

Le tegnùe dell'Alto Adriatico:



valorizzazione della risorsa marina
attraverso lo studio di aree di pregio ambientale

Le tegnùe dell'Alto Adriatico:

valorizzazione della risorsa marina
attraverso lo studio di aree di pregio ambientale

ARPAV

Direttore Generale

Andrea Drago

Direttore Area Tecnico-Scientifica e Area Ricerca e Informazione

Sandro Boato

FONDAZIONE MUSEI CIVICI VENEZIA

Presidente

David Landau

Direttore

Giandomenico Romanelli

Progetto realizzato nell'ambito di:

INTERREG III A / Phare CBC Italia – Slovenia
VI Piano Nazionale Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura
LEADER PLUS "Interventi per la salvaguardia e la valorizzazione di un'oasi marina di ripopolamento denominata Tegnù di Porto Falconera"

Responsabile Progetti:

ARPAV Settore Acque
Marina Vazzoler

Responsabile Scientifico Progetti:

Museo di Storia Naturale di Venezia
Luca Mizzan

Coordinamento Scientifico:

Boscolo Francesca, ARPAV
Mizzan Luca, Museo di Storia Naturale di Venezia
Rizzardi Silvia, ARPAV
Vianello Cecilia, Museo di Storia Naturale di Venezia

Autori:

Andreoli Elisa, THETIS S.p.A.
Boscolo Francesca, ARPAV
Carlin Anna, THETIS S.p.A.
Curiel Daniele, SELC scarl
Gordini Emiliano, OGS Trieste
Mizzan Luca, Museo di Storia Naturale di Venezia
Molin Emiliano, THETIS S.p.A.
Ombrelli Marco, THETIS S.p.A.
Pessa Giuseppe, SELC scarl
Rismondo Andrea, SELC scarl
Rizzardi Silvia, ARPAV
Vanin Sarah, ARPAV
Zanetto Marco, THETIS S.p.A.

Progetto grafico:

Giorgia Revelli



Abituati a vivere nell'ambiente pesantemente trasformato delle nostre città, facciamo fatica a sentirci coinvolti quando si sente parlare di risorse naturali, di aree di pregio ambientale, soprattutto se le stesse sono difficilmente collocabili nella nostra realtà quotidiana come possono esserlo le *tegnùe*, nascoste anche decine di metri sotto il mare. L'unico modo che abbiamo per riappropriarci del senso di appartenenza verso una Natura che spesso sentiamo troppo estranea è quello di provare ad avvicinarla, studiarla e conoscerla meglio.

L'opera presente è il coronamento di un progetto che ha coinvolto sinergicamente l'Agenzia per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto e il Museo di Storia Naturale di Venezia in una fruttuosa collaborazione tra enti pubblici che ha avuto come obiettivo principale lo studio e la valorizzazione degli affioramenti rocciosi dell'Alto Adriatico attraverso indagini di carattere squisitamente tecnico-scientifico, come quelle raccolte in questo volume, ma anche con iniziative che hanno previsto la realizzazione di materiale divulgativo e attività di sensibilizzazione dei cittadini e dei turisti delle coste del Veneto.

Il coinvolgimento sin dalle prime fasi di diversi attori, a cominciare dal generoso contributo dei professionisti del mare, pescatori e associazioni di subacquei che hanno trasferito con entusiasmo informazioni preziose raccolte nel corso di molti anni di esplorazione delle acque venete, per finire con i ricercatori, in particolar modo dell'Università di Venezia, e con il personale tecnico del Consorzio Venezia Nuova che hanno reso disponibile un'importante fonte di dati, è da considerarsi un valore aggiunto ai risultati del progetto. Un lavoro di sapiente e certosina riorganizzazione dei diversi tasselli che compongono il mosaico della conoscenza dei fondali del nostro mare, una base preziosa su cui poi sono state sviluppate tutte le altre attività.

Uno degli obiettivi principali che l'Agenzia si era prefissa prima dell'esecuzione pratica del progetto, il cui sviluppo è abilmente descritto nelle diverse sezioni che compongono il presente volume, è stato quello di effettuare per la prima volta una ricognizione organica e sistematica delle principali aree rocciose distribuite nelle profondità delle acque marino-costiere regionali e predisporre contestualmente una metodologia di indagine oggettiva e ripetibile per diverse tipologie di affioramento così da costituire un importante punto di riferimento anche per successivi studi e ricerche.

Da parte mia, che ho promosso questa importante produzione di lavoro, vanno i più sentiti ringraziamenti agli esperti che lo hanno realizzato e che hanno reso quindi possibile la stesura di questa sintesi con l'augurio che costituisca per tutti un'interessante lettura.

Il Direttore Generale di ARPAV
Avv. Andrea Drago



Indice

Linee progettuali afferenti al tema “tegnùe”	pag. 8
Introduzione sul contesto territoriale	pag. 10
Descrizione obiettivi, avvio del progetto. Ricerca bibliografica e revisione critica delle fonti	pag. 14
Avvio del progetto. Interviste e mappatura	pag. 18
Aspetti geomorfologici	pag. 27
Indagini idrografiche e morfologiche	pag. 28
Indagini granulometriche e mineralogiche	pag. 56
Aspetti biologici	pag. 59
Metodologie	pag. 60
Comunità fitobentoniche di substrato solido	pag. 62
Comunità macrozoobentonica di substrato solido	pag. 80
Comunità macrozoobentonica di substrato incoerente	pag. 108
Studio dei popolamenti ittici della tegnùa D’Ancona	pag. 126
Il Sistema Informativo Tegnùe	pag. 135
Conclusioni	pag. 148
Bibliografia	pag. 152
Schede di documentazione	pag. 159
Allegati:	
Elenco specie raccolte durante il progetto	pag. 183
Mappa 1 - Localizzazione aree indagate	
Mappa 2 - Tegnùa Caorle	
Mappa 3 - Tegnùa D’Ancona	
Mappa 4 - Tegnùa Malamocco	
Mappa 5 - Tegnùa Sorse	
Mappa 6 - Tegnùa Venezia	
Mappa 7 - Tegnùa Cavallino Vicina	
Mappa 8 - Tegnùa Cavallino Lontana	

Linee progettuali afferenti al tema “tegnùe”

L’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto ha avviato la ricerca inerente le aree marine di pregio ambientale denominate *tegnùe* presenti nel Golfo di Venezia a partire dal 2003, usufruendo di tre diverse linee di finanziamento di seguito elencate e descritte brevemente.

1. Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A / Phare CBC Italia – Slovenia

Con Delibera della Giunta Regionale n. 3596 del 10 Novembre 2000 è stata approvata la proposta di documento congiunto di programmazione INTERREG IIIA / Phare CBC Italia – Slovenia 2000 – 2006 per il sostegno alla collaborazione transfrontaliera fra le tre Amministrazioni coinvolte: Regione Veneto, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e Repubblica di Slovenia. Successivamente con deliberazione della Giunta Regionale n. 537 del 28 Febbraio 2003, è stata approvata la realizzazione, da parte di ARPAV, del progetto a regia regionale cod. AAVEN111034 “Sviluppo delle attività di studio e monitoraggio sull’evoluzione dell’ecosistema marino costiero ai fini della tutela, della gestione integrata e della valorizzazione della risorsa “mare” nell’ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG III A / Phare CBC Italia – Slovenia, della dimensione finanziaria di 4.285.715.

Il programma multiprogetto proposto da ARPAV, presentato con la regia regionale, ha perseguito i seguenti obiettivi:

- Istituire il Polo Regionale Veneto dell’Osservatorio Alto Adriatico.
- Coordinare ed integrare le attività sul mare tra enti, organismi ed istituti di ricerca.
- Fornire supporto tecnico-scientifico e di servizio alle politiche regionali e alle decisioni per il risanamento e per la tutela della qualità delle acque marino-costiere.
- Creare aree tematiche comuni, condivise ed integrate con i partner di progetto e transfrontalieri.
- Gestire in maniera ordinata ed unitaria il tema ambientale mediante l’istituzione di una BANCA DATI MARE VENETO.
- Realizzare un controllo finalizzato alla tutela dall’inquinamento.

- Valorizzare e supportare le attività turistiche.
- Tutelare e valorizzare le aree di interesse naturalistico.
- Promuovere e diffondere l’informazione per una cultura di educazione ambientale.

In particolare l’azione D denominata *Le tegnùe dell’Alto Adriatico. Valorizzazione della risorsa marina attraverso lo studio di aree di pregio ambientale* ha permesso di attivare il primo studio a scala regionale inerente gli affioramenti rocciosi presenti nel Golfo di Venezia.

Nell’anno 2004 sono stati assegnati ad ARPAV ulteriori due progetti sul tema *tegnùe*, che hanno permesso di ampliare lo studio iniziale:

1. VI Piano nazionale triennale della Pesca e dell’Acquacoltura “Le *tegnùe*: studio di alcune aree di particolare interesse ambientale ai fini della valorizzazione delle risorse alieutiche locali e della tutela naturalistica” le cui attività sono state supervisionate dalla Segreteria Regionale Settore Primario, Unità di Progetto Caccia e Pesca.
2. Programma di Iniziativa Comunitaria Leader Plus “Interventi per la salvaguardia e la valorizzazione di un’oasi marina di ripopolamento denominata *Tegnùà* di Porto Falconera”, su incarico del Comune di Caorle.

Questi due progetti aggiuntivi hanno permesso di conseguire un sensibile incremento della superficie investigata e un maggiore dettaglio delle rilevazioni, offrendo la possibilità di confrontare aree di diversa localizzazione e, in particolare il VI PIANO PESCA, ha permesso di introdurre nel sistema integrato di governo regionale del mare anche i temi della pesca e dell’acquacoltura.

2. “Le *tegnùe*: studio di alcune aree di particolare interesse ambientale ai fini della valorizzazione delle risorse alieutiche locali e della tutela naturalistica”. VI Piano Nazionale Triennale della Pesca e dell’Acquacoltura (Legge n.41 del 17.02.82). MISURA 3 - Ricerca applicata alla pesca ed all’acquacoltura (studi e ricerche sugli ecosistemi marini).

L’obiettivo specifico del progetto consiste nell’approfondimento dello studio sullo sforzo di pesca e sulla componente ittica di interesse economico anche mediante campagne di campionamento che utilizzano reti da posta a cadenza mensile, finalizzato alla valorizzazione delle risorse ittiche a fini alieutici.

L’indagine condotta da ARPAV ha analizzato la composizione specifica della fauna ittica di interesse alieutico in prossimità della *tegnùe* denominata D’Ancona, valutando le variazioni spaziali e temporali delle popolazioni.

Il finanziamento, erogato dalla Regione Veneto ad ARPAV con DGRV 1638 del 30 maggio 2003, è stato così composto:

Descrizione	Costi
Personale tecnico, collaborazioni, consulenze	110.000,00
Strumenti ed attrezzature	60.000,00
Mezzi nautici	50.000,00
Analisi di laboratorio	30.000,00
Elaborazioni informatiche e altre spese	28.401,90
Totale	278.401,90

3. LEADER PLUS “Interventi per la salvaguardia e la valorizzazione di un’oasi marina di ripopolamento denominata *Tegnùe* di Porto Falconera”

Il progetto fa parte del Piano Quadro “Caorle: un sistema per vivere le acque” elaborato dal Comune di Caorle nell’ambito del Piano di Sviluppo Locale “Dal Sile al Tagliamento”.

Il Piano di Sviluppo Locale, approvato dalla Regione Veneto con DGR 3446 del 29 Novembre 2002 e gestito dal Gruppo di Azione Locale Venezia Orientale, è stato finanziato con contributo comunitario dal Programma di Iniziativa Comunitaria Leader Plus.

Questi gli obiettivi generali del progetto:

- tutelare l’integrità delle *tegnùe* di Porto Falconera tramite l’istituzione di un’oasi marina di ripopolamento;
- promuovere lo sviluppo del turismo sostenibile e dell’educazione ambientale;
- completare la rete dei percorsi esistenti a Valle Vecchia e nell’area della Brussa;

- consentire una diversificazione all’attività di pesca tradizionale.

Nel 2004 il Comune di Caorle ha incaricato ARPAV per l’esecuzione di indagini preliminari, finalizzate alla ricognizione generale sui dati esterni, attività di analisi e laboratorio, in riferimento alla realizzazione dell’oasi marina di ripopolamento, per un ammontare di 36.200,00 Euro.

ARPAV ha caratterizzato sotto il profilo morfologico, strutturale, mineralogico e biologico, il gruppo di affioramenti denominati *Tegnùe* di Porto Falconera, impostando la ricerca come una delle previste linee progettuali sperimentali di approfondimento “Le *tegnùe* dell’Alto Adriatico” condotte dal Servizio Acque Marino Costiere - Osservatorio Alto Adriatico nell’ambito dei finanziamenti del Programma di Iniziativa Comunitaria INTERREG IIIA/Phare CBC Italia Slovenia 2000-2006.

