
<i>Margaretta cereoides</i>		X		X	
<i>Pentapora fascialis</i>	X				
<i>Pentapora ottomulleriana</i>		X		X	
<i>Platonea stoechas</i>	X	X			
<i>Puellina (Puellina) cf. gattyae</i>	X	X	X	X	X
<i>Rhynchozoon sp.</i>	X				
<i>Savignyella lafontii</i>	X				
<i>Schizomavella discoidea</i>	X	X			
<i>Schizomavella linearis</i>		X			
<i>Scrupocellaria scrupea</i>	X	X	X	X	
<i>Sertella sp.</i>		X			
<i>Watersipora subovoidea</i>		X	X		

La prima segnalazione di *Cystoseira foeniculacea* (Linnaeus) Greville f. *latiramosa* (Ercegović) Gómez Garreta, Barceló, Ribera et Rull Lluçh nelle acque toscane si riferiva a campioni raccolti unicamente nell'isola di Giannutri (BioMarT, 2009) ma questo ulteriore reperto nei livelli inferiori del piano infralitorale di Gorgona rende probabile una sua presenza anche in altre isole dell'Arcipelago Toscano. Questo endemismo mediterraneo, come nel caso di altre congeneri, è in grado di formare estesi popolamenti ad elevata biodiversità che tuttavia in molte località mediterranee appaiono comunque in fase di regressione per cui, in base alla convenzione di Barcellona, è inserita tra la specie mediterranee da proteggere.

La specie si presenta con tallo cespitoso, alto 20-40 cm, si collega al substrato tramite un robusto e compatto disco basale da cui si originano cauloidi a sezione circolare, alti 5-15 cm e provvisti di robusti processi spinosi nel terzo superiore ed all'apice. Le ramificazioni primarie, compresse lateralmente, ispessite e con due ristrette ali marginali fortemente incise, sono larghe alla base 3-5 mm e fornite di corti e robusti processi spinosi che ricoprono più o meno completamente la porzione basale diradandosi progressivamente verso l'estremità distale. Sulle ramificazioni primarie si inseriscono rami secondari alterni e distici, appiattiti e provvisti di una sorta di nervatura mediana, che presentano sparsi processi spinosi e margini dentati analogamente alle ramificazioni di ordine superiore. I ricettacoli apicali, semplici o biforcati, a maturità sono forniti di un pedicello sterile ed assumono un profilo fusiforme. Abbondanti cripte pilifere pedicellate sono presenti sulle porzioni sterili appiattite.

Altra nuova segnalazione per le coste toscane è *Predaea pusilla* (Berthold) Feldmann. I campioni provengono dal campionamento effettuato a Punta di Cala Marcona alla profondità di 30 m. Il tallo di questa specie differisce dalla più comune *Predaea ollivieri* Feldmann per le dimensioni estremamente ridotte, come sottolineato



dall'epiteto specifico, e per il fatto che i gonimoblasti si inseriscono lateralmente sulle cellule ausiliarie a differenza della specie precedente nella quale i gonimoblasti sono inseriti sui filamenti di connessione. Il tallo gelatinoso, che raggiunge un'altezza di 1,4 cm, è leggermente compresso e si dilata in lobi che mostrano una ramificazione pseudodicotoma appena accennata e con apici ottusi. Dopo la fecondazione il gonimoblasto si forma in posizione laterale a partire da una corta dilatazione della cellula ausiliaria e a maturità è costituito da 1(2) gonimolobi a contorno arrotondato. Le precedenti e sporadiche segnalazioni di questa specie sulle coste italiane si limitano alla stazione tipo (golfo di Napoli) e a due località delle coste siciliane: Agrigento e Golfo di Palermo (Giaccone, 1970).

3.1.2 I cistoseireti di Capraia

L'Isola di Capraia, il cui sviluppo costiero è di 27 km, è interamente montuosa ed è divisa da N a S fino a 1 km dal mare da una catena di cime, con quote intorno ai 400 m s.l.m., che culmina nel M. Castello (445 m) e il M. Arpagna (410 m). Il versante occidentale è scosceso, mentre il versante orientale presenta piccole valli solcate da torrenti effimeri ("vadi") che si dirigono dolcemente al mare. Capraia è completamente formata da rocce magmatiche effusive appartenenti a due principali centri vulcanici che si sono succeduti nel tempo. Il prodotto dell'Apparato dacitico-andesitico (Miocene superiore) costituisce gran parte degli affioramenti ed è rappresentato da colate di lava alternate a piroclastiti a composizione calcalcalina (per lo più andesitico-dacitica e, subordinatamente, rachitica (Aldighieri *et al.*, 1998) L'Apparato trachibasaltico (Pliocene inferiore) è rappresentato da coni di scorie rossastre associate a sottili colate di lava. Questi prodotti sono intersecati da un condotto magmatico di shoshoniti di colore grigio chiaro. Dal punto di vista strutturale, oltre ai suddetti sistemi di faglie sono state individuate anche fratture e faglie in diverse direzioni e punti di franata.

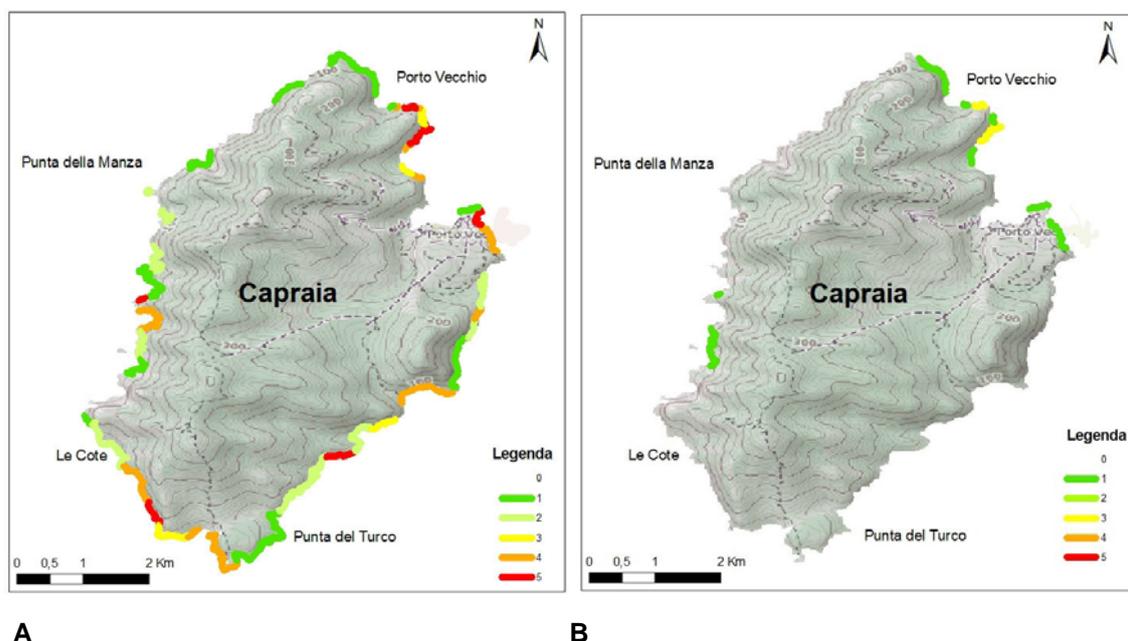


Fig. 6. Presenza-abbondanza di A) *Cystoseira amentacea*; B) *Cystoseira compressa*.

L'Isola di Capraia è caratterizzata da una cintura pressoché continua di *Cystoseira* spp., i punti in cui questa risulta assente sono sostanzialmente da attribuirsi alla conformazione delle coste, dove le condizioni morfologiche costiere, si traducono

nella presenza di piccoli anfratti e grotte o zone di franata con rocce affioranti, non si hanno le condizioni per la colonizzazione della specie. Là dove le caratteristiche edafiche sono favorevoli la fascia a *Cystoseira* viene sostituita da *L. byssoides*, che nella parte orientale dell'isola, forma bioconcrezioni (trottoir) anche di una certa entità (vedi report finale 2011).

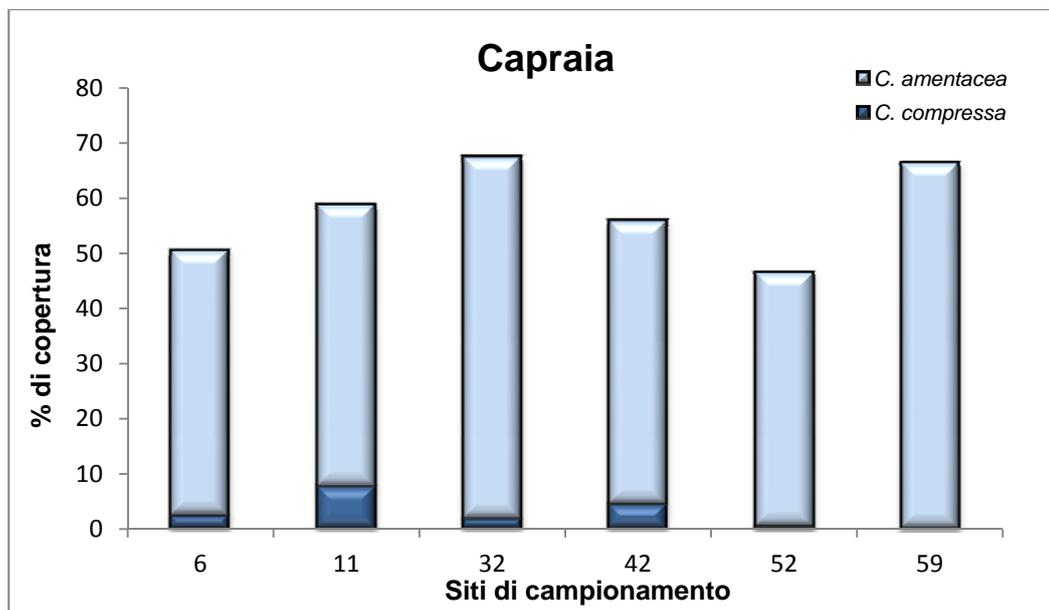


Fig. 7. Copertura in percentuale delle due specie di *Cystoseira* nei siti indagati.

Caratteristica dominante di Capraia è la presenza quasi esclusiva della specie *C. amentacea*, come è possibile vedere nelle figure 6 e 7. Dai dati in letteratura emerge che *C. amentacea* e *C. compressa* hanno un gradiente di sensibilità diversa, la prima tende a scomparire in condizioni ambientali sfavorevoli e, anche quando le condizioni tornano favorevoli, difficilmente è in grado di ricolonizzare l'ambiente. Questo fenomeno è stato dimostrato sperimentalmente asportando piccole porzioni di substrato e monitorando poi i vari livelli di ricolonizzazione del substrato nudo; qualora le condizioni siano favorevoli è *C. compressa* che ricolonizza per prima impedendo quindi alla congenera di insediarsi (Benedetti Cecchi *et al.*, 2001, Mangialajo *et al.*, 2008). Questo lascia presupporre che le condizioni ambientali di Capraia siano rimaste abbastanza immutate nel tempo, consentendo alla specie di essere ancora quasi ubiquitaria, sebbene spesso in copresenza con *C. compressa*.

Nella zona Nordorientale dell'isola (siti 11, 6, 42) sebbene ci sia dominanza di *C. amentacea*, questa si trova insieme alla congenere, mentre *C. compressa* risulta quasi assente nella restante parte dell'isola.

Capraia							
Media Sito	Copertura %		Larghezza (cm)		Lunghezza (cm)		Inclinazione
	CC	CA	CC	CA	CC	CA	
6	2	48	0	65	8	16	26
11	8	51	10	60	3	13	31
32	2	66	0	62	3	15	13
42	4	51	30	45	3	13	37
52	0	46	0	63	4	13	25
59	0	66	0	58	0	15	55

Tab. 4. Valori medi di copertura, larghezza della fascia, lunghezza della fronda e inclinazione del substrato nei siti campionati.

La tabella 4 riporta i dati di percentuale di copertura evidenziando che, mediamente, nei punti campionati circa il 50% del substrato è ricoperto da *C. amentacea* la cui fascia è sempre oltre il mezzo metro di altezza e in taluni casi supera il metro. Anche per Capraia l'inclinazione è un fattore limitante per *C. amentacea* ($r < 0,01$) e la sua presenza decresce all'aumentare della pendenza del substrato.

3.1.3 I cistoseireti di Pianosa

L'isola di Pianosa deve il suo nome alla conformazione pianeggiante del suolo, con un'altitudine massima di appena 29 m s.l.m. (Punta Brigantina, Belvedere) che la rende estremamente diversa da quella delle altre isole dell'Arcipelago. La sua superficie è poco più di 10 kmq mentre il suo sviluppo costiero è di 26 km. Da un punto di vista geologico Pianosa è interamente formata da rocce sedimentarie marine e continentali che si possono distinguere in tre unità principali. I *sedimenti del Miocene* composti da marne e argille sabbiose con sottili intercalazioni di ghiaie e calcari sabbiosi che contengono abbondanti macrofossili e si trovano esposte solo lungo le coste occidentali e meridionale (Cala della Ruta). I *sedimenti del Pliocene* rappresentano la maggior parte delle rocce sedimentarie affioranti nell'isola e sono costituiti di due principali litofacies ad andamento sub orizzontale, ghiaie basali polimittiche composte di clasti carbonatici, quarziticci, selciferi, serpentinitici e granitici e sabbie carbonatiche impure, calcareniti e calciruditi bioclastiche. Infine i *sedimenti del Quaternario* constano di depositi marini e continentali. In particolare, la parte basale della successione consiste di biocalcareni biancastre contenenti abbondanti molluschi, briozoi, coralli ed alghe calcaree intercalate a conglomerati e brecce continentali con clasti calcarei e *hardgrounds* carbonatici. Quest'ultimi affiorano lungo le coste orientale e sud-occidentale dell'Isola.

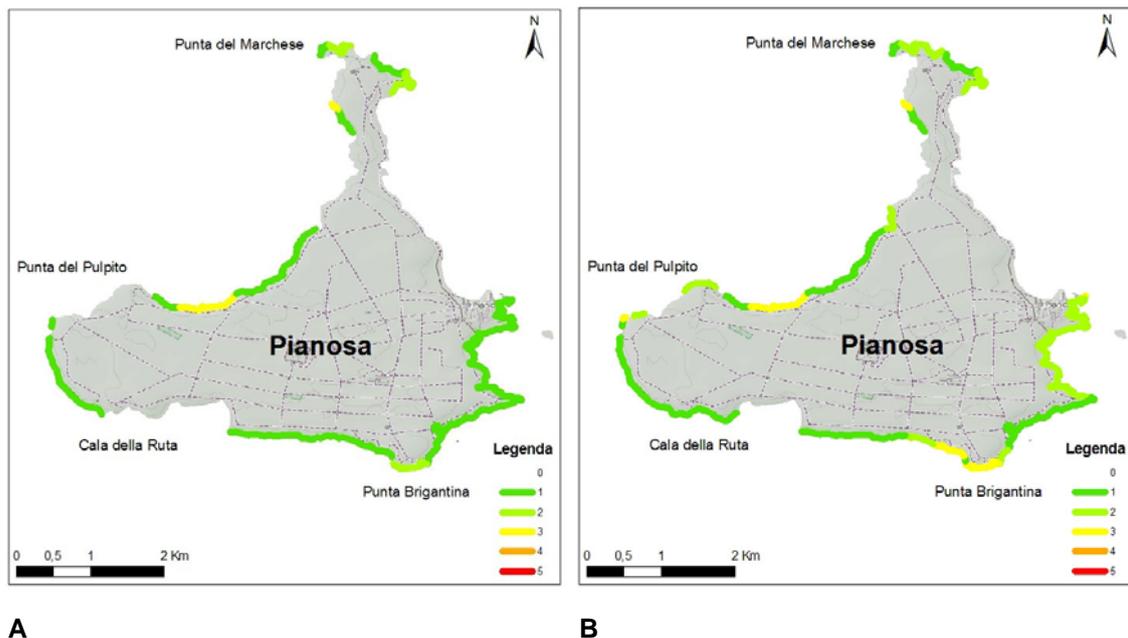


Fig. 8. Presenza-abbondanza di A) *Cystoseira amentacea*; B) *Cystoseira compressa*.

Tra tutte le isole dell'arcipelago Pianosa risulta quella dove i cistoseireti sono meno abbondanti. Nei siti 10 e 75 posti a Sud-Ovest e a Sud la specie dominante è *C. compressa*, mentre negli altri siti prevale la congenere. Tuttavia, nel complesso, i cistoseireti di Pianosa sono scarsi e la copertura totale del substrato, anche nei punti dove queste specie sono più abbondanti non raggiungono mai il 50% di copertura (vedi fig. 9).

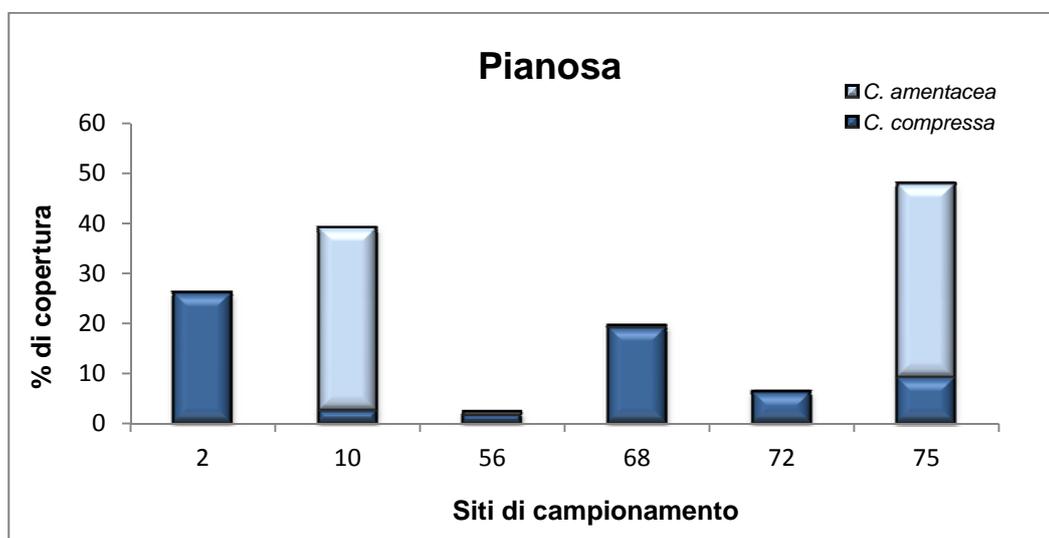


Fig. 9. Copertura in percentuale delle due specie di *Cystoseira* nei siti indagati.

La scarsa presenza lungo tutte le coste dell'isola dei cistoseireti di frangia è una caratteristica che non trova una spiegazione nella morfologia della costa stessa che si presenta quasi ovunque bassa, in alcuni punti anche inferiore al metro di altezza. Ballesteros *et al.* (2007) identificano nell'altezza della costa un fattore determinante, attribuendo dei valori di riferimento differenti in base della morfologia della costa (vedi tab. 2) e non indicando come un fattore non limitante la struttura geologica dell'isola.

Secondo i riferimenti bibliografici le coste basse naturali, incontaminate presentano un indice di qualità ecologica elevato, questo non si riscontra a Pianosa, dove si ha un'alta presenza di *C. compressa*. Le altre isole oggetto di studio presentano tutte coste alte e, se si eccettua Gorgona, che invece ha una distribuzione simile a quella di Pianosa, gradi di copertura maggiori di *C. amentacea*. Questa non corrispondenza tra i valori attesi e i valori reali rende di difficile interpretazione il fenomeno che richiederà ulteriori studi ed elaborazioni per chiarirne le ragioni. E' opportuno comunque evidenziare



che la conformazione dell'isola, sebbene presenti scogliere spesso basse, è "porosa" e particolarmente frastagliata, a causa di fenomeni erosivi che degradano le pareti costiere rendendo quest'ultima diversa da tutte le altre isole dell'arcipelago. In alcuni punti si formano pareti quasi verticali o tetti sui quali la vegetazione è praticamente assente; questo fenomeno favorisce la formazione di grotte e anfratti dove *Lithophyllum byssoides* trova le condizioni ideali per strutturarsi in trottoirs di grandi dimensioni e, considerandone l'ampiezza, anche di rara bellezza. Come osservato per l'isola di Capraia anche a Pianosa *L. byssoides* è presente quasi esclusivamente nella parte occidentale dell'isola.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione finale del 2011.



3.1.4 I cistoseireti di Montecristo

Montecristo è costituita da una massa unica di natura granitoide che emerge dal mare e culmina in tre vette, la maggiore delle quali raggiunge i 645 m (M. della Fortezza). La costa si presenta su tutti i versanti scoscesa e molto frastagliata, con numerose insenature, la principale delle quali è Cala Corfù. L'unico approdo è costituito da Cala Maestra, a circa metà della costa occidentale.

L'isola di Montecristo, il cui sviluppo costiero è di 16 km, è costituita quasi per intero di rocce intrusive acide, dominate da un corpo monzogranitico peralluminoso di forma quasi circolare e gli affioramenti delle rocce incassanti il corpo granitoide sono scarsi. A Punta Rossa e tra Cala Mendolina e Cala S. Maria sono presenti lembi residui di rocce incassanti del plutone costituite da metagabbri, quarziti nere, metapeliti, calcescisti cloritici, scisti anfibolitici e hornfels calcosilicatici riferibili a porzioni ricristallizzate dell'Unità Ofiolitica. La massa intrusiva si mostra molto debolmente deformata, eccetto che nel lato sud dell'isola, dove sono state riconosciute tessiture di deformazione duttile e fragile.

Montecristo fa parte del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, istituito con il Decreto del Presidente della Repubblica il 22 luglio 1996, ed è soggetta alle norme disposte dalla legge quadro 394/91 sulle aree naturali protette. Ma la storia di quest'isola la rende un po' diversa dalle altre. Prima di essere interamente inserita nel Parco dell'Arcipelago come Zona 1, riserva naturale integrale, l'intera isola era già Riserva Naturale Biogenetica dal 1977 e dal 1988 è Area Diplomata dal Consiglio d'Europa. Il Diploma Europeo delle Aree Protette è stato creato nel 1965 e viene assegnato ad aree protette naturali o semi-naturali che siano di interesse europeo dal punto di vista della conservazione della diversità biologica, geologica o paesaggistica e che godano di una protezione adeguata. Sempre nel 1988, la zona di tutela biologica marina, che fino ad allora era 500 m dalla costa venne ampliata sino a comprendere la fascia di mare dell'estensione di 1 km. Inoltre Montecristo è Sito di Interesse Comunitario e Zona di Protezione Speciale dell'Unione Europea ed è inserita nelle aree comprese nella Rete Natura 2000. L'isola, nel tempo solo parzialmente e raramente abitata e in seguito protetta, consente oggi di avere un'area di riferimento praticamente incontaminata

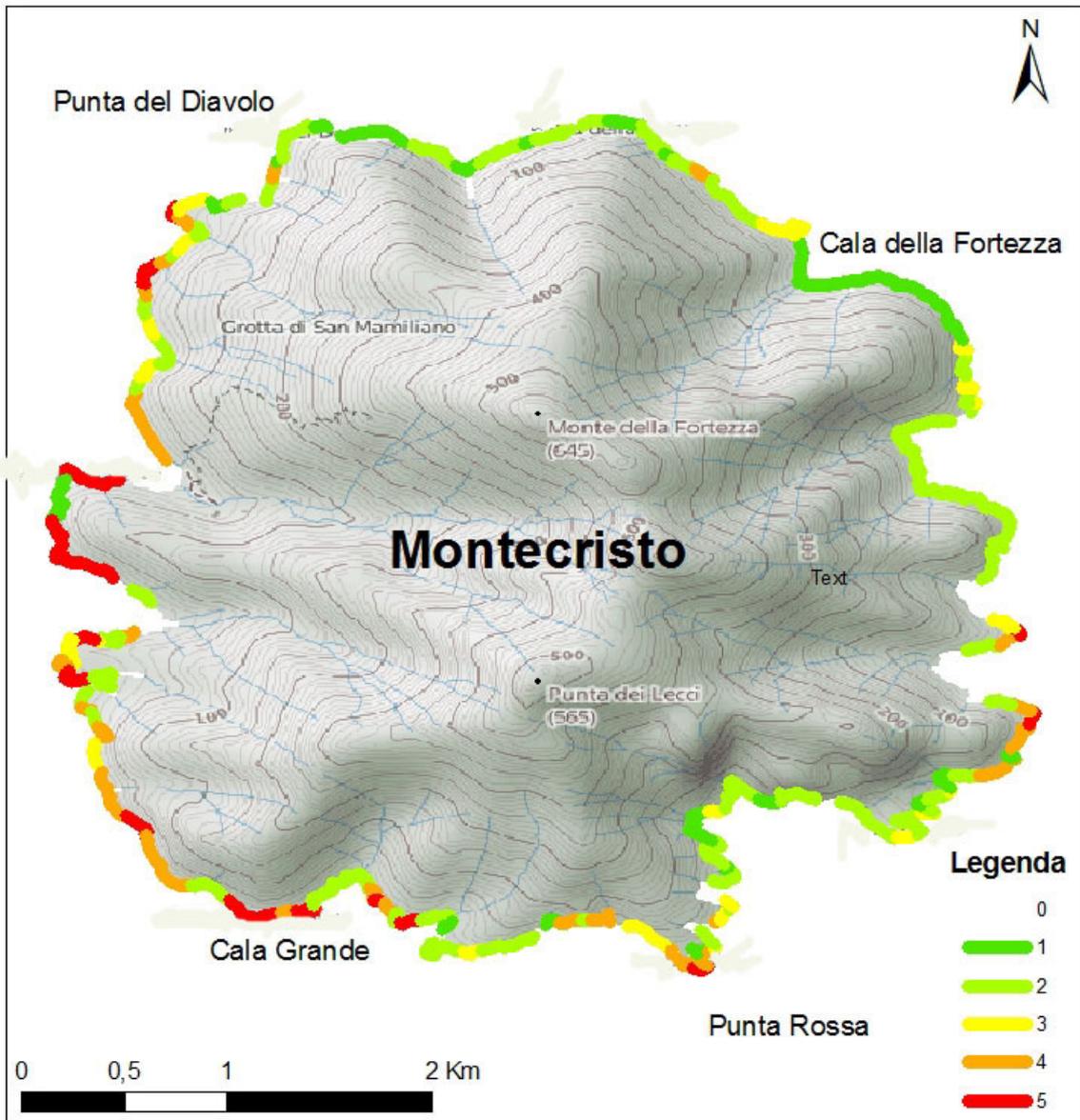


Fig. 10. Presenza-abbondanza di *Cystoseira amentacea*.

Per la sua storia, la morfologia delle sue coste esclusivamente rocciose (se si eccettuata Cala Maestra) e la presenza pressoché continua di una ricca cintura di *Cystoseira amentacea*, l'isola di Montecristo si presta ad essere utilizzata come riferimento per i valori di CARLIT per il bacino ligure tirrenico e sarà quindi oggetto di successivi studi. *Cystoseira amentacea* è l'unica specie algale dominante (vedi figg. 10 e 11) mentre sia *C. compressa* che *L. byssoides*, sebbene presenti, non sono particolarmente significative sull'isola. La prima è presente in talli isolati per lo più ai margini inferiori della folta cintura di *C. amentacea*, la seconda non trova nella

geomorfologia della costa le condizioni edafiche favorevoli allo sviluppo di trottoirs.

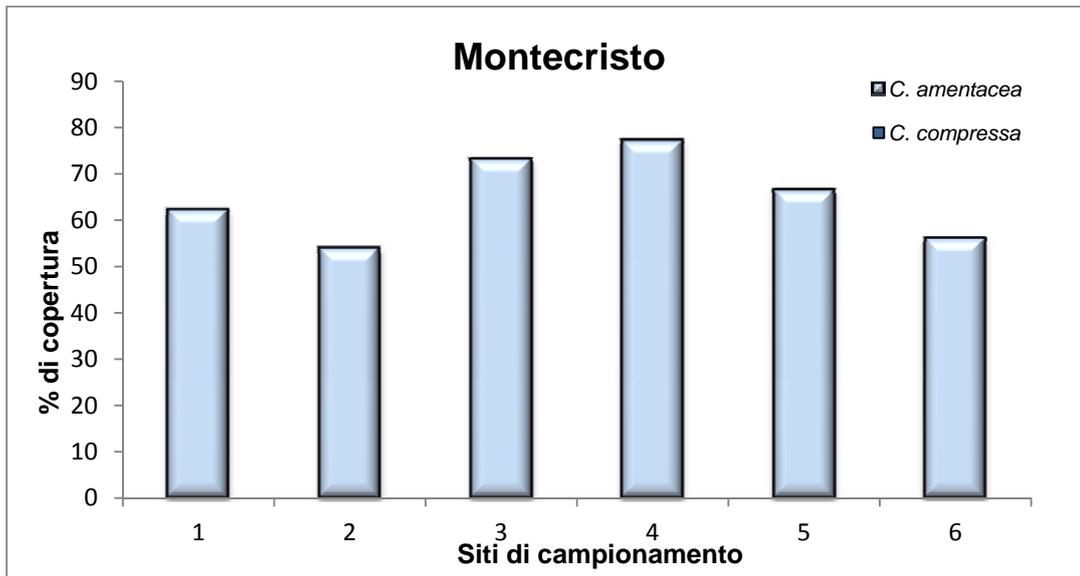


Fig. 11. Copertura in percentuale delle due specie di *Cystoseira* nei siti indagati.

Nel sito 5 *C. amentacea* risulta frammista a *C. compressa*, presente con un numero molto limitato di talli individuato solo durante l'analisi in laboratorio e non censita nei campionamenti coi quadrati dove risulta assente.

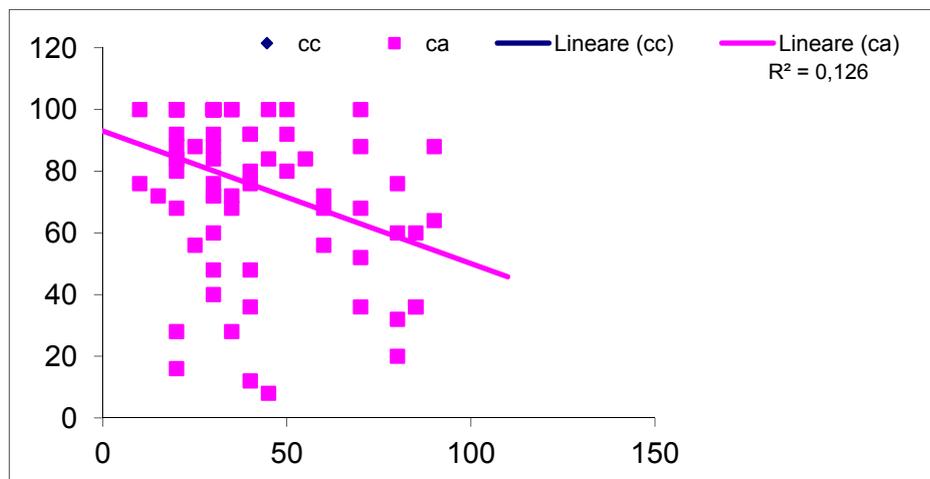


Fig. 12. inclinazione del substrato (ascisse) e percentuale copertura (ordinate) nei siti indagati.

La pendenza del substrato come è già stato detto influenza la presenza e abbondanza di *C. amentacea* che sebbene distribuita su tutto il perimetro costiero dell'isola è mancante o scarsamente presente là dove le pareti si fanno verticali o a tetto e risulta più abbondante dove la costa ha una pendenza tra i 30° e i 60° (vedi fig. 12).