Le tre linee progettuali (INTERREG, VI PIANO PESCA e LEADER PLUS), condotte da ARPAV tra il 2003 e il 2007 sono state ricondotte in un unico disegno progettuale organico e modulare, garantendo la massima unitarietà ed efficienza in ambito regionale agli interventi nel mare.

Complessivamente l’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto ha usufruito delle seguenti risorse finanziarie:

Progetto	Finanziamento
INT03	360.000,00
VI PESCA	278.401,90
LEADER PLUS	36.200,00
Totale	764.601,00

Il Direttore Tecnico di ARPAV
Sandro Boato

Introduzione sul contesto territoriale

Luca Mizzan

Il Golfo di Venezia rappresenta l'estremità più settentrionale dell'Adriatico, un mare stretto ed allungato, che spingendosi verso Nord raggiunge le latitudini più elevate del bacino Mediterraneo. La sua morfologia tende quindi a diminuire la velocità del ricambio delle acque, accentuando in tal modo le caratteristiche già peculiari del bacino. Il Golfo di Venezia presenta infatti un rapporto superficie/volume delle acque molto alto, determinato dalle esigue quote batimetriche (fondali raramente superiori ai 30 metri), che diminuisce il caratteristico effetto di "volano termico" tipico degli ambienti marini rispetto all'andamento climatico atmosferico. Ciò, unito alla collocazione latitudinale più alta del Mediterraneo e al sensibile apporto fluviale di elevati volumi di acque dolci e relativamente fredde (fiumi alpini a breve percorrenza in pianura), conferisce al bacino un andamento climatico estremamente peculiare. Mentre a fine estate la temperatura superficiale può infatti superare i 27°C, in inverno può scendere a valori inferiori a 6-7°C, passando quindi da caratteristiche temperato-calde/subtropicali in estate, a fredde/subpolari in inverno.

Tali caratteristiche termiche, unite alle sensibili influenze apportate dalle acque dolci di origine fluviale nell'abbassamento della salinità e nell'apporto di nutrienti e sedimenti di origine continentale, a cui si uniscono l'influenza termica e pluviometrica delle Alpi orientali ed i periodici venti freddi da Nord Est (Bora) caratterizzano ulteriormente i parametri idrologici delle acque del golfo, aumentando l'azione selettiva nei confronti delle specie che ne costituiscono i popolamenti (SACCHI *et al.*, 1989).

Le stesse comunità marine delle coste del bacino settentrionale Adriatico presentano in effetti la significativa assenza di alcune specie tipicamente mediterranee, fenomeno per questo definito come "lacuna alto adriatica" (SACCHI, 1977; SACCHI *et al.*, 1983, 1985, 1989). All'assenza di queste specie si somma invece la presenza di specie tipiche di aree più settentrionali, ad affinità atlantico-boreale, quali *Fucus virsoides* e *Littorina saxatilis* conferendo al Golfo di Venezia caratteristiche dal punto di vista ecologico e biogeografico di affinità subatlantiche (SACCHI, 1979; SACCHI *et al.*, 1983; 1985, 1989; OCCHIPINTI, 1995; BIANCHI, 1983; BOERO e RINALDI, 2008).

Le principali correnti nel bacino Adriatico presentano percorso antiorario, provenendo dalle zone più meridionali e risalendo il bacino costeggiandone i margini orientali fino alle coste Dalmato-Istrianne, inarcandosi nel Golfo di Venezia per ridiscendere le coste occidentali della penisola italiana fino a tornare nel Mediterraneo centrale. Queste correnti apportano nell'Alto Adriatico, e nelle coste venete in particolare, acque sensibilmente

più fresche ed ossigenate durante il periodo estivo, ed al contrario più calde durante il periodo invernale.

Il grande apporto di nutrienti e il particolarmente favorevole andamento termico per ampi periodi dell'anno conferiscono al Golfo di Venezia, ed alle coste occidentali di questo in particolare, acque molto ricche di plancton e di sedimenti di origine terrigena, che ne determinano l'estrema ricchezza trofica e biologica, diminuendone però sensibilmente la limpidezza.

Anche a causa della scarsa limpidezza dell'acqua i fondali delle coste occidentali del Golfo di Venezia, pur poco profondi, non ospitano attualmente praterie di fanerogame marine, se non all'interno di bacini lagunari come la Laguna di Venezia e di Marano.

Dal punto di vista geologico i fondali delle coste venete, come tutto il Golfo di Venezia nella sua porzione centro occidentale, risultano una paleovalle alluvionale che durante l'ultimo periodo glaciale, fra i 120.000 ed i 18.000 anni fa, periodo in cui il livello del mare era inferiore di quasi 90 m all'attuale, si spingeva dalle Prealpi venete fino all'altezza di Pescara. Lo strato dei sedimenti alluvionali del periodo würmiano raggiunge spessori considerevoli, 30 m a Venezia e decine di metri al largo delle coste, e risultano ricoperti da strati significativi di sedimenti olocenici solamente lungo la fascia costiera (FAVERO, 1979). Il paleosuolo di questa antica pianura alluvionale, costituito da un particolare strato di argille e limi compattati dall'essiccamento durante il lungo periodo di emersione, prende il nome di *caranto*, e si trova quindi oggi coperto da sedimenti più recenti a profondità variabili da 1-2 a oltre 20 metri, in base alla storia recente delle diverse aree (CAVAZZONI, 1995).

La linea costiera ha subito infatti continui spostamenti, con ingressioni marine ben oltre la linea attuale, seguite da regressioni anche dovute al continuo apporto di sedimenti di origine fluviale. Si è quindi in presenza di una piattaforma costiera che si avvicina alla costa, in una batimetrica di -25 m, in una zona in cui la sedimentazione recente è stata rilevante, ed una zona più esterna in cui la deposizione di materiali recenti è stata quasi nulla. Tali vicissitudini si possono leggere anche nella pendenza dei fondali, ovvero nella distanza fra le batimetriche. Le pendenze minime si ritrovano infatti di fronte alle coste del veneziano, dove maggiore è stata la stabilità delle linee di costa, mentre pendenze maggiori si trovano ad Est, in corrispondenza di zone in cui la linea di costa è avanzata di oltre 4 Km e a Sud-Ovest, in cui l'avanzamento costiero sotto l'azione dell'Adige ha superato i 15 km.

Gli attuali fondali delle coste occidentali alto adriatiche e venete in particolare sono pertanto rappresentati da

distese sabbiose-fangose con prevalenza delle diverse frazioni in base all'idrodinamica locale, alla profondità, alla distanza dalla costa e all'influenza di apporti terrigeni costieri di origine fluviale. In generale i fondali decrescono molto dolcemente spostandosi dalla costa verso il largo, con una contemporanea generale diminuzione della frazione sabbiosa ed un conseguente aumento della componente sottile (fangoso limosa) del fondale. Fanno eccezione aree, talora estese, di fondali prettamente sabbiosi, anche con strati di 2-4 m, resti probabilmente di paleodune costiere risalenti ad epoche in cui la linea di riva era più avanzata, caratterizzate dalla presenza di cospicue comunità del mollusco bivalve edule *Callista chione*, localmente chiamato "fasolaro".