Montecristo							
	Copertura %		Larghezza (cm)		Lunghezza (cm)		Inclinazione
	CC	CA	CC	CA	CC	CA	
Sito							
1	0	62	0	69	0	15	40
2	0	54	0	63	0	18	33
3	0	73	0	84	0	16	58
4	0	77	0	118	0	26	40
5	0	66	0	151	0	21	34
6	0	56	0	73	0	16	57

Tab. 5. Valori medi di copertura, larghezza della fascia, lunghezza della fronda e inclinazione del substrato nei siti campionati.

La tabella 5 riporta i dati di percentuale di copertura evidenziando che, nei punti campionati, la media di ricopertura di *C. amentacea* è sempre superiore al 50% mentre la fascia si estende in profondità quasi sempre oltre il metro di altezza e in taluni casi supera i 3 metri.

Elenco sistematico

Di seguito vengono riportate le specie floro-faunistiche campionate nei cistoseireti di Montecristo nel 2012.

Specie	Siti di raccolta					
	1	2	3	4	5	6
<i>Rhodophyta</i>						
<i>Acrosorium ciliolatum</i>		X	X			X
<i>Acrothamnion preissii</i>		X				
<i>Amphiroa rigida</i>			X			
<i>Antithamnion cruciatum</i>		X				
<i>Callithamnion corymbosum</i>		X		X		X
<i>Ceramium diaphanum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Ceramium virgatum</i>			X			X



<i>Corallina elongata</i>			X		X	
<i>Crouania attenuata</i>	X		X	X	X	
<i>Dasya rigidula</i>	X				X	X
<i>Feldmannophycus rayssiae</i>				X		
<i>Gayliella mazoyerae</i>	X		X		X	X
<i>Haliptilon virgatum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Herposiphonia secunda</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Heterosiphonia crispella</i>	X	X				X
<i>Herposiphonia tenella</i>				X		
<i>Hydrolithon farinosum</i>			X	X	X	X
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>					X	
<i>Jania adhaerens</i>	X		X	X		X
<i>Jania rubens</i>	X			X		X
<i>Laurencia</i> cfr. <i>crustiformans</i>	X				X	
<i>Laurencia intricata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Lejolisia mediterranea</i>		X				
<i>Lithophyllum corallinae</i>	X	X	X		X	X
<i>Lithophyllum cystoseirae</i>			X		X	
<i>Lithophyllum pustulatum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Monosporus pedicellatus</i> var. <i>tenuis</i>						X
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>		X	X	X	X	X
<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>			X			X
<i>Osmundea pelagosae</i>		X				
<i>Osmundea truncata</i>		X		X		
<i>Peyssonnelia armonica</i>				X	X	
<i>Peyssonnelia dubyi</i>	X	X	X	X	X	
<i>Peyssonnelia harveyana</i>		X				
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	X		X	X		X
<i>Rhodophyllis divaricata</i>	X		X	X		X
<i>Rhodymenia ardissoni</i>		X	X	X	X	X
<i>Spermothamnion repens</i>		X	X	X		
<i>Woelkerlingia minuta</i>				X		X

Ochrophyta

<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Cystoseira compressa</i>					X	
<i>Cystoseira squarrosa</i>					X	
<i>Dictyopteria polypodioides</i>		X		X		
<i>Dictyota dichotoma</i>				X		
<i>Dictyota fasciola</i>						X
<i>Padina pavonica</i>		X				
<i>Ralfsia verrucosa</i>		X		X		X
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	X	X	X		X	X

Chlorophyta

<i>Acetabularia acetabulum</i>			X	X	X	
<i>Anadyomene stellata</i>		X			X	
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	X					X
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	X	X	X	X	X	X



<i>Valonia utricularis</i>	X		X	X	X	X
----------------------------	---	--	---	---	---	---

Anellidi

Policheti erranti spp.			X			
------------------------	--	--	---	--	--	--

Molluschi

<i>Arca noae</i>			X			
<i>Bittium latreillii</i>					X	
<i>Bittium</i> sp.			X			
<i>Cardita calyculata</i>		X				
<i>Conus mediterraneus</i>						X
<i>Fissurella</i> sp.			X			
<i>Modiolus</i> cf. <i>barbatus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Mytilus edulis</i>	X			X	X	
<i>Patella rustica</i>			X			
<i>Stramonita haemastoma</i>	X			X	X	

Briozoi

<i>Celleporina hassallii</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Crisia</i> sp.			X			

E' da sottolineare la presenza nel sito 5 di un esemplare di *Cystoseira squarrosa* De Notaris. Questa specie, a differenza delle congeneri, non forma mai cistoseireti compatti ma si ritrova per lo più con individui isolati distribuiti in un intervallo batimetrico compreso tra la frangia ed i 10 m di profondità. Si tratta un raro endemismo mediterraneo segnalato nel settore occidentale ed in Adriatico che i relativi riferimenti bibliografici indicano come una specie particolarmente sensibile alle modifiche dei fattori ambientali. *C. squarrosa* era stata già ritrovata all'isola di Pianosa (BioMarT, 2009) e questo secondo ritrovamento conferma lo stato di conservazione delle biocenosi del sistema litorale nelle due isole dell'arcipelago toscano.

Nei siti 4 e 6 è stata identificata una specie nuova per le coste toscane: *Woelkerlingia minuta*. Questo reperto amplia notevolmente il suo areale di distribuzione dato che si tratta della seconda segnalazione in Mediterraneo della specie descritta per l'isola di Salina (Eolie) da Alongi *et al.* (2007). In ambedue i siti *W. minuta* compare come epifita nella porzione basale dei cauloidi di *C. amentacea* var. *stricta* sviluppando una sorta di feltro del diametro di 1-2 cm, alto circa 1 mm. Una seconda specie che mostra un certo interesse dal punto di vista floristico comparsa tra la componente epifita dei siti 3 e 6 di Montecristo ed in un sito di Gorgona è *Neosiphonia sphaerocarpa*. In questo caso si



tratta di una specie già segnalata in BioMarT (2009) ma i nuovi reperti indicano che questa specie aliena pantropicale, non ancora segnalata nella checklist della flora marina bentonica italiana di Furnari *et al.* (2010), è ormai distribuita in diverse isole dell'arcipelago toscano.

Anche nei siti di quest'isola, come già evidenziato nel commento ai rilevamenti effettuati nel periodo Giugno-Luglio 2010 in altre isole dell'arcipelago toscano e anche per Gorgona la componente epifita è largamente dominata da piccole rodofcee appartenenti alla famiglia delle Ceramiaceae e da corallinacee sia crostose che articolate. In questo ultimo gruppo tra le specie più frequenti figurano *Jania adhaerens*, *Haliptilon virgatum* e, in misura minore, *Jania rubens* mentre tra quelle crostose non articolate i taxa più rappresentati sono *Lithophyllum pustulatum*, *Lithophyllum cystoseirae*, presente soprattutto a livello dei cauloidi di *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, e *Hydrolithon farinosum* var. *farinosum*. Tra le Ceramiaceae più comuni, distribuite sia sui cauloidi che sulle ramificazioni laterali, compaiono alcune specie del genere *Ceramium* oltre a *Gayliella mazoyerae*, *Crouania attenuata*, *Callithamnion corymbosum* e *Spermothamnion repens*.

Anche per Montecristo nel 2013 sono stati raccolti campioni a 10 e 30 m replicando e ampliando le informazioni presenti in Biomart 2004-2007. I dati ottenuti sono stati riportati nel database Biomart-Renato e saranno oggetto di successivi studi ed elaborazioni.

Specie

						Siti di raccolta					
P. Diavolo			P. Forata			C. Gemelle					
10 m	30 m		10 m	30 m		10 m	30 m		10 m	30 m	

Rhodophyta

Acrodiscus vidovichii
Acrosorium ciliolatum
Acrothamnion preissii
Aglaothamnion tenuissimum
Amphiroa cryptarthrodia
Amphiroa rigida
Anotrichium barbatum
Antithamnion cruciatum
Antithamnion piliferum
Apoglossum gregarium
Apoglossum ruscifolium

X	X		X	X	X						
X	X	X	X	X	X						
X	X	X	X							X	
	X										
		X			X	X					
X		X			X						
					X						
	X					X	X				
				X						X	
X		X									



<i>Boergeseniella fruticulosa</i>				X	
<i>Botryocladia botryioides</i>	X	X	X	X	
<i>Botryocladia chiajeana</i>	X			X	
<i>Ceramium bertholdii</i>		X		X	X
<i>Ceramium bisporum</i>		X			X
<i>Ceramium codii</i>	X		X		
<i>Ceramium diaphanum</i>			X	X	
<i>Ceramium giacconeii</i>		X			X
<i>Champia parvula</i>			X	X	
<i>Chondria capillaris</i>		X		X	X
<i>Chrysmenia ventricosa</i>		X		X	
<i>Contarinia peyssonneliaefomis</i>	X	X	X		X
<i>Contarinia squamariae</i>	X		X		X
<i>Corallina elongata</i>			X		X
<i>Crouania attenuata</i>	X				X
<i>Crouania attenuata f. bispora</i>					
<i>Cruoria cruoriaeformis</i>			X	X	X
<i>Cryptonemia lomation</i>	X		X		X
<i>Dasya baillouviana</i>		X		X	
<i>Dasya ocellata</i>			X		
<i>Dipterosiphonia rigens</i>	X				X
<i>Dudresnaya verticillata</i>		X		X	X
<i>Erythroglossum sandrianum</i>	X		X		
<i>Eupogodon planus</i>					
<i>Falkenbergia rufolanosa stadium</i>	X		X		X
<i>Gayliella mazoyerae</i>	X	X	X		X
<i>Gelidium bipectinatum</i>		X			X
<i>Gelidium spinosum var. hystrix</i>					
<i>Gulsonia nodulosa</i>		X		X	
<i>Haliptilon virgatum</i>	X		X		X
<i>Halydictyon mirabile</i>		X			X
<i>Herposiphonia secunda</i>	X		X		X
<i>Herposiphonia tenella</i>		X			X
<i>Heterosiphonia crispella</i>	X		X	X	X
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	X		X		X
<i>Irvinea boergensenii</i>	X		X		
<i>Jania adhaerens</i>	X	X	X		X
<i>Jania rubens</i>			X		X
<i>Kallymenia lacerata</i>		X			
<i>Laurencia caduciramulosa</i>				X	X
<i>Laurencia chondrioides</i>		X			X
<i>Lithophyllum pustulatum</i>	X				X
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>		X	X	X	X
<i>Lithothamnion minervae</i>		X			X
<i>Lomentaria chylocladiella</i>	X		X		
<i>Lophocladia lallemandii</i>		X		X	
<i>Meredithia microphylla</i>	X		X		X
<i>Mesophyllum alternans</i>				X	X
<i>Metapeyssonnelia feldmannii</i>		X			X
<i>Monosporus pedicellatus var. tenuis</i>	X				X
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>		X	X		



<i>Neurocaulon foliosum</i>					X
<i>Nitophyllum micropunctatum</i>	X		X		
<i>Osmundaria volubilis</i>					X
<i>Parviphycus pannosus</i>			X		
<i>Peyssonnelia bornetii</i>		X	X	X	X
<i>Peyssonnelia polymorpha</i>		X		X	
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	X	X	X		X
<i>Peyssonnelia rubra</i>	X	X			X
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	X		X	X	X
<i>Phyllophora crispa</i>	X				
<i>Plocamium cartilagineum</i>		X		X	X
<i>Polysiphonia dichotoma</i>	X		X		
<i>Polysiphonia furcellata</i>	X		X		X
<i>Polysiphonia perforans</i>	X	X		X	X
<i>Polysiphonia scopulorum</i>			X		X
<i>Polysiphonia subulifera</i>	X	X			X
<i>Radicilingua thysanorhizans</i>		X			X
<i>Rhodophyllis divaricata</i>	X				
<i>Rhodymenia ardissoni</i>	X	X	X		X
<i>Rodriguezella pinnata</i>		X			X
<i>Schmitzia neapolitana</i>	X	X	X		X
<i>Spermothamnion strictum</i>			X		X
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	X				X
<i>Spyridia filamentosa</i>	X		X		X
<i>Womersleyella setacea</i>	X	X	X	X	X
<i>Wrangelia penicillata</i>	X		X		X

Ochrophyta

<i>Aglaozonia chilosa stadium</i>	X	X	X	X	
<i>Cladostephus spongiosum var. verticillatum</i>					X
<i>Cladosiphon irregularis</i>			X		X
<i>Cutleria chilosa</i>		X			X
<i>Cystoseira sauvageauana</i>	X				
<i>Cystoseira spinosa</i>		X	X		X
<i>Cystoseira zosteroides</i>		X		X	
<i>Dictyopteris lucida</i>	X	X		X	X
<i>Dictyopteris polypodioides</i>			X		X
<i>Dictyota dichotoma</i>	X		X		
<i>Dictyota linearis</i>	X	X	X	X	X
<i>Discosporangium mesarthrocarpaum</i>			X		X
<i>Elachista intermedia</i>					X
<i>Halopteris filicina</i>	X	X	X	X	X
<i>Halopteris scoparia</i>	X				X
<i>Lobophora variegata</i>	X	X	X		
<i>Nemacystus flexuosus var. giraudy</i>	X		X		X
<i>Nereia filiformis</i>			X		X
<i>Padina pavonica</i>	X		X		X
<i>Sargassum acinarium</i>		X			X
<i>Sargassum vulgare</i>			X		X
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	X	X	X	X	X



<i>Sphacelaria plumula</i>		X		X		
<i>Sphacella subtilissima</i>		X				
<i>Sporochnus pedunculatus</i>				X		X
<i>Stictyosiphon adriaticus</i>		X				X
<i>Stilophora tenella</i>			X		X	
<i>Taonia atomaria</i>			X		X	
<i>Zanardinia typus</i>	X		X	X		X

Chlorophyta

<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>	X	X		X	X	X
<i>Cladophora coelothrix</i>	X				X	
<i>Cladophora prolifera</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Codium bursa</i>			X		X	
<i>Flabellia petiolata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Halicystis parvula</i> <i>stadium</i>				X		
<i>Halimeda tuna</i>	X		X	X	X	
<i>Microdictyon umbilicatum</i>	X	X		X		X
<i>Palmophyllum crassum</i>		X				X
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	X	X	X		X	X
<i>Valonia macrophysa</i>		X		X	X	

Molluschi

<i>Anomia ephippium</i>			X			
<i>Barbatia barbata</i>		X				
<i>Bittium latreillii</i>	X	X	X	X		
<i>Cerithium vulgatum</i>	X	X	X		X	
<i>Emarginula huzardi</i>		X				
<i>Haliotis tuberculata lamellosa</i>			X			
<i>Mitrella scripta</i>		X				
<i>Spondylus gaederopus</i>			X			

Briozoi

<i>Aetea longicollis</i>		X	X	X		
<i>Aplousina filum</i>		X				
<i>Beania hirtissima</i>		X	X	X		
<i>Caberea boryi</i>		X				
<i>Cellaria</i> sp.		X				
<i>Celleporina caminata</i>	X	X			X	X
<i>Chlidonia pyriformis</i>			X			
<i>Chorizopora brongniartii</i>	X	X			X	X
<i>Cribellopora trichotoma</i>		X				
<i>Crisia</i> sp.			X		X	
<i>Haplopoma bimucronatum</i>					X	
<i>Hippopodina lata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Idmidronea</i> sp.		X				
<i>Lichenopora radiata</i>					X	X
<i>Margaretta cereoides</i>			X		X	
<i>Pentapora fascialis</i>		X				



<i>Pentapora ottomulleriana</i>		X		X	
<i>Platonea stoechas</i>	X	X			
<i>Puellina (Puellina) cf. gattyae</i>	X	X	X	X	X
<i>Rhynchozoon</i> sp.	X				
<i>Savignyella lafontii</i>	X				
<i>Schizomavella discoidea</i>	X	X			
<i>Schizomavella linearis</i>		X			
<i>Scrupocellaria scrupea</i>	X	X	X	X	
<i>Sertella</i> sp.		X			
<i>Watersipora subovoidea</i>		X	X		

Dai nuovi campioni è emersa *Sphacella subtilissima* Reinke, un nuovo reperto per le coste toscane. Gli esemplari esaminati sono stati rinvenuti su talli di *Sporochnus pedunculatus* (Hudson) C. Agardh provenienti da Montecristo alla profondità di circa 30 m. Dai dati bibliografici questa specie risulta quanto mai rara dato che questa è la terza segnalazione per le coste italiane dopo quelle relative al golfo di Napoli (Funk, 1955) ed alle coste liguri (Prud'homme van Reine, 1982).

I talli di colore bruno-scuro ed alti 0,5-1 mm sono riuniti in ciuffi compatti che avvolgono per brevi tratti gli assi ed i peduncoli dei ricettacoli del basifita. Dalla porzione basale endofita si dipartono numerosi assi eretti aplostici, di diametro uniforme compreso tra 15 e 18 μm e con cellule 1,5-3 volte più alte che larghe, provvisti di sparse ramificazioni laterali inserite con un andamento radiale. Gli organi uniloculari ovoidi di 30-35 x 20-25 μm sono portati sia agli apici degli assi principali che delle corte ramificazioni laterali come pure in posizione laterale su corti pedicelli di 1-3 cellule.

Sempre dalla stessa profondità proviene un'altra nuova segnalazione per le coste toscane: *Kallymenia lacerata* Feldmann. Caratteristica di questa specie è la presenza di un tallo laminare sessile e laciniato, di consistenza gelatinosa e fragile, fissato al substrato tramite un minuscolo disco basale dal quale si diparte una fronda espansa, dello spessore di 170-280 μm , che raggiunge una altezza di oltre 5 cm e presenta numerose proliferazioni marginali membranacee, lisce o provviste di minuscoli denti. In sezione trasversale la zona midollare risulta costituita da un lasso reticolo di cellule stellate immerse in una matrice mucillaginosa comune e da pochi filamenti semplici o ramificati che derivano dalle cellule dello strato corticale più interno. Sempre in sezione trasversale la zona corticale presenta 4 strati di cellule le cui dimensioni decrescono progressivamente procedendo verso lo strato più esterno; quelle dei due strati più interni



hanno un aspetto stellato e le loro lunghe braccia si uniscono con quelle delle cellule contigue a formare una sorta di reticolo parallelo alla superficie del tallo; quelle dello strato più esterno, in visione superficiale, risultano disposte a rosetta sulle cellule dello strato sottostante, mostrano un contorno arrotondato ed un diametro di 4-12 μm .

Pur trattandosi di una specie largamente distribuita nel bacino occidentale del Mediterraneo (Vergés e Rodriguez-Prieto, 2006) le precedenti e sporadiche segnalazioni sulle coste italiane risultano limitate alla Sicilia ed all'isola d'Ischia (Furnari *et al.*, 2003).

3.1.5 I cistoseireti di Giannutri

L'Isola di Giannutri culmina in tre poggi di cui il più alto è Capel Rosso (88 m) situato a sud dell'isola. La costa, lunga 11 km, termina quasi ovunque in una scarpata di scogli. Le uniche due spiagge ghiaiose poco estese sono Cala dello Spalmatoio, a Nord-Est, e Cala Maestra, a Nord Ovest. L'Isola è costituita quasi interamente da brecce vacuolari ad elementi dolomitici di età triassica in cemento calcitico (Calcere cavernoso Auctt.). Localmente sono presenti anche litologie calcareo-marnose nerastre e calcareo cavernose, spesso attraversate da fratture riempite di calcite e, talora, calcite ed ossidi/idrossidi di ferro. L'isola è interessata da estesi fenomeni carsici che creano numerose grotte lungo le coste, luoghi ideali per la formazione dei trottoirs. Giannutri e Pianosa, infatti, sebbene geomorfologicamente molto diverse, sono le isole in cui le bioconcrezioni di *L. byssoides* raggiungono le maggiori estensioni (vedi report 2011).

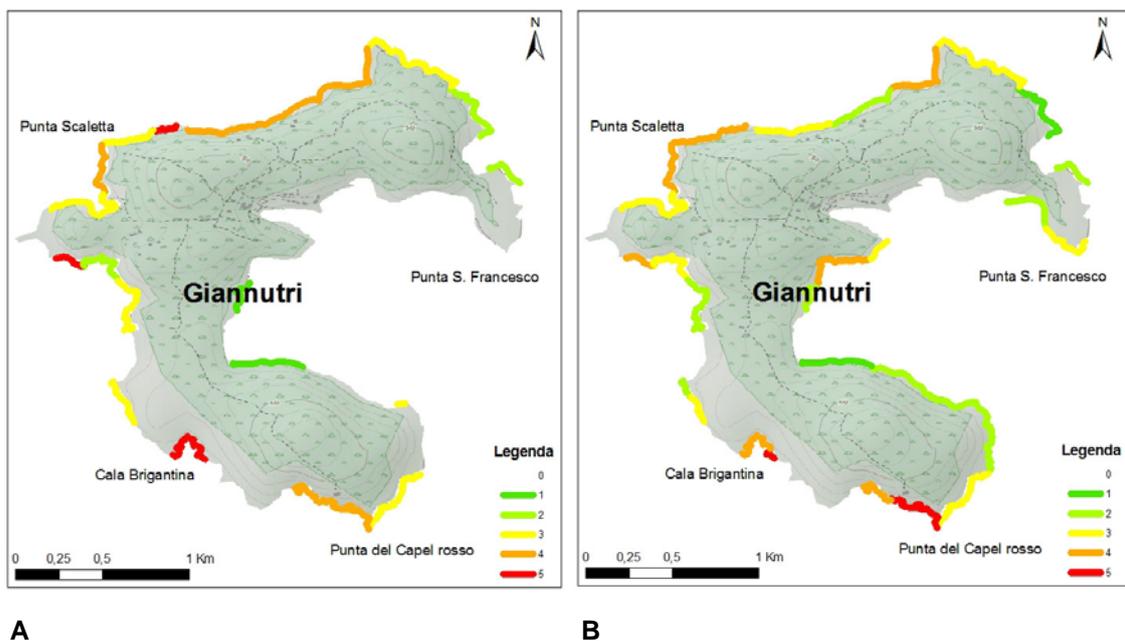


Fig. 13. Presenza-abbondanza di A) *Cystoseira amentacea*; B) *Cystoseira compressa*.

Caratteristica di Giannutri è la presenza, quasi ubiquitaria di entrambe le specie di *Cystoseira* (vedi fig. 13), che rendono quest'isola un elemento a sé fra le isole studiate e che descriveremo in maggior dettaglio nell'analisi generale. Altra caratteristica peculiare di Giannutri è la presenza di *C. brachycarpa* nei siti 48 e 49 e di *C. humilis* nel solo sito 48, rispettivamente posti a NO e NE dell'isola. Inoltre in un tratto di costa situato a Cala di Notte, nella zona sud dell'ampio Golfo degli Spalmatoi è presente una fascia a *Dictyopteris polypodioides* che sostituisce la cintura di cistoseira.

Il diagramma in figura 14 mostra l'abbondanza delle due specie nei diversi siti campionati.

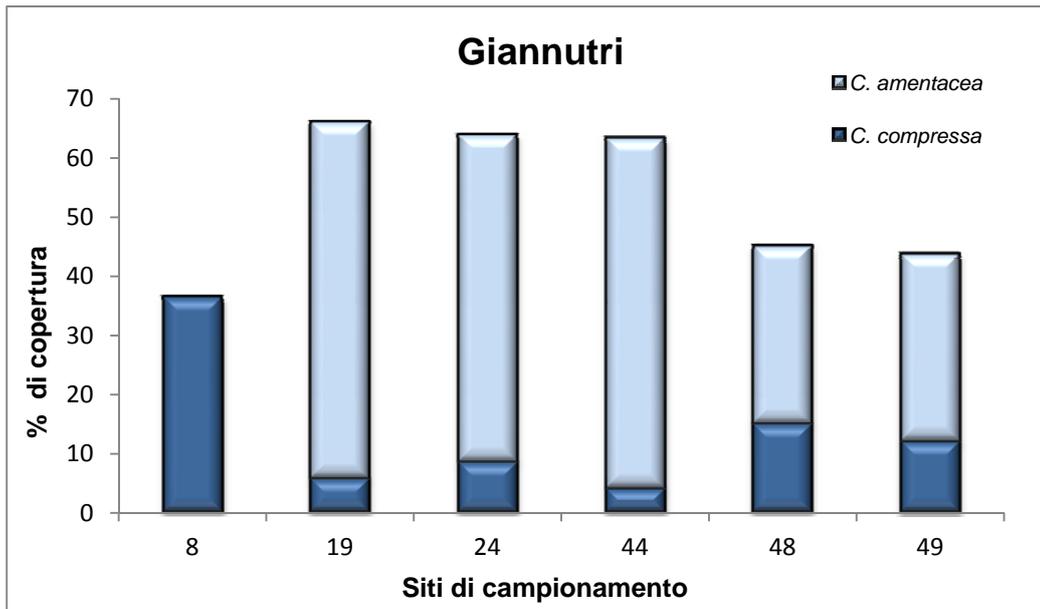


Fig. 14. Copertura in percentuale delle due specie di *Cystoseira* nei siti indagati.

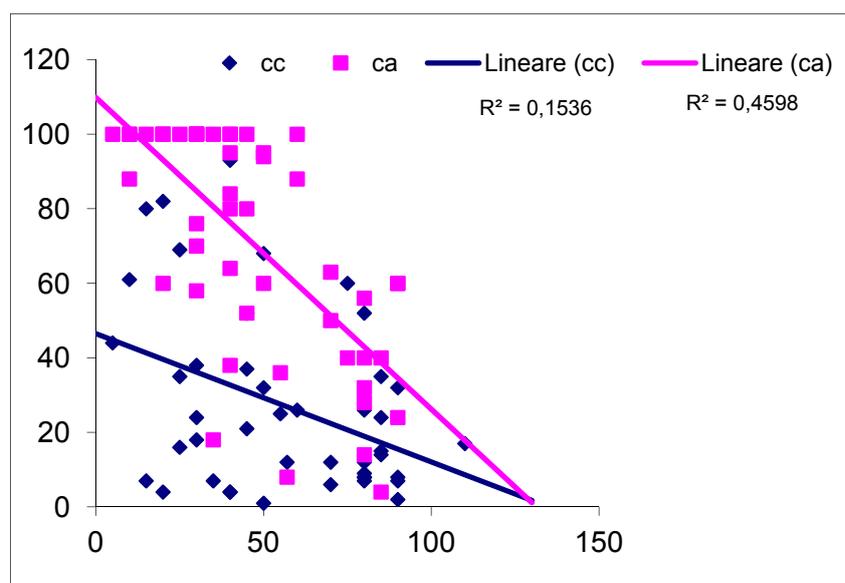


Fig. 15. Inclinazione del substrato (ascisse) e percentuale copertura (ordinate) nei siti indagati.



Nel caso di Giannutri sia *C. amentacea* sia *C. compressa* risultano significativamente correlate all'inclinazione del substrato ed è l'unico caso fra le isole oggetto di studio a mostrare una tendenza anche per *C. compressa*.

3.2 Risultati generali

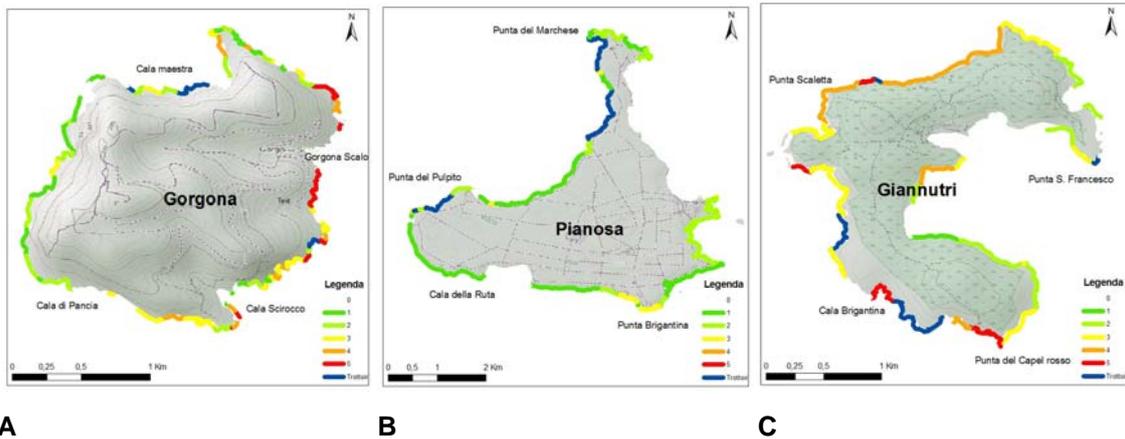


Fig. 16. Presenza-abbondanza di *C. amentacea*, *C. compressa* e *L. byssoides* a Gorgona (A), Pianosa (B) e Giannutri (C).

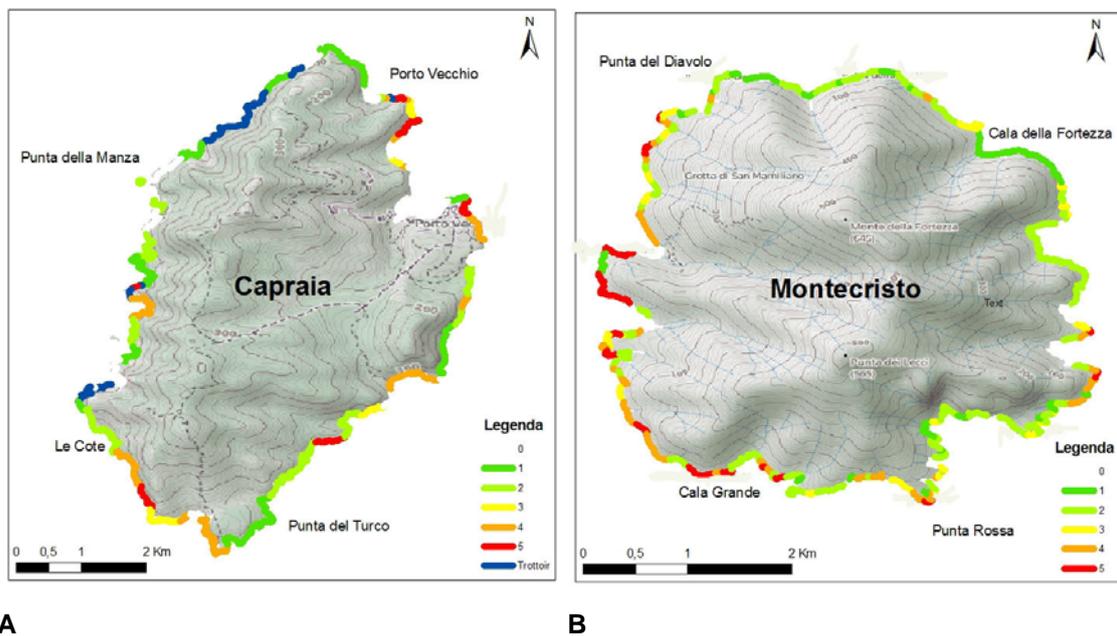


Fig. 17. Presenza-abbondanza di *C. amentacea*, *C. compressa* e *L. bissoides* a Capraia (A) e Montecristo (B).