Per il resto i popolamenti circostanti sono quindi costituiti essenzialmente da specie tipiche dei substrati mobili sabbioso-fangosi (bentoniche e necto-bentoniche), mentre più simili a quelle degli altri bacini mediterranei appaiono le specie pelagiche che, stabilmente o periodicamente, abitano queste acque, pur con una caratteristica abbondanza del pesce "azzurro" basata proprio sulla ricchezza di disponibilità trofiche negli anelli inferiori della catena alimentare marina.

Solo localmente, in ristrette aree a fondali con substrati solidi di natura artificiale o naturale, compaiono specie diverse, tipiche dei fondali rocciosi, che grazie alla ricchezza dell'ambiente sono allora presenti in popolamenti particolarmente abbondanti pur su aree di norma estremamente limitate. Tali biotopi, molto peculiari, sono rappresentati da relitti di provenienza antropica (per lo più scafi di naviglio di varie dimensioni) o da affioramenti rocciosi naturali, denominati localmente "tegnùe".



Fig. 1 - Rappresentazione del bacino Adriatico durante l'ultimo periodo glaciale

Le tegnùe: generalità

Da secoli i pescatori delle coste venete conoscono l'esistenza di ristrette zone, sparse a diverse profondità ed in diverse aree, in cui il fondale, normalmente fangoso o sabbioso, si presenta d'un tratto duro e roccioso, in corrispondenza delle quali le reti si impigliavano e spesso si perdevano. Queste aree, denominate localmente proprio per questo "tegnùe", dalla translazione dialettale di tenere o trattenere, erano da un lato temute dalla maggioranza dei pescatori per i danni che potevano portare alle loro attrezzature, dall'altro ricercate e i segreti della loro localizzazione gelosamente custoditi da quei rari pescatori che si ingegnavano a pescarvi nei pressi, riuscendo a raccogliere pesce pregiato altrimenti difficilmente rinvenibile nelle nostre acque.

Solo nel 1966 Stefanon dà notizia della scoperta di ristrette aree caratterizzate da fondale roccioso di natura particolare, tanto da denominarle, per analogia a strutture simili presenti nelle acque della California, "beachrock" (STEFANON, 1966). Lo stesso Stefanon insieme a Mozzi evidenziano nel 1972 la presenza di biotopi a substrati solidi di natura però ancora diversa, essendo chiaramente di origine organogena (frutto cioè di organismi incrostanti costruttori) (STEFANON & MOZZI, 1972). In realtà l'esistenza di questi biotopi rocciosi, ed addirittura alcune notizie sulla loro natura erano già note non solo ai pescatori, che come abbiamo visto tendevano di norma ad evitarle, ma da quasi due secoli anche a livello accademico. Data infatti l'anno 1792 il basilare lavoro di faunistica adriatica dell' Abate Giuseppe Olivi dal titolo "Zoologia Adriatica" in cui il dotto redattore dà notizia di "... elevazione di qualche masso calcareo nudo durissimo, il quale sorge isolato dal fondo molle. Tali eminenze, dette volgarmente *Tegnùe*, conosciute ed aborrite dai nostri pescatori... esistono dirimpetto a Maran, a Caorle, ai Treporti, ... soprattutto dirimpetto a Malamocco ed a Chioggia, e dal volgo sono creduti residui di due antiche Città sprofondate per una impetuosa inondazione dal mare"... Il fatto che di questa segnalazione e della stessa loro esistenza venne persa la memoria non è peraltro un fatto nuovo in campo scientifico.

Alla denominazione locale di *tegnùe* si riconducono oggi genericamente gli affioramenti rocciosi naturali che si distribuiscono in modo discontinuo nell'area occidentale del Golfo di Venezia, in batimetriche comprese fra gli 8 ed i 40 m. Strutture simili, denominate trezze, sono presenti anche nell'area orientale del bacino, nel Golfo di Trieste (CARESSA *et al.*, 2001; GORDINI *et al.*, 2004). Da questi ultimi studi, che hanno individuato centinaia di affioramenti al largo di Grado e di Marano, la distribuzione complessiva di queste strutture rocciose appare interessare l'intero Golfo di Venezia, dalle Foci dell' Isonzo all'area Nord delle foci del Po. Le aree di maggiore concentrazione si confermano localizzate al largo di Marano, Grado, Cavallino (Treporti) Malamocco e Chioggia, esattamente come riportato oltre due secoli fa dal dotto studioso chioggiotto (OLIVI, 1792).

Le dimensioni possono essere molto diverse, variando dai pochi metri quadri alle diverse migliaia di metri quadri nelle maggiori, con elevazioni dal fondale che passano dai pochi decimetri nelle formazioni basse e tavolari, talora definite "lastrure", ad alcuni metri in quelle più alte, spesso localizzate a maggiore profondità.

Numerosi studi geologici hanno permesso una tipizzazione degli affioramenti sotto il profilo morfologico e strutturale (STEFANON 1966, 1967, 1970, 2001; BRAGA & STEFANON, 1969; STEFANON & MOZZI 1972; NEWTON & STEFANON, 1975, 1976; ANDREOLI, 1979, 1981; CARESSA *et al.*, 2001; GORDINI *et al.*, 2002, 2004; GIOVANARDI *et al.* 2003) riconducendole essenzialmente a tre diverse tipologie:

- Rocce sedimentarie clastiche formate per cementazione carbonatica di sedimenti (sabbie) o detrito organogeno (essenzialmente tanatocenosi a molluschi), probabilmente legati a fenomeni di variazione del livello marino in epoche geologicamente recenti, denominate comunemente "beachrocks". Presentano spesso l'aspetto di lastre suborizzontali, emergenti dal fondo per spessori molto variabili, con inclinazione di norma molto lieve, cosa che ne determina la facile sommersione da parte di sedimenti, così come, invece, al predominare dell'azione erosiva delle correnti si possono determinare emersione di nuove strutture o lo scavo di depressioni e cavità lungo le zone perimetrali.
- Rocce sedimentarie di deposito chimico, la cui genesi sarebbe legata all'emersione di gas metano dal fondo e dalla reazione di questo con l'acqua marina con l'innesco di un processo che può determinare la precipitazione di carbonati con cementazione dei sedimenti. Successive azioni erosive provocherebbero l'emersione delle strutture.
- Rocce organogene, ovvero strutture prodotte dall'azione di organismi costruttori, vegetali e animali, il cui scheletro calcareo stratificandosi può formare strutture di discreto spessore. Un tale processo generativo porta a morfologie estremamente varie ed irregolari, con formazioni ricchissime di porosità, micro e macro cavità dovute alla diversa velocità ed irregolarità di accrescimento dei vari organismi costruttori.