La distribuzione delle tre specie, come visualizzato nelle figure 16-17, varia da isola ad isola e nell'ambito delle stesse anche lungo lo stesso perimetro costiero. Le ragioni di queste differenze sono da imputare principalmente a fattori morfologici delle isole, come specificato in dettaglio in precedenza e non è dipendente dalla geologia

delle stesse. Presumibilmente l'idrodinamismo generato da venti e correnti ha anche una certa influenza sulla distribuzione delle diverse specie, ma al momento sono ancora in corso studi in collaborazione con LAMMA per verificare questa ipotesi. I trottoirs, in particolare, sono presenti prevalentemente nella parte occidentale delle isole dove evidentemente si concentrano grotte e anfratti che presentano condizioni edafiche favorevoli allo sviluppo di marciapiedi di *Lythophilum byssoides*. Là dove, per le caratteristiche stesse delle coste, tali condizioni vengono a mancare, come il caso di Montecristo, ecco che, sebbene la qualità delle acque sia eccellente, i trottoirs sono assenti.

I cistoseireti invece sono più largamente distribuiti lungo l'intero perimetro delle diverse isole, ma la loro presenza è vincolata a diversi fattori tra i quali l'inclinazione del substrato ha un ruolo determinante. La figura 18 riassume le differenze nelle abbondanze nelle diverse isole

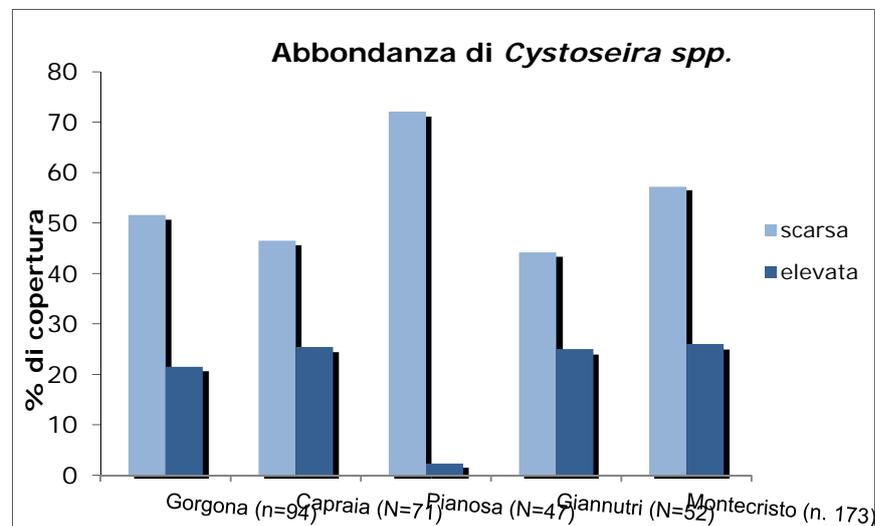


Fig. 18. Percentuale di ricoprimento di *Cystoseira* spp. nelle diverse isole campionate.

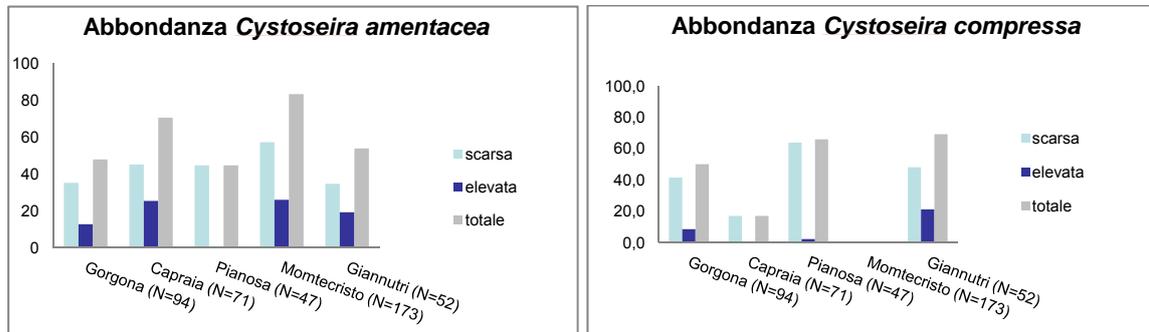


Fig. 19. Percentuale di ricoprimento delle 2 specie di *Cystoseira* nelle diverse isole campionate.

Le figure 18 e 19 mostrano l'abbondanza dei cistoseireti nelle isole campionate. Si ricorda che i 5 livelli di abbondanza suggeriti da Ballesteros *et al.*, (2007) sono stati qui compattati considerando i valori da 1 a 3 come presenza "scarsa" e quelli da 4 e 5 come "elevata". In figura 18 si leggono le abbondanze di entrambe le specie e si evidenzia che il 70% del perimetro costiero di tutte le isole è occupato da cistoseireti, che raggiungono oltre l'80% a Montecristo. Inoltre l'elevata presenza di queste specie si ha solo in circa il 20-30% del territorio, eccettuato Pianosa, dove le specie sono meno abbondanti e non si raggiunge mai il massimo punteggio con una presenza elevata inferiore al 5% dell'intero perimetro costiero. La figura 19 riporta gli stessi dati suddivisi però per specie evidenziando così la sola presenza di *C. amentacea* a Montecristo come la scarsa presenza di *C. compressa* a Capraia e Pianosa dove entrambe le specie, sebbene distribuite lungo le coste di tutta l'isola, sono poco abbondanti.

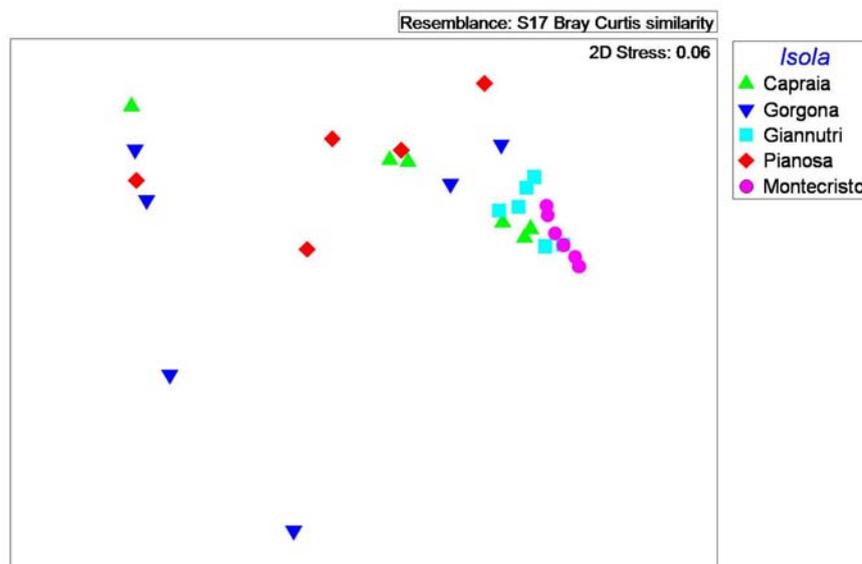


Fig 20 Non metric Multi-dimensional scaling (MDS): grado di copertura media dei quadrati

La figura 20 rappresenta la distanza, in termini di similarità, tra i diversi siti campionati, per ciascuna isola, prendendo in considerazione il grado di copertura dei singoli quadrati (15 repliche per sito). Sebbene dal grafico si possa distinguere una maggior omogeneità fra Capraia e Montecristo, dovuta all'elevata presenza di *C. amentacea*, la quale lega anche alcuni siti di Giannutri, tutte le isole risultano significativamente diverse (PERMANOVA Main test, $P=0,001$). Se andiamo ad confrontare le singole isole valutando le differenze tra una e le altre in dettaglio vediamo che le isole più simili sono Pianosa e Gorgona (Pairwise test, $P=0,13$).

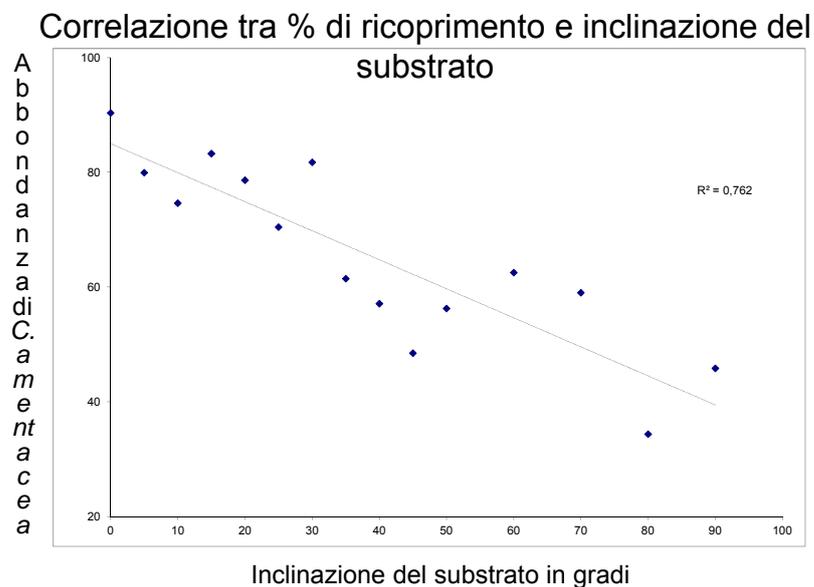


Fig. 21. Distribuzione di *Cystoseira amentacea* in funzione dell'inclinazione del substrato.

Come già riscontrato nei singoli paragrafi che trattano delle singole isole esiste, almeno per *C. amentacea*, una correlazione fra abbondanza della specie ed inclinazione del substrato (fig. 21), maggiore è la pendenza, minore è la presenza della specie. Questa correlazione è importante nella valutazione della presenza-abbondanza come indice di qualità delle acque. In altre parole l'inclinazione del substrato roccioso è un fattore limitante al pari delle condizioni di illuminazione e di altri fattori naturali.

La ricchezza specifica dei popolamenti associati ai cistoseireti è stata analizzata alla luce dei risultati complessivi nelle 5 isole e al numero di talli presenti per unità di superficie. I talli dei grattaggi sono stati contati ed analizzati estraendo sia dal sottostrato sia dalle fronde le diverse specie presenti. Nel sottostrato sono presenti sia specie vagili che sessili, mentre sulle fronde ovviamente sono presenti solo specie incrostanti o

epifite. La figura 22 riporta il numero di talli e il numero di specie presenti per ciascuna isola.

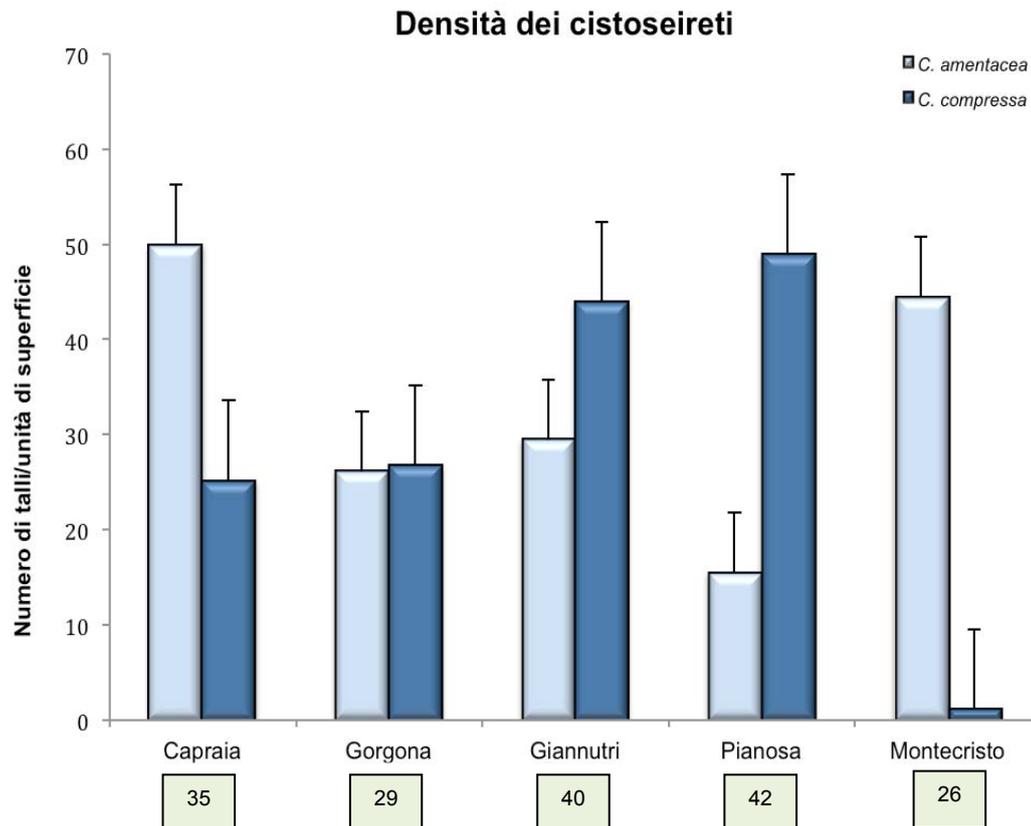


Fig. 22. Densità dei cistoseireti nelle 5 isole, espressa in numero di talli per unità di superficie (vedi materiali e metodi). Per ciascuna isola è indicato, in basso, il numero medio di specie associate alla canopy, sia sulle fronde che nel sottostrato.

Il numero medio di talli presenti e la ricchezza specifica dei popolamenti associati ai cistoseireti, sia nella componente epifitica che nel sottostrato, sembra essere legata alla composizione dei cistoseireti nelle isole. Per contro la variazione osservata fra siti (ma non fra isole) nella ricchezza specifica totale non sembra essere legata alla struttura e composizione dei cistoseireti. La ricchezza specifica totale mostra una tendenza a diminuire con l'aumentare della densità di *C. amentacea*, e nessuna relazione con la densità di *C. compressa*. Infatti non esiste una relazione significativa fra il numero di taxa rilevati e l'abbondanza relativa di *C. compressa*, espressa come percentuale del numero totale di talli di *Cystoseira* spp. nei plot campionati. Il numero medio di specie è infatti simile fra siti dove *C. compressa* è assente e siti dove *C. compressa* è l'unica specie presente. Questi risultati richiedono maggiori approfondimenti per meglio valutare il

significato e la presenza di *C. compressa* considerata in letteratura (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001; Mangialajo *et al.*, 2008) come specie tipica di acque di qualità non elevata ed associata a una perdita di diversità biologica. E' comunque interessante ricordare che la relazione fra ricchezza specifica e la percentuale di *C. compressa* varia a seconda che si consideri il comparto arbustivo o basale. La ricchezza specifica nel comparto arbustivo non mostra una tendenza significativa a diminuire con l'aumentare della dominanza di *C. compressa*, mentre il comparto basale aumenta significativamente in ricchezza specifica con l'aumentare di *C. compressa* (per ulteriori dettagli vedi relazione 2011).

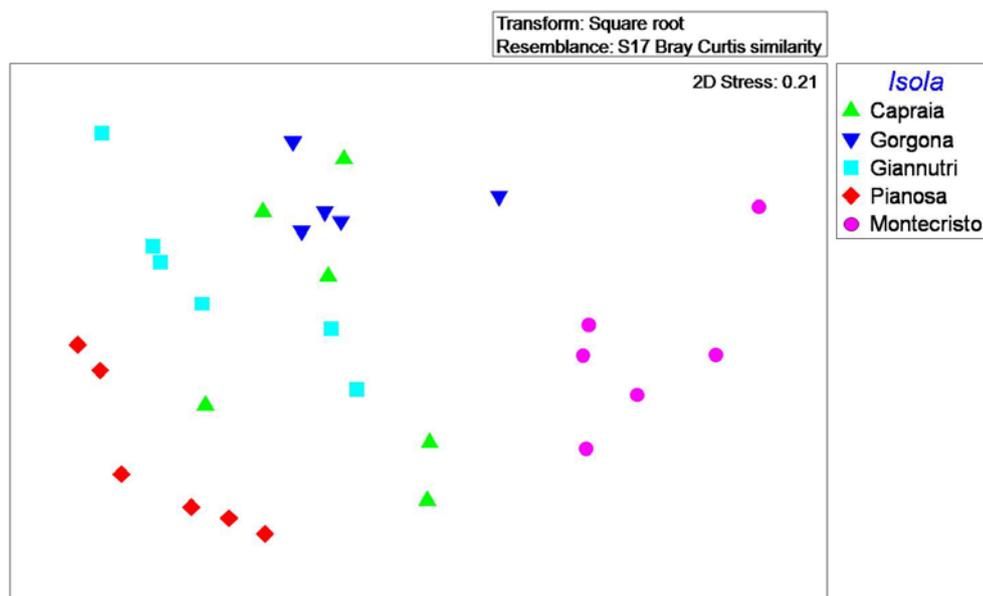


Fig 23 MDS della composizione tassonomica dei popolamenti associati con i cistoseireti del mesolittorale inferiore nelle isole campionate. La distanza fra punti (siti) rappresenta la similarità (espressa con l'indice di similarità di Bray-Curtis) nella composizione tassonomica fra i siti: I siti più vicini sono più simili e condividono un'alta percentuale di specie.