Spesso le diverse tipologie coesistono, in diversi casi le formazioni organogene possono svilupparsi sopra strutture di natura sedimentaria, ricoprendole con strati di spessore variabile, allo stesso modo in cui possono colonizzare substrati artificiali di origine antropica.

In ogni caso le strutture organogene sono costituite essenzialmente da Alghe calcaree, Briozoi, Serpulidi e Cnidari incrostanti (STEFANON & MOZZI, 1972; BOLDRIN, 1979; MIZZAN, 1992). L'importanza ai fini costruttivi della frazione vegetale su quella animale è molto variabile e soggetta essenzialmente a fattori di luminosità, ovvero legati alla profondità ed alla torbidità delle acque. Data

la morfologia molto irregolare, le superfici ricchissime di microanfratti e rugosità, l'origine biologica e la caratteristica elevata diversità specifica queste strutture sono spesso denominate "reefs" e confrontate con le strutture coralline dei mari tropicali, che tuttavia derivano dall'azione di organismi ermatipici che necessitano acque calde e limpide, mentre le nostre *tegnùe* data la locale torbidità delle acque non dipendono sostanzialmente sotto il profilo trofico da processi fotosintetici a livello bentonico. L'elevata torbidità dovuta alla grande quantità di materiale in sospensione se da un lato riduce la luminosità al fondale, dall'altro costituisce un inesauribile fonte di nutrimento per filtratori e detritivori, che costituiscono infatti l'elemento dominante, anche quantitativamente, in queste comunità (MIZZAN, 2000; CASELLATO *et al.*, 2005).

Distribuite da meno di un miglio dalla costa a oltre il limite delle acque territoriali e a profondità tanto diverse le condizioni ambientali risultano altrettanto variabili e si sommano alla già evidenziata eterogenità morfologica e strutturale degli affioramenti. Si sviluppano così comunità diversificate sia fra i diversi siti sia all'interno degli stessi biotopi in un mosaico di microambienti che rende piuttosto complesso lo studio e la comparazione delle comunità presenti (GABRIELE *et al.*, 1999; MIZZAN, 2000). La già citata peculiarità ambientale dell'Alto Adriatico e del Golfo di Venezia in particolare, con i caratteri di subatlantismo precedentemente delineati, concorrono a rendere peculiari i popolamenti di questi affioramenti, simili ma non sovrapponibili con altre comunità affini di substrato duro del Mediterraneo.

Queste comunità, in base alla diversa localizzazione dei biotopi, sono infatti riconducibili a biocenosi appartenenti sia al piano Infralitorale che a quello Circalitorale, con molte entità sciafile, ma con la contemporanea presenza anche di specie fotofile (MIZZAN, 1992, 1994; CUREL *et al.*, 2001). Tuttavia, come evidenziato già in precedenza (MIZZAN, 1992) e confermato dai risultati di questa ricerca, anche nei fenomeni di biocostruzione in questi biotopi l'apporto della componente vegetale appare molto limitato in relazione a quello determinato dalla componente zoologica, differenziandosi sensibilmente in questo senso dal Coralligeno di cui presenta, comunque, numerose specie caratteristiche (BALLESTEROS, 2006).

Molti affioramenti, in particolare quelli di maggiori dimensioni, sono circondati da una cintura di detrito grossolano, di ampiezza variabile fino a diversi metri, accumulato dall'azione delle correnti, caratterizzata da comunità principalmente afferibili al Detritico Costiero (MIZZAN, 1992, 1994). Non è escluso che piccoli affioramenti possano addirittura derivare da fenomeni di biocostruzione innescati su grandi accumuli di detrito depositatisi negli avvallamenti fra dune fossili, come osservato al largo di Jesolo (MAGISTRATO ALLE ACQUE, 2006) o determinati, almeno in passato, dalla presenza di popolazioni particolarmente dense di *Pinna nobilis*. Quest'ultimo caso, già ipotizzato da Newton e Stefanon

(NEWTON E STEFANON, 1976) è stato verificato direttamente dallo scrivente alla fine degli anni '80 in alcune cosiddette "tartufere" al largo del Cavallino, strutture caratterizzate da detrito consolidato in piccole macchie di organogeno disposte irregolarmente su un'ampia area di spesso detrito conchigliifero. Nell'area diverse centinaia di esemplari di *Pinna nobilis* sporgevano dal fondale per oltre 30/40 cm determinando l'accumulo di un grossolano detrito conchigliifero, ricco di organismi incrostanti, ampiamente colonizzato dal pregiato tartufo di mare *Venus verrucosa*. Per questa peculiarità tali aree sono state soggette negli anni immediatamente successivi ad un'intensa pesca con turbosoffianti e probabilmente pesantemente impattate.

Gli studi condotti negli ultimi anni sull'aspetto biologico delle *tegnùe*, da Caorle a Chioggia (BOLDRIN, 1979; MIZZAN, 1992, 1994, 1995, 2000; GABRIELE *et al.*, 1999; PONTI, 2001; SORESI *et al.*, 2004; CASELLATO *et al.*, 2005, 2007; MOLIN *et al.*, 2008), sia pure di norma relativi a singole aree, hanno comunque permesso di delineare le caratteristiche principali delle comunità presenti nel loro complesso e molti aspetti della loro ecologia.

Importanza delle *tegnùe*

La presenza di "isole" di substrati solidi nella omogenea distesa di fondali sabbioso/fangosi crea, sia pure localmente, zone ricche di microambienti e gradienti ecologici che favoriscono un aumento della diversità specifica nei popolamenti. Su tali substrati si possono inoltre insediare organismi sessili che richiedono per l'adesione una superficie solida, assente nelle zone circostanti. La localizzazione di tali formazioni in acque naturalmente eutrofiche non eccessivamente profonde favorisce l'aumento della biomassa e del numero di specie grazie al supporto e la protezione offerte dal substrato solido, unite alla presenza di un gradiente verticale offerto dall'elevazione delle strutture dal fondale e l'enorme disponibilità alimentare sotto forma di materiale organico in sospensione o già sedimentato.

Si realizzano così "oasi" di estrema ricchezza biologica, con un incremento del numero delle specie presenti, ma anche con una notevole biomassa per unità di superficie. Tali aree risultano inoltre estremamente favorevoli per la deposizione di uova, capsule ovigere, larve o comunque forme riproduttive che necessitano di un solido ancoraggio. La presenza di numerosissime cavità e microanfratti e la contemporanea ricchezza e diversità dello spettro trofico disponibile favoriscono inoltre lo sviluppo delle forme giovanili di numerose specie riducendone la mortalità.

La ricchezza e la diversificazione delle disponibilità alimentari unite alla presenza di sicuri rifugi induce inoltre la presenza di specie ittiche pregiate legate preferenzialmente o esclusivamente a substrati solidi di tipo roccioso.

Gli equilibri all'interno di biocenosi così complesse sono determinati da articolate interazioni fra fattori ambientali

e biologici, le cui variazioni possono modificare gli equilibri dinamici che le determinano.

Proprio la particolare abbondanza di anfratti e microambienti, unite all'ampia distribuzione di queste formazioni, dalle zone costiere a bassa profondità più direttamente influenzate dagli apporti continentali e dai fenomeni idrodinamici superficiali, a quelli più al largo, su un maggiore battente d'acqua, in regime di alta sedimentazione e bassa luminosità, sembrano determinare una marcata diversificazione delle comunità anche fra le stesse *tegnùe*.

Scopo di questa ricerca era proprio fornire un quadro, per la prima volta raccolto contemporaneamente su aree sparse al largo delle coste dell'intero Veneto, rappresentativo di queste variabilità e delle caratteristiche invece comuni di questi particolari e preziosi biotopi marini.

Descrizione obiettivi, avvio del progetto. Ricerca bibliografica e revisione critica delle fonti

Silvia Rizzardi, Francesca Boscolo

Gli affioramenti rocciosi naturali denominati *tegnùe* presenti in alcune aree della costa veneziana costituiscono, secondo i dati scientifici disponibili, biotopi di eccezionale valenza ecologica, sia ai fini ambientali che a quelli alieutici, sia come zone di ripopolamento naturale, di riproduzione, nursery e rifugio per numerose specie ittiche pregiate.

A tale importanza ai fini dell'ecologia del sistema marino costiero e della sua produttività non segue tuttavia un'adeguata conoscenza di questi biotopi dei quali, ad esempio, non esiste nemmeno una conoscenza certa ed affidabile della localizzazione, consistenza ed effettiva estensione.

Le ricerche condotte da ARPAV si sono proposte di colmare alcune delle lacune conoscitive sul tema, cercando di definire uno standard di riferimento per lo sviluppo di azioni locali efficaci, basate su procedure sperimentate, in grado di fornire dati compatibili ed utilizzabili dal sistema.

È stato così sviluppato, in collaborazione con il Museo di Storia Naturale di Venezia, un progetto di indagine basato sulle più aggiornate conoscenze disponibili sul tema, utilizzando il *know-how* sviluppato dal Museo in anni di ricerche sulle *tegnùe* dell'Adriatico anche in collaborazione con altri Enti ed Istituti, relativamente a metodologie, attrezzature e metodiche analitiche. La collaborazione fornita dal Magistrato alle Acque, attraverso il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, ha inoltre reso possibile ottimizzare l'attività di individuazione delle aree di ricerca, evitando le aree già indagate nel corso di studi precedentemente condotti dallo stesso Consorzio a favore di altre aree inesplorate e potenzialmente interessanti da un punto di vista scientifico (*vedi mappa 01 in allegato*).

L'indagine si è sviluppata attorno ai seguenti obiettivi principali:

- acquisizione, organizzazione ed elaborazione del materiale esistente sulla localizzazione e sulle caratteristiche generali degli affioramenti;
- esplorazione di un numero cospicuo di affioramenti distribuiti in maniera rappresentativa nell'area di studio;
- programmazione di un piano di studio delle comunità biologiche delle *tegnùe* compatibile con le risorse economiche a disposizione del progetto, in grado di essere agevolmente applicato ad aree diverse per garantire la contemporaneità nella raccolta dei campioni;
- verifica delle eventuali differenze tra le comunità

macrobentoniche presenti (biologia, ecologia, ecc.) negli affioramenti esplorati e analisi critica delle differenze riscontrate;

- analisi delle relazioni esistenti tra la comunità macrobentonica e le variabili ambientali;
- predisposizione di un Sistema Informativo Territoriale per la raccolta e archiviazione dei dati sperimentali e l'elaborazione di cartografia tematica.

All'interno dell'area generale, ovvero l'area costiera del Veneto entro le 12 miglia (*Fig. 1*), sono state individuate, compatibilmente con le informazioni e le risorse disponibili, aree di particolare interesse per aspetti ambientali, naturalistici, alieutici sulle quali svolgere la caratterizzazione ambientale ed ecologica.



Fig. 1 - Area interessata dal progetto

La scelta delle aree da investigare è stata effettuata sulla scorta dei dati raccolti ed elaborati relativi alla localizzazione di affioramenti noti presso le diverse fonti disponibili: pubblicazioni scientifiche, riviste ed altre realizzazioni editoriali, fonti dirette quali pescatori, subacquei e altri operatori professionali del mare.

Parallelamente è stata eseguita una verifica dei vincoli e delle concessioni presenti nell'area generale di studio, al fine di escludere dalla ricerca le aree incompatibili per destinazione d'uso o altro (ad esempio concessioni per molluschicoltura, poligoni militari, ecc.).

Individuate le aree di studio, si è proceduto con la progetta-

zione e realizzazione della campagna idrografica per l'identificazione e localizzazione precisa degli affioramenti sui quali effettuare le successive indagini biologiche.

Sono state monitorate sette aree, sei della dimensione di 6 Km² ciascuna e una di dimensione ridotta, 1,40 Km², corrispondente all'area denominata Cavallino Lontana.

I siti indagati nel presente lavoro sono distribuiti nell'area di studio lungo il litorale veneziano a distanze diverse dalla linea di costa (Fig. 2).

Una volta scelte le aree di indagine si è pianificata la ricerca in mare consistente in:

- rilievi Side Scan Sonar e batimetrici di dettaglio per l'identificazione precisa degli affioramenti;
- riprese video e fotografiche;
- campagne di campionamento biologico e litologico;
- pesche mensili (da gennaio a settembre 2005) per la valutazione degli stock ittici, svolte sull'affioramento denominato *tegnù* D'Ancona.