La figura 23 mostra la distanza, in termini di similarità tra la composizione tassonomica delle diverse isole evidenziando che le isole meno simili fra loro sono, ancora una volta, Montecristo e Pianosa, mentre Gorgona e Capraia, almeno in parte, risultano quelle più vicine. Sebbene vi siano queste differenze la composizione tassonomica dei popolamenti associati ai cistoseireti della frangia infralitorale, varia significativamente tra tutte le isole (PERMANOVA Main test, $p=0.0001$).

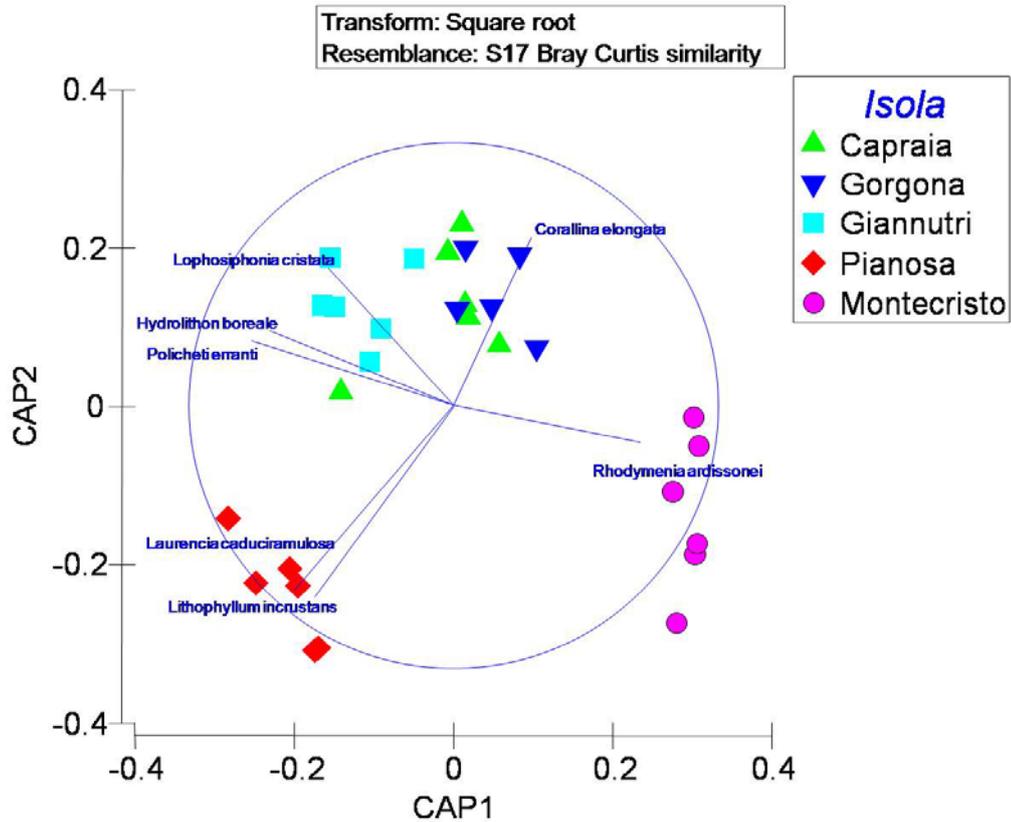


Fig 24 Canonical Analysis of Principal Coordinates (CAP) esplicita le specie che maggiormente determinano le differenze nelle varie isole, correlazione di Pearson 0,7

La figura 24 mostra graficamente le specie che pesano di più nel discriminare le varie isole. La presenza di *Rodymenia ardissonae* è la specie che più incide nel differenziare Montecristo da tutte le altre isole, così come *Lophosiphonia cristata* pesa maggiormente su Giannutri e *Lithophyllum incrustans* e *Laurencia caduciramulosa* separano Pianosa.

3.2.1 Presenza di specie aliene

Nel 2013, sulle isole di Gorgona e Montecristo sono stati effettuati anche dei campionamenti a -10 e -30 m, per ottenere nuove repliche temporali dei precedenti dati raccolti nel 2005-2006. Sebbene il campionamento non sia stato esteso a tutte le isole, questi prelievi consentono alcune considerazioni particolari riguardo a 3 specie alloctone con caratteristiche invasive attualmente presenti nell'arcipelago e lungo le coste continentali toscane.



***Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque,
Huismann et Boudouresque**

Gli effetti di questa alga aliena sulla vegetazione algale bentonica e sulla fauna sessile sono ben documentati e conseguenti ad una serie di caratteristiche fisiche, biochimiche e biologiche che possono essere così riassunte:

- ritmi di crescita elevati e quindi maggiore abilità competitiva nei confronti delle specie indigene, che determina una rapida occupazione di uno spazio tridimensionale ed una riduzione dell'irradianza nel sottostrato;
- ritenzione del sedimento e di sostanza organica a livello degli stoloni rampanti, che comporta l'eliminazione dello strato algale incrostante;
- punto di compensazione molto basso e quindi possibilità di colonizzare biotopi diversi anche a profondità elevate;
- utilizzo, tramite i rizoidi, dei nutrienti presenti nel sedimento e quindi possibilità di colonizzare ambienti oligotrofici;
- liberazione nell'ambiente di sostanze ad attività biologica che agiscono come deterrente nei confronti del pascolo e che possono inibire lo sviluppo di plantule di altre specie algali.

Durante il precedente progetto BioMarT (2009) Gorgona risultava l'unica isola dell'arcipelago non ancora colonizzata da questa specie, considerata, a pieno titolo, una delle più invasive tra quelle introdotte in Mediterraneo. I rilievi hanno viceversa evidenziato la sua presenza in 5 delle 6 stazioni prese in esame, per cui è facile ipotizzare una sua larga diffusione sui fondali di questa isola e sarebbe forse opportuno monitorare nel tempo la distribuzione batimetrica e lo sviluppo dei suoi popolamenti.

***Lophocladia lallemandii* (Montagne) F. Schmitz**

È con molta probabilità un migrante lessepsiano che dal settore meridionale del bacino occidentale del Mediterraneo si è progressivamente distribuito nel settore centrale e, successivamente, in quello settentrionale. Da osservazioni personali effettuate negli anni 2008-2009 nell'isola di Pianosa è stato possibile valutare in dettaglio l'andamento temporale della diffusione di questa specie, che inizia a manifestarsi nel comparto bentonico agli inizi di giugno, per raggiungere un picco di biomassa nel periodo estivo-autunnale, quando, in parallelo con l'aumento della temperatura della colonna d'acqua, si distribuisce in un ampio range batimetrico, interessando sia i popolamenti di substrato



duro che le praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. L'elevato recruitment di questa specie aliena, che in un anno può arrivare ad occupare una superficie di circa 50 ettari (Cebrian & Ballesteros, 2007), è dovuto alla possibilità di frammentazione del tallo filamentoso e, soprattutto, al notevole sforzo riproduttivo della generazione sporofitica, che in fase riproduttiva è in grado di rilasciare un numero di spore stimato in circa 1.000.000 per m² (Cebrian & Ballesteros, 2010). Per quanto concerne le isole dell'arcipelago toscano, da una indagine effettuata sempre all'isola di Pianosa (Bedini *et al.*, 2011) ne è stato rilevato un notevole incremento nel tratto costiero interessato dallo sviluppo di questa alga, che nel 2008 era di circa 1,2 km, arrivando poi a 10,7 km nel 2010 ed interessando in particolare i cistoseireti distribuiti nel piano infralitorale, dove la biomassa dei talli epifiti di *L. lallemandii* può anche raggiungere, in peso secco, il 44% della biomassa sia del basifita che del suo comparto epifita, con l'esclusione delle corallinacee.

Durante il progetto BioMarT (2009), questa specie era stata già segnalata per Montecristo, ma in questa isola non sembrano manifestarsi, almeno per quanto concerne i rilievi del giugno 2013, i blooms osservati a Pianosa, anche se sarebbe opportuno indagare la situazione nel periodo del suo massimo sviluppo ovvero in settembre-ottobre. L'impatto negativo di *L. lallemandii* sulle praterie di *Posidonia oceanica* è stato valutato da Ballesteros *et al.* (2007), che hanno osservato sia una riduzione nelle dimensioni dei fasci fogliari, con conseguente riduzione della biomassa, che una riduzione del numero dei fasci vitali nelle praterie invase da questa alga. Anche se in bibliografia non sono reperibili studi relativi all'impatto di questa specie aliena sui cistoseireti mediterranei, è presumibile che anche su queste alghe interamente o parzialmente perennanti l'eccessivo accumulo dei filamenti di *L. lallemandii* determini una riduzione dell'attività fotosintetica del basifita, rallenti gli scambi gassosi ed il flusso di nutrienti dalla colonna d'acqua ed interferisca con la fenologia riproduttiva dei cistoseireti, determinando fenomeni necrotici a livello dei ricettacoli, dato che l'accumulo dei filamenti epifiti si manifesta in particolare a livello delle porzioni apicali. I fondali di Gorgona, al momento attuale, non sembrano interessati dalla presenza di *L. lallemandii*, che risulta assente nei 6 campionamenti effettuati a -10 e -30 m, ma non è da escludere un suo eventuale futuro impatto sui popolamenti infralitorali di questa isola.

***Dictyopteris lucida* Ribera Siguan, Gómez Garreta, Pérez Ruzafa, Barceló Martí et Rull Lluch**



Come nel caso precedente, *Dictyopteris lucida* figura tra le specie introdotte in questi ultimi anni sulle coste toscane (BioMarT, 2009). Rispetto alla congenera autoctona, *Dictyopteris polypodioides* (A. P. De Candolle) J. V. Lamouroux, questa specie differisce per le fronde che, in sezione trasversale, risultano monostromatiche nella zona marginale, tipicamente provvista di dentelli e talvolta di rizoidi che sono viceversa assenti in *D. polypodioides*, la cui fronda nella zona marginale è sempre distomatica; altre differenze riguardano i ciuffi di peli disposti in serie parallele alla nervatura centrale e non dispersi, e le sporocisti anch'esse riunite in due bande ristrette adiacenti alla nervatura centrale. *D. lucida* inoltre è di solito epifita e mostra alla base un ben sviluppato sistema rizoidale, per il tramite del quale si collega al basifita, per lo più rappresentato da specie appartenenti al genere *Cystoseira*. Le dimensioni cospicue del tallo, che può raggiungere una altezza di 20-30 cm, e la notevole capacità di recruitment di questa alga, già emersa dai campionamenti effettuati nell'ambito di BioMarT (2009), rendono realistica l'ipotesi di fenomeni di competizione interspecifica tra l'epifita ed il basifita, che nel tempo potrebbero modificare le complesse relazioni biotiche che regolano lo sviluppo dei cistoseireti infralitorali.



3.3 Importanza del ripascimento e ripopolamento costiero

La costa toscana viene monitorata costantemente ormai da oltre un decennio. Questo monitoraggio ha messo in evidenza, in tutti i suoi aspetti, il fenomeno dell'erosione costiera, rendendo note le aree in cui il fenomeno erosivo è più evidente e massivo. La Toscana consta di 207 chilometri di litorale sabbioso, dei quali 16 circa sono caratterizzati da un'erosione ad un tasso superiore a 2 m/anno. A questi poi si aggiungono circa 8 km di costa costituita da spiagge protette, da scogliere aderenti a ridosso dei centri abitati e vie di comunicazione, o che ospitano strutture portuali. ARPAT stima che circa il 41% dello sviluppo costiero di substrato morbido (fangoso, sabbio-fangoso, sabbioso) è interessato da fenomeni erosivi più o meno spinti, il 17% è considerato stabile e circa il 42% in avanzamento. Questo però non garantisce un corrispettivo aumento areale della spiaggia emersa, in quanto i fenomeni erosivi sono di gran lunga più veloci dei fenomeni di ripristino naturale. Dal 1984 al 2005 ARPAT stima una perdita di circa 431.000 mq. di arenili perduti, anche se, rispetto al decennio precedente, si nota un seppur minimo trend in positivo, ove diminuiscono i fenomeni erosivi a favore di zone in cui gli arenili si mantengono stabili. Lungo le coste toscane, le spiagge in avanzamento hanno in media tassi di variazione di pochi centimetri all'anno, mentre quelle in erosione subiscono arretramenti della linea di riva che, in alcuni casi, superano i 2 metri all'anno. Per questo, sebbene i tratti in avanzamento siano più estesi di quelli in erosione, complessivamente il litorale toscano nell'ultimo decennio ha perso circa 147.000 mq di spiaggia.

Negli anni, per invertire questo trend sono stati messi a punto diversi sistemi atti a frenare l'erosione. Nel 2003 la Regione Toscana, con il programma straordinario degli investimenti di difesa del litorale, ha finanziato una serie di interventi di recupero e riequilibrio della costa.

Negli anni precedenti, la difesa dei centri abitati e delle infrastrutture era stata affidata generalmente a "scogliere" aderenti o, in particolare nelle zone di balneazione, a scogliere parallele distaccate da riva. In molti casi queste opere non hanno ottenuto i risultati sperati, mentre hanno comunque incentivato l'erosione delle spiagge sottoflutto. E' per questo che i nuovi interventi tendono a privilegiare strutture sommerse e/o il ripascimento artificiale, ponendo fra gli obiettivi dei progetti anche la tutela dei tratti costieri adiacenti alle zone d'intervento e la conversione delle vecchie scogliere di difesa in opere più sostenibili (es. sostituzione dei vecchi tetrapodi).



Sulla base di informazioni bibliografiche derivanti da progetti pregressi come Biomart 2007 e 2011, Gionha 2011, Corem 2012, ecc. e da dati ancora inediti raccolti durante tali progetti, a cui si rimanda per ulteriori dettagli, è stato elaborato un progetto di realizzazione e messa in posa, in località idonee, di substrati artificiali per il ripopolamento costiero. Data l'importanza che tale studio comporta per le sue implicazioni, sia socioeconomiche che di carattere ambientale, il progetto prevede una prima area sperimentale, soggetta a monitoraggio continuo alla quale poi, nel tempo, svolti i dovuti accertamenti, poter eventualmente affiancare altre strutture o nuovi siti.

3.3.1 Descrizione del manufatto

Il manufatto consiste in nove blocchi in Calcestruzzo (CLS) dotati di adeguati anfratti e asperità, disposti su tre livelli e sostenuti da una struttura di base in acciaio (basamento), che riveste la funzione di piattaforma di sostegno (per gli altri dettagli si rimanda alla precedente relazione).

Il primo livello è costituito da quattro blocchi a forma di parallelepipedo (irregolare - vedi immagini) di dimensioni simili, il secondo livello ancora da quattro blocchi della stessa forma ma di dimensioni leggermente inferiori ai precedenti ed infine il terzo livello è costituito da un unico blocco più piccolo, che forma il vertice della "piramide".

Il basamento è costituito da profilati in acciaio saldati a forma di traliccio, in modo da formare una base di appoggio stabile per i blocchi in CLS; sui profilati perimetrali sono previsti una serie di golfari che permettono il sollevamento della struttura mediante cavi di acciaio per la relativa posa a mare. Il basamento è stato ideato allo scopo di facilitare la movimentazione e la posa a mare del manufatto, per mezzo di un pontone dotato di gru, e per coadiuvare il manufatto in posa nell'assestamento a mare, senza infossamento della struttura. Dopo la posa a mare la struttura viene lasciata sul sito, mentre i cavi ed i golfari usati vengono recuperati dal personale OTS addetto.

Dopo poco tempo dalla posa a mare il basamento in acciaio viene completamente ricoperto dalla sabbia.

3.3.2 Costruzione del basamento

Il basamento viene costruito in un'officina attrezzata per la lavorazione di particolari manufatti medio-pesanti, dotata di idonee attrezzature per il taglio e la saldatura. La struttura saldata è costituita da profilati estrusi IPN sui lati perimetrali e da un traliccio interno in piatti laminati, di dimensioni idonee per rendere la struttura adatta a

supportare un carico totale distribuito pari a circa 10000 Kg. Il peso della struttura in acciaio non supera i 300 kg. La stessa non sarà trattata con sistemi di protezione anticorrosione (quali ad esempio trattamenti superficiali, verniciatura, ecc.) in modo da garantire che dopo la posa a mare non vi sia il minimo rilascio di sostanze chimiche nell'ambiente.

Una volta realizzati, i basamenti vengono trasportati sul luogo, dove vengono costruiti i manufatti in CLS e assemblate le piramidi.

Nella figura 25 è riportata un'immagine del basamento in acciaio, comprensivo di cavi e golfari per sollevamento e posa a mare.

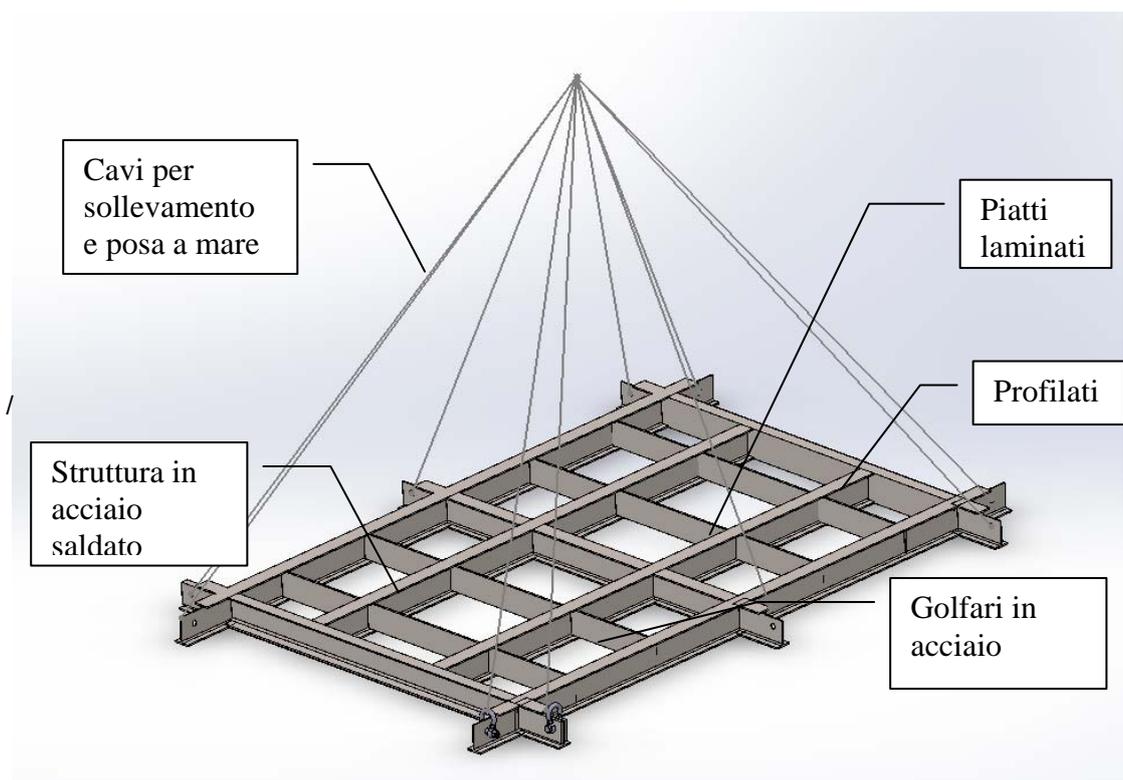


Fig. 25. Basamento in acciaio con cavi per il sollevamento e posa a mare.

Il basamento ha la duplice funzione di agevolare la posa a mare della struttura e anche di evitarne l'inevitabile insabbiamento che, sebbene la scelta dei siti sia subordinata anche alla tipologia e granulometria del fondo è in minima parte inevitabile.

3.3.3 Costruzione delle piramidi

Numerose indagini bibliografiche (vedi anche precedente relazione) hanno fornito un'ampia panoramica sulle varie tipologie di moduli attualmente utilizzati per le barriere artificiali, la loro collocazione e il loro diverso impiego. Sulla base dei dati raccolti e utilizzando studi eco-etologici di specie costiere, sono stati progettati elementi modulari (vedi precedente relazione) che, in base al loro posizionamento, consentono di fornire 3 diverse configurazioni, caratterizzate da un diverso numero di anfratti di dimensioni variabili, con caratteristiche adatte quindi ad accogliere specie vagili di dimensioni varie. La scabrosità della superficie, ottenuta mediante casseformi preparate ad hoc, consente invece una maggior rapidità di colonizzazione da parte delle prime specie pioniere, favorendo l'occupazione dei substrati nudi da parte degli organismi sessili in tempi più brevi rispetto alle varie tipologie di manufatti utilizzati fino ad oggi, sia come semplici dissuasori sia come strutture pensate per il ripopolamento. Le diverse possibilità di posizionamento permetteranno in seguito di valutare le differenze nella colonizzazione, al variare di uno specifico fattore, mantenendo costanti tutte le altre variabili. Caratteristica prioritaria delle fish box è di essere costruite con materiale inerte, ecocompatibile (conglomerati cementizi), progettate per avere la massima superficie disponibile per le specie sessili, il massimo numero di anfratti (tane) di dimensioni diverse e di avere il minimo impatto visivo, che diventerà poi nullo nel tempo. Ciascuna struttura è provvista di elementi asportabili per lo studio in laboratorio delle successioni ecologiche temporali, fino al raggiungimento del climax.

Le fish box possono essere replicate più volte in base alle disponibilità economiche. Un numero minimo di 6 fish box consente di poter valutare nel tempo le potenzialità rispetto alla colonizzazione, il tempo necessario per il raggiungimento del climax e quello che ne determina la perfetta integrazione nell'ambiente naturale. Maggiori sono le strutture collocate sott'acqua e maggiori sono le potenzialità insite nel nuovo substrato, quali il ripopolamento dell'area circostante, il loro utilizzo a scopo di barriera contro l'erosione e le diverse altre funzioni a cui sono preposte.

Le piramidi sono costituite da nove blocchi in CLS, come descritto in precedenza. I blocchi sono posizionati sul basamento in acciaio e sono tenuti in

posizione per mezzo di adeguate barre di collegamento in acciaio, annegate nella struttura cementizia (vedi fig. 26).

La preparazione delle singole unità in CLS, da realizzare in numero di nove per ciascuna piramide, viene eseguita per mezzo di stampi in vetroresina, che garantiscono al manufatto adeguata scabrosità e presenza di anfratti e cavità. Gli stampi hanno conformazione tale da garantire un buona “sformabilità” del getto, senza ricorrere all’uso di distaccanti o altri prodotti chimici. Anche nel calcestruzzo non sono utilizzati additivi chimici; la struttura risulta pertanto inerte, e quindi ecocompatibile con l’ambiente.

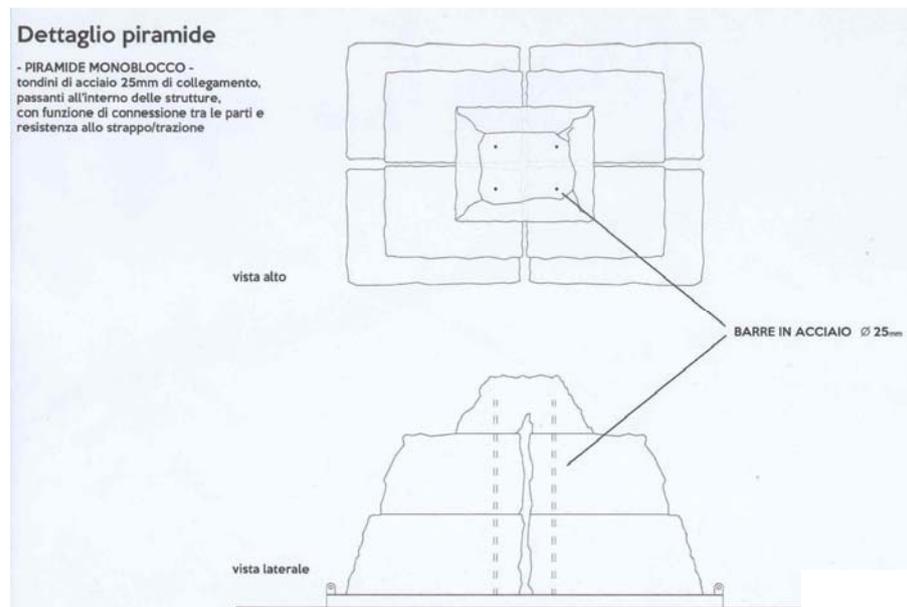


Fig. 26. Dettaglio piramide con barre di collegamento blocchi in acciaio.

Una volta ultimata l'intera produzione prevista e dopo che la stessa avrà raggiunto la necessaria maturazione, gli elementi vengono assemblati come da progetto sul basamento in acciaio a "perdere" insieme ai golfari di sollevamento.

La preparazione delle singole unità viene eseguita all'interno di un'apposita area attrezzata in prossimità del porto o in zona limitrofa al mare, e quindi ottimale per le operazioni di carico dei manufatti sul pontone (vedi figg. 27 e 28).



Fig. 27 Esempio di area di lavorazione interna al porto di Livorno.



Fig. 28. Particolare dell'area di lavorazione interna al porto di Livorno.

3.3.4 Posa a mare delle piramidi

Il progetto è mirato alla produzione di un minimo di 6-9 o più piramidi, mentre il crono-programma riportato di seguito nella figura 26 prevede la realizzazione di solo 6 piramidi, ovvero di 63 elementi, e prevede un impiego temporale di poco superiore ai due mesi per l'allestimento finale lungo la banchina. Il trasferimento e il calo a mare verrà eseguito, compatibilmente con condizioni meteo marine ottimali, entro i tre mesi dall'inizio dei lavori.

Il tutto sarà quindi caricato su pontone e poi trasferito e calato su di un fondale sabbioso situato nelle zone previste, e comunque entro le 3 miglia nautiche dalla costa, ad una profondità di circa 15-18 m; le piramidi saranno installate a circa 10-15 m l'una dall'altra.

Le operazioni di posa verranno eseguite con l'ausilio di personale OTS che curerà il dettaglio del posizionamento ed il recupero delle attrezzature usate per la posa (catene,

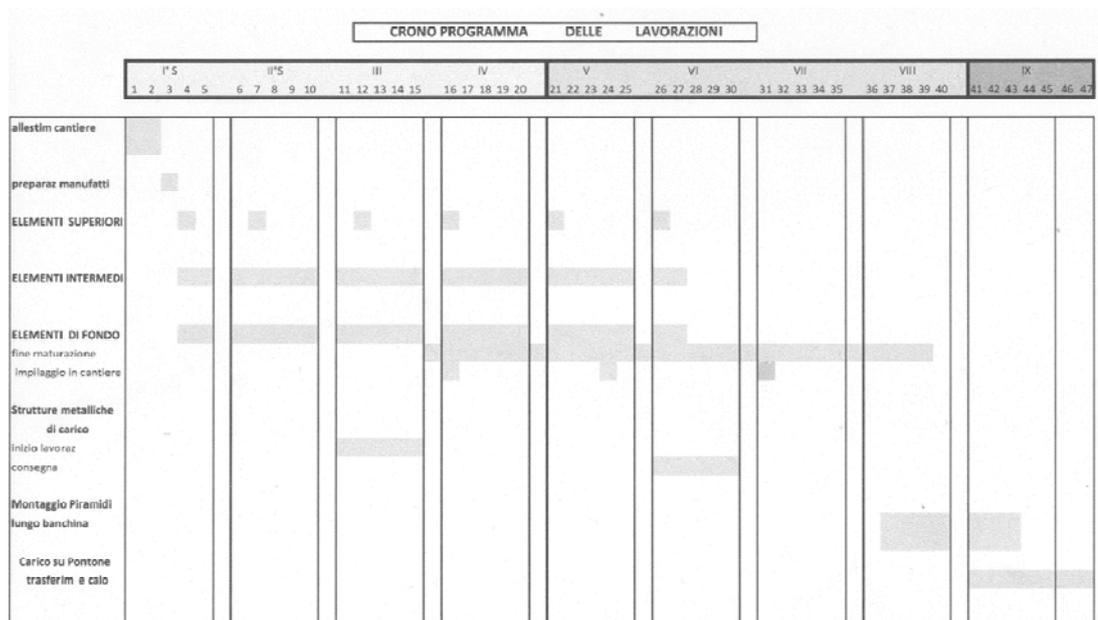


Fig. 29 Crono programma per la realizzazione e posa a mare di n. 6 piramidi.

funi e golfari). Nel caso in cui si realizzasse la posa a mare di 9 o più piramidi il crono programma (vedi fig. 29) subirebbe un incremento proporzionale alla maggior quantità di piramidi installate (vedi fig. 30).

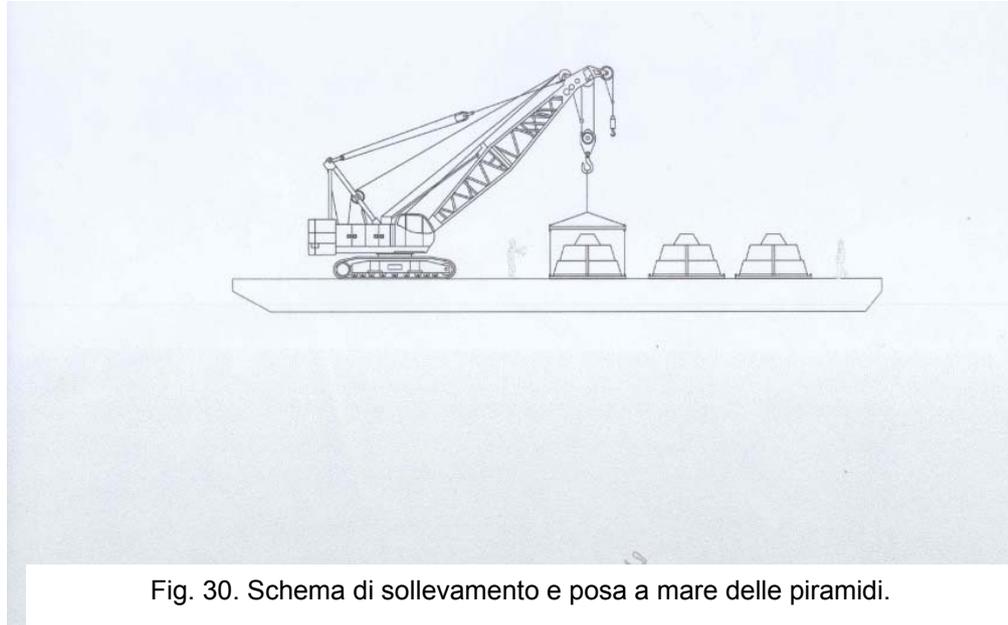


Fig. 30. Schema di sollevamento e posa a mare delle piramidi.

3.3.5 Ipotesi di posa delle piramidi

Nelle figure seguenti (31-32) è riportato un esempio, tra quelli indicati in relazione, di sito in cui posare le piramidi. Nella fattispecie, si tratta della zona antistante Forte dei Marmi, caratterizzata da substrato sabbioso che, dalle indagini condotte tramite interviste ai pescatori, risulta un'area altamente sfruttata e al momento quasi totalmente azoica.