Nome del sito	Distanza dalla costa (km)	Profondità fondale (m)											
1. Caorle	3	da -8 a -12											
2. D'Ancona	7,7	da -16 a -21											
3. Malamocco	1,7	4. Sorse	19,6	da -19 a -24	5. Venezia	16,4	da -18 a -21	6. Cavallino Vicina	4,5	da -14 a -17	7. Cavallino Lontana	10	da -16 a -23
4. Sorse	19,6	da -19 a -24											
5. Venezia	16,4	da -18 a -21											
6. Cavallino Vicina	4,5	da -14 a -17											
7. Cavallino Lontana	10	da -16 a -23											

Le attività ed i risultati relativi alle pesche scientifiche

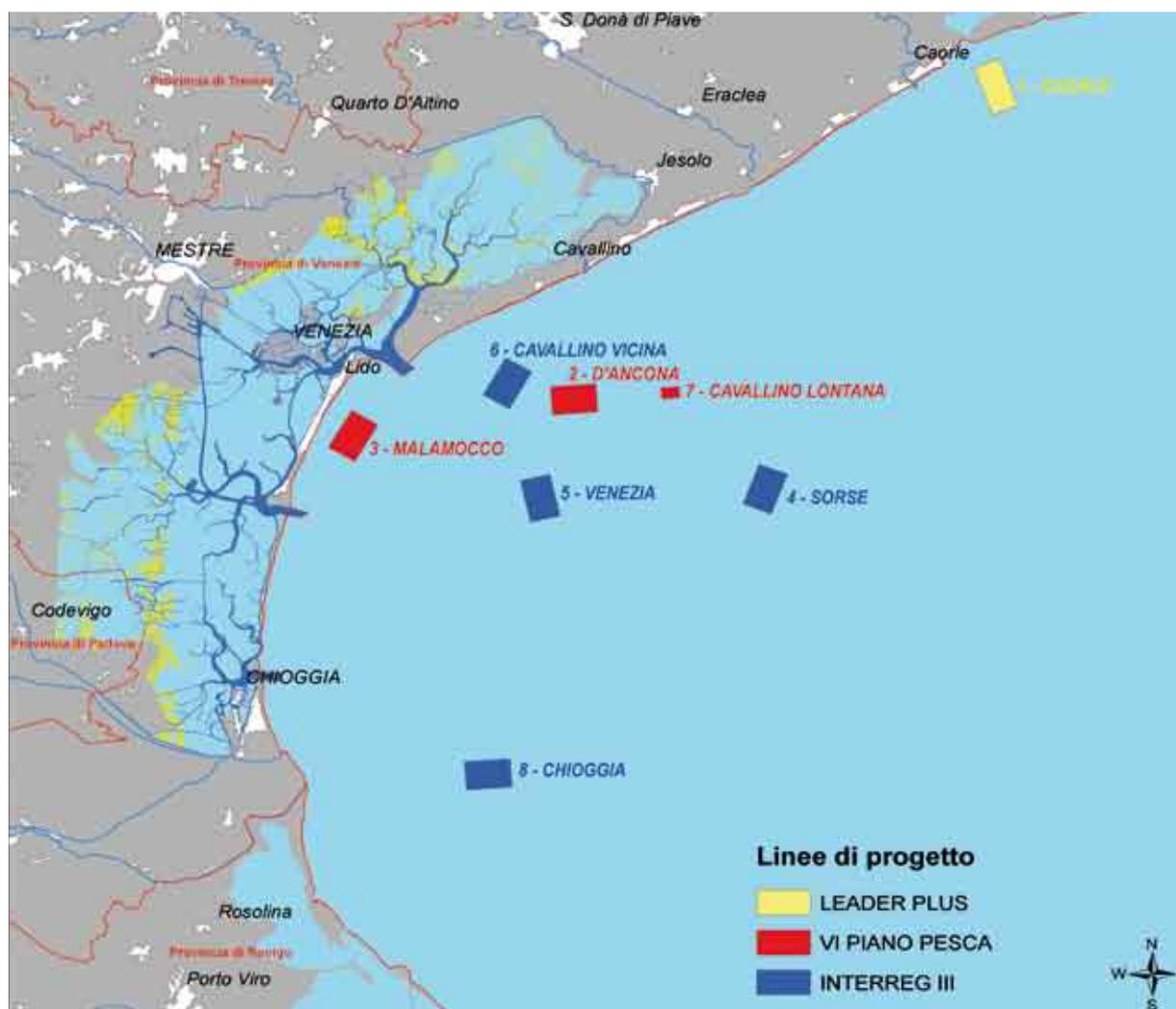


Fig. 2 - Distribuzione delle aree di indagine nelle diverse linee di progetto

rientrano nello studio denominato "*Le tagnùe: studio di alcune aree di particolare interesse ambientale ai fini della valorizzazione delle risorse alieutiche locali e della tutela naturalistica*" finanziato dal VI Piano Nazionale Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura, Misura 3: Ricerca applicata alla pesca ed all'acquacoltura (studi e ricerche sugli ecosistemi marini).

La campagna idrografica relativa alla *tagnùa* di Caorle è stata svolta nell'ambito del Progetto Leader Plus "Interventi per la salvaguardia e la valorizzazione di un'oasi marina di ripopolamento denominata *Tagnùa* di Porto Falconera".

Gli affioramenti individuati sono stati georeferenziati con sistemi satellitari di precisione (GPS differenziali - DGPS) e caratterizzati dal punto di vista morfologico e strutturale mediante rilevamenti batimetrici di precisione, con restituzione digitale tridimensionale dell'area e documentazione video, realizzata mediante veicolo subacqueo a guida remota (R.O.V.) dotato di telecamera digitale a colori.

Inoltre, la localizzazione degli affioramenti è stata riportata su cartografia ufficiale dello Stato n° 924, scala 1: 250.000, "da Porto Corsini all'Isola di Pago" n° 38, scala 1: 100.000 "dal Po di Goro a Punta Tagliamento". Le caratteristiche biologiche degli affioramenti sono state inoltre studiate, in prima battuta, mediante documentazione video e fotografica di dettaglio raccolta da operatore subacqueo e, in una seconda fase, mediante campionamenti di organismi operati su superfici rocciose note, previa documentazione fotografica mediante la tecnica del fotomosaico.

Sono stati inoltre raccolti campioni di roccia per verificarne la tipologia litologica ed i meccanismi di origine.

Tutti i campioni raccolti sono stati analizzati in laboratori specializzati al fine di fornire i dati richiesti sui popolamenti biologici e sulle caratteristiche strutturali delle rocce.

Inoltre, si sono prelevati dei campioni di substrato incoerente, lungo transetti in allontanamento dalla *tagnùa* al fine di determinare le eventuali differenze nella struttura delle comunità bentoniche che caratterizzano i sedimenti prossimi alle *tagnùe* rispetto alle comunità dei fondali incoerenti distanti dalle stesse.