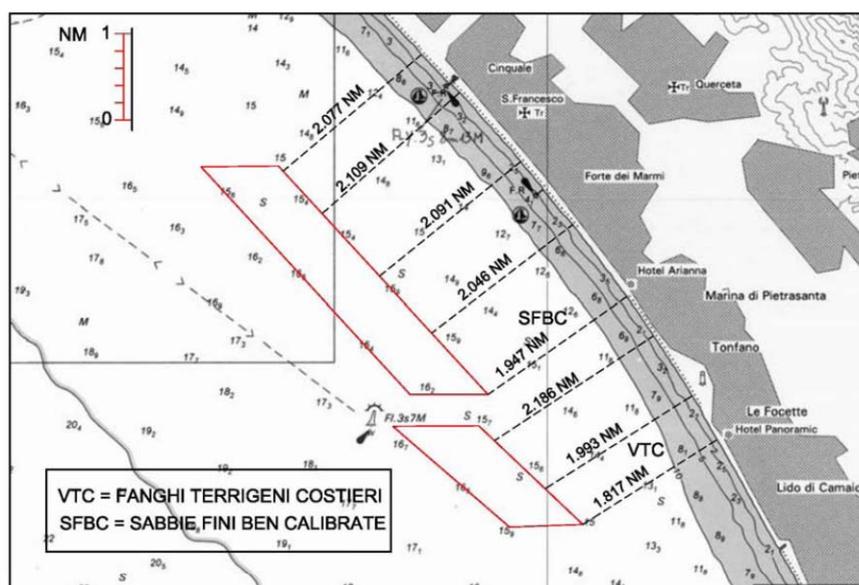


Fig. 31. Possibili siti di posa delle piramidi.



Fig. 32. Dettaglio della movimentazione per la messa in posa dei manufatti in una delle aree indicate dal progetto.

La collocazione delle piramidi richiede la delimitazione dell'area mediante segnalazioni in superficie con boe, utili anche per i successivi ancoraggi di imbarcazioni, in modo da impedire ogni intervento invasivo nell'area soggetta a studio.

La verifica e l'analisi dei risultati non potrà concludersi nell'arco di un anno, ma dovrà prevedere controlli periodici a cadenze prima trimestrali, poi semestrali (2°-4° l'anno) ed infine annuali, per poter seguire nel tempo l'evoluzione delle barriere. Una volta posizionate le fish box, e dopo aver verificato che le condizioni previste siano state realizzate, le strutture dovranno avere il tempo necessario per la colonizzazione. Studi svolti in precedenza, anche durante il progetto BIOMART (Volpi et al., 2009) hanno fornito indicazioni estremamente utili ed importanti riguardo alle successioni ecologiche nel tempo e hanno dato alcune preliminari indicazioni sui tempi naturali per il raggiungimento del climax, partendo da substrati nudi. Le fish box consentiranno la stabilizzazione nel tempo delle biocenosi, nonché la comparsa di specie di particolare valore bio-ecologico e commerciale. Il nuovo insediamento andrà monitorato nel tempo per valutare l'arco temporale necessario a renderlo un'area di ripopolamento e, se distribuita su superfici maggiori, anche un'area di arricchimento di specie e di biomassa nelle aree limitrofe alla zona di tutela. Questo aspetto, più strettamente conservazionistico, dovrà però in futuro conciliarsi con attività didattiche, ricreative e di educazione ambientale.



Fig. 33. Rendering sulla colonizzazione dei substrati artificiali nel tempo.

La figura 33 riproduce un esempio di colonizzazione di substrati nel tempo. Le immagini, puramente indicative, mostrano le potenzialità di insediamento delle diverse specie sessili e vagili nell'arco stimato di 2 anni; col passare del tempo, la colonizzazione porterebbe alla scomparsa del conglomerato cementizio di partenza e le piramidi assumerebbero così l'aspetto di rocce naturali.

3.4 Proposta gestionale

Nel proseguimento del progetto Biomart ("Biomart 2010"), finanziato dalla Regione Toscana, sono stati raccolti nuovi dati e sono stati raggiunti importanti obiettivi di ricerca riguardo agli "hotspot" superficiali di biodiversità marina più vulnerabili all'impatto antropico: i trottoirs e i cistoseireti di frangia. Inoltre, è stata formulata una proposta innovativa di conservazione e ripristino della biodiversità marina, da inserire nei piani di gestione della fascia costiera e del mare aperto, con obiettivi ecologici, economici e di divulgazione.

Sia dal PRAA che dai diversi convegni e conferenze indetti dalla Regione Toscana appare l'interesse e lo sforzo, in termini di impegno e di risorse, che la Regione investe per implementare le conoscenze e giungere ad un piano di gestione ambientale che sia veramente efficace. Emergono inoltre in modo evidente le disparità nelle conoscenze attuali tra ambiente terrestre e ambiente marino e le difficoltà nel colmare tali lacune in un lasso di tempo ragionevolmente breve. L'economia che ruota intorno al settore della pesca, al pari di quella che abbraccia il settore agricolo, sono aspetti importanti in Toscana, che vanno ad



aggiungersi allo sviluppo del settore turistico, così fortemente sostenuto dal nostro ricco patrimonio costiero regionale. La conoscenza e la conservazione degli ambienti marini sono quindi di vitale importanza non solo per la conservazione degli habitat, dei punti di particolare interesse floro-faunistico e degli hotspot di biodiversità, ma anche per tutta l'economia che ruota attorno a questo settore.

Nonostante il grande impegno profuso, la Regione non è riuscita a tradurre in azioni concrete la tutela della biodiversità marina, con un piano di gestione articolato sul territorio. L'individuazione di aree a rischio o altamente depauperate inserite in un piano di gestione del territorio consentirebbe di attingere a fondi, attualmente inaccessibili, che permetterebbero la realizzazione di aree di ripopolamento e strategie di tutela nuove, da affiancare alle AMP già presenti.

Con la creazione e il posizionamento di substrati artificiali (fish box) il Museo di Storia Naturale propone un elemento innovativo, plurivalente e di quasi immediata e tangibile risposta, che vuole essere una prima indicazione di carattere gestionale e che potrebbe fornire una soluzione concreta alle problematiche sul declino della biodiversità. La strutturazione di piccole aree sperimentali lungo la costa, entro le tre miglia, consentirebbero un nuovo punto di partenza per la tutela e conservazione della biodiversità.

Lo studio ha individuato più aree lungo la costa continentale e isolana, al momento di scarso interesse sia economico sia conservazionistico, ove allocare i substrati artificiali e creare un'area marina "controllata", nella quale creare le condizioni ottimali per la presenza, la colonizzazione e la buona salute ecologica di biocenosi e specie di particolare valore sia ambientale, sia economico.

In sintesi, i substrati artificiali, nel tempo, potrebbero espandersi e assumere non solo un valore di riserva di biodiversità, ma anche un valore culturale ed economico. Lo scopo è quello di favorire e incrementare la biodiversità, cercando di coniugare le esigenze conservazionistiche con le esigenze economiche delle popolazioni costiere, che vedono nel turismo e nella pesca le loro principali fonti di sostentamento. I substrati artificiali potrebbero infatti:

- agire come barriera contro l'erosione costiera;
- agire come barriera contro la rarefazione della *Posidonia*;
- agire come barriera contro la pesca abusiva;



- soddisfare i criteri di tutela delle specie presenti e la salvaguardia dei loro habitat, garantendo l'incremento e la tutela della biodiversità marina;
- creare luoghi idonei per la riproduzione (nursery) di specie costiere, garantendo il ripopolamento dell'area;
- fornire condizioni ottimali per un upgrading scientifico degli ecologi marini;
- consentire un turismo responsabile, consapevole, ecocompatibile;
- garantire un'educazione ambientale permanente attraverso visite organizzate per le scuole;
- sensibilizzare/promuovere, anche attraverso l'utilizzo di nuove tecnologie, la conoscenza del territorio.



4. Bibliografia (aggiornamento)

- Alongi G., Cormaci M. & Furnari G., 2007. *Woelkerlingia minuta* gen. et sp. nov. from the Mediterranean Sea and a reassessment of the genus *Lomothamnion*, with the description of two new genera: *Hommersandiella* gen nov. and *Stegengaea* gen. nov. (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Cryptogamie, Algol.*, 28 (4): 311-324.
- Andersen H. J., Conley J. D. & Hedal S., 2004. Palaeoecology, reference conditions and classification of ecological status: the EU Water Framework Directive in practice. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 283-290.
- Arévalo R., Pinedo S. & Ballesteros E., 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of sewage pollution: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin*, 55 (1-6): 104-113.
- Artioli Y., Bendoricchio G. & Palmeri L., 2005. Defining and modeling the coastal zone affected by the Po river (Italy). *Ecological Modelling*, 184: 55-68.
- Ballesteros E., Cebrian E. & Alcoverro T., 2007. Mortality of shoots of *Posidonia oceanica* following meadow invasion by the red alga *Lophocladia lallemandii*. *Bot. Mar.*, 50: 8-13.
- Ballesteros E., Torras, X., Pinedo S, Garcia M., Mangialajo L., Torres de M., 2007. A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55 (1-6): 172-180.
- Bedini R., Bonechi L. & Piazzzi L., 2011. Spread of the introduced red alga *Lophocladia lallemandii* in the Tuscan Archipelago (NW Mediterranean Sea). *Cryptogamie, Algol.*, 32 (4): 383-391.
- Bendoricchio G. & De Boni G., 2005. A water-quality model for the Lagoon of Venice, Italy. *Ecological Modelling*, 184: 69-81.



- Benedetti-Cecchi L., Pannacciulli F., Bulleri F., Moschella P. S., Airoldi L., Relini G. & Cinelli F., 2001. Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, 214: 137-150.
- BioMarT, 2009. Atlante della biodiversità: individuazione di biocenosi vulnerabili e hotspot di biodiversità in ambiente costiero di substrato duro e censimento di specie rare nel mare della toscana. A cura di C. Volpi & D. Benvenuti, sezione di Zoologia la Specola - Museo di Storia Naturale, Università degli Studi di Firenze.
- Bluemel C., Domin A., Krause J. C., Schubert M., Schiewer U. & Schubert H., 2002. Historical macrophyte records of surface waters at the German Baltic coast. *Rostocker Meeresbiologische Beitrage*, 10: 5-111.
- Borja A., Muxika I. & Franco J., 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 835-845.
- Bulleri F., Benedetti-Cecchi L., Acunto S., Cinelli F. & Hawkins S. J. 2002. The influence of canopy algae on vertical patterns of distribution of low-shore assemblages on rocky coasts in the north-west Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 267: 89-106.
- Cebrian E. & Ballesteros E., 2007. Invasion of the alien species *Lophocladia lallemandii* in Eivissa-Formentera (Balearic Islands). In: Pergent Martini C. & El Asmi S. (Eds.). Proos.. 3rd Med. Symp. Mar. Vegetation, Marseille, France, pp. 34-41.
- Cebrian E. & Ballesteros E., 2010. Invasion of Mediterranean benthic assemblages by the red alga *Lophocladia lallemandii* (Montagne) F. Schmitz: depth-related temporal variability in biomass and phenology. *Aquatic Botany*, 92: 81-85.



- Clarke A., Juggins S. & Conley D. J., 2003. A 150-year reconstruction of the history of coastal eutrophication in Roskilde Fjord, Denmark. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 1615-1629.
- Clarke K. R. & Warwick R. M., 1994. *Change in Marine Communities*. Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Domin A., Schubert H., Krause J. C. & Schiewer U., 2004. Modelling of pristine depth limits for macrophyte growth in the southern Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 514: 29-39.
- Furnari G., Giaccone G., Cormaci M., Alongi G. & Serio D., 2003. Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrophytobenthos. *Biol. Mar. Mediterr.*, 10 (1): 1-482.
- Funk G., 1955. Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen von Neapel. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 25 (suppl.): 1-178.
- Furnari G., Giaccone G., Cormaci M., Alongi G., Catra M., Nisi A. & Serio D., 2010. Macrophytobenthos. *Biol. Mar. Mediterr.*, 17 (suppl. 1): 801-828.
- Giaccone G., 1970. Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale italiana. *Giorn. Bot. Ital.*, 103: 485-514.
- Labruno C., Amouroux J. M., Sarda R., Dutrieux E., Thorin S., Rosenberg R. & Grémare A., 2006. Characterization of the ecological quality of the coastal Gulf of Lions (NW Mediterranean). A comparative approach based on three biotic indices. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 34-47.
- Giovanardi F. & Vollenweider R. A., 2004. Trophic conditions of marine coastal waters: experience in applying the Trophic Index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas. *Journal of Limnology*, 63 (2): 199-218.
- Mangialajo L., Ruggieri N., Asnaghi V., Chiantore M., Povero P. & Cattaneo-Vietti R., 2007. Ecological status in the Ligurian Sea: The effect of coastline urbanisation



and the importance of proper reference sites. *Marine Pollution bulletin*, 55: 30-41.

Mangialajo L., Chiantore M., Cattaneo-Vietti R., 2008. Loss of fucoïd algae along a gradient of urbanisation and relationships with the structure of benthic assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 358: 63–74

Moncheva S., Dontcheva V., Shtereva G., Kamburska L., Malej A. & Gorinstein S., 2002. Application of eutrophication indices for assessment of the Bulgarian Black Sea coastal ecosystem ecological quality. *Water Science and Technology*, 46 (8): 19-28.

Orfanidis S., Panayotidis P. & Stamatis N., 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Science*, 2 (2): 45-65.

Orfanidis S., Panayotidis P. & Stamatis N., 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators*, 3: 27-33.

Panayotidis P., Montesanto B. & Orfanidis S., 2004. Use of low budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology*, 16: 49-59.

Parkhomenko A. V., Kuftarkova E. A., Subbotin A. A. & Gubanov V. I., 2003. Results of Hydrochemical Monitoring of Sevastopol Black Sea's Offshore Waters. *Journal of Coastal Research*, 19: 907-911.

Prud'homme van Reine W. F., 1982. A taxonomic Revision of the European Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyceae). *Leiden Botanical Series* 6, 293 pp.

Rindi F., Sartoni G., & Cinelli F., 2002. A floristic account of the benthic marine algae of Tuscany (Western Mediterranean Sea). *Nova Hedwigia*, 74 (1-2): 201-250.



- Rodríguez-Prieto C. & Polo L., 1996. Effects of sewage pollution in the structure and dynamics of the community of *Cystoseira mediterranea* (Fucales, Phaeophyceae). *Scientia Marina*, 60: 253-263.
- Rosenberg R., Blomqvist M., Nilsson H. C., Cederwall H. & Dimming A., 2004. A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 728-739.
- Schernewski G. & Neumann T., 2005. The trophic state of the Baltic Sea a century ago: a model simulation study. *Journal of Marine Systems* 53: 109-124.
- Simboura N., Panayotidis P. & Papathanassiou E., 2005. A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean ecoregion: The case of Saronikos Gulf. *Ecological Indicators*, 5: 253-266.
- Soltan D., Verlaque M., Boudouresque C. F. & Francour P., 2001. Changes in macroalgal communities in the vicinity of the Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. *Marine Pollution Bulletin*, 42: 59-70.
- Thibaut T., Pinedo S., Torras X. & Ballesteros E., 2005. Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, Northwestern Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 50: 1472-1489.
- Vascetta M., Kauppila P., Comino E. & Rosso M., 2004. Indicators for coastal marine eutrophication: application of Trophic Index TRIX in the northern Gulf of Finland. In: *Proceedings of the 14th Meeting of the Italian Society of Ecology*.
- Vergés A. & Rodríguez-Prieto C., 2006. Anatomical characteristics and reproductive structures of *Kallymenia lacerata* (Kallymeniaceae, Rhodophyta) from Mediterranean Sea. *Cryptogamie, Algol.*, 27 (1): 31-43.



Vollenweider R. A., Giovanardi F., Montanari G. & Rinaldi A., 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9: 329-357.