Allo scopo di analizzare la composizione specifica della fauna ittica di interesse alieutico in prossimità della *tagnùa* denominata D'Ancona e di osservare le variazioni spaziali e temporali delle popolazioni, sono state effettuate delle pesche scientifiche mensili, da gennaio a settembre 2005.

I dati raccolti durante gli studi dai rilievi idrografici, ovvero localizzazione, dimensioni, morfologia, e dalle analisi di laboratorio e dalla documentazione video e fotografica, ovvero struttura e composizione dei popolamenti presenti e natura ed origine delle strutture rocciose, sono stati inseriti in un Sistema Informativo Geografico (GIS) appositamente sviluppato.

Le elaborazioni operate dal sistema sui dati raccolti hanno prodotto alcune mappe dettagliate e carte tematiche

sulle caratteristiche degli affioramenti in base alle dimensioni, morfologia, batimetrie, distanza dalla costa, valenze popolazionali, peculiarità ecologiche, forzanti locali ed influenze antropiche.

Le conoscenze così acquisite e la flessibilità e potenzialità offerte da tale strumento informativo possono costituire il sistema di riferimento per altre azioni sul tema condotte a livello locale ed il *know-how* di base per l'elaborazione su basi scientifiche di valutazioni in merito a progetti di valorizzazione e tutela di questi ambienti.

Le attività in mare sono state affidate all'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale di Trieste (OGS), mentre la parte tecnico-analitica è stata affidata alla RTI THETIS - Selc di Venezia. L'intero programma e tutte le attività sono state progettate e coordinate direttamente dal Settore Acque di ARPAV, con la consulenza scientifica del Museo di Storia Naturale di Venezia.



Fig. 3 - Ricche comunità biologiche tipiche di una tegrù

Avvio del progetto. Interviste e mappatura

Silvia Rizzardi, Sarah Vanin

Nel corso del 2004, come fase propedeutica alle ricerche in mare, è stata svolta una raccolta dati e ricerca d'archivio presso le diverse fonti disponibili: pubblicazioni scientifiche, riviste ed altre realizzazioni editoriali, fonti dirette quali pescatori, subacquei e altri operatori professionali del mare al fine di individuare le zone con maggiori potenzialità per la ricerca.

Fonti dirette

La ricognizione delle informazioni disponibili presso i professionisti del mare è avvenuta tramite interviste dirette e tramite la compilazione di schede appositamente predisposte.

Si è proceduto alla elaborazione di schede da sottoporre alle seguenti categorie di professionisti:

- ai subacquei soci dei club dell'associazione nazionale "Assodiving" che sono soliti immergersi in corrispondenza degli affioramenti rocciosi;
- ai pescatori professionisti, che solitamente scansionano il fondale tramite ecoscandaglio per evitare che le reti e gli strumenti da pesca possano incontrare le irregolarità del fondale.

Le informazioni richieste, se disponibili, hanno riguardato sia la localizzazione e georeferenziazione delle *tegnùe* note all'intervistato, sia le principali caratteristiche morfologiche ed ecologiche, quali dimensioni, tipologia dell'affioramento, comunità presenti, ecc.

Si è preferito differenziare i contenuti delle schede in due tipologie, integrando con alcuni contenuti più specifici quella rivolta ai subacquei, avendo quest'ultimi riportato una visione diretta dei biotopi segnalati.

La compilazione è stata effettuata direttamente dal professionista (sub o pescatore) con la consulenza e la supervisione di un operatore ARPAV, al fine di chiarire in tempo reale eventuali dubbi inerenti le modalità di compilazione delle schede e di garantire omogeneità nei criteri di giudizio tra i vari soggetti intervistati.

Un importante controllo è stato effettuato sulle informazioni riguardanti la localizzazione degli affioramenti al fine di definire per ciascuno di essi l'affidabilità del posizionamento e il range (raggio) di errore. L'analisi per definire tali parametri è stata effettuata tramite:

- controllo sui sistemi di riferimento per la georeferenziazione (geografici o cartografici);
- controlli incrociati tra dati provenienti da fonti diverse.

Tutti i dati raccolti sono stati verificati ed inseriti in apposito database strutturato su supporto geografico.

I dati raccolti comprendono oltre agli affioramenti rocciosi naturali, anche relitti sommersi di origine antropica.

Il Sistema Informativo ha permesso di elaborare delle mappe tematiche (*vedi mappe allegate*).

Ricerca dati bibliografici

Parallelamente alla ricerca presso i professionisti del mare, si è svolta una ricerca dei dati pregressi contenuti in studi e ricerche.

Si è realizzata una raccolta bibliografica di pubblicazioni, tesi di laurea, articoli scientifici e rapporti tecnici elaborati da enti e istituti di ricerca.

La maggior parte dei dati sono provenienti dagli archivi del Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università degli Studi di Venezia e del Museo di Storia Naturale di Venezia.

Il materiale, prevalentemente in forma cartacea, è depositato presso il Settore Acque di ARPAV.

Per gli studi in cui fossero identificati e localizzati degli affioramenti rocciosi, si è provveduto al loro inserimento in apposito database strutturato su supporto geografico.

Ricerca dei vincoli e destinazioni d'uso

Si è proceduto inoltre alla verifica delle aree soggette a vincoli fisici (impianti di molluschicoltura, scarichi a mare di impianti di depurazione), ambientali (aree caratterizzate da possibili fonti di inquinamento, aree protette, ecc.), amministrativi (aree di ancoraggio navi, scarichi bellici ecc.) o già interessate da studi conclusi, con metodologie compatibili, da altri soggetti ed in via di acquisizione. Tale ricerca ha determinato l'esclusione di tali ambiti dall'area di studio.

Si sono consultati principalmente la Capitaneria di Porto di Venezia e gli Uffici Regionali dei Geni Civili di Venezia e Rovigo, al fine di acquisire informazioni relative ai vincoli e alla destinazioni d'uso attuali e passate nella fascia costiera dell'Alto Adriatico entro le 12 miglia nautiche.

Particolarmente utili ai fini del progetto, per evitare dispendio di fondi ed ottimizzazione delle risorse, sono risultati i dati forniti dal MM.LL.PP. - Magistrato alle Acque di Venezia attraverso il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova. In particolare l'ubicazione di tutte le aree indagate in mare e gli affioramenti rocciosi individuati nelle loro campagne di ricerche per il prelievo delle sabbie nelle opere di ripascimento costiero condotte negli anni al largo delle coste venete.

I dati acquisiti sono relativi a:

- zone di ancoraggio;
- aree di molluschicoltura;
- Zone di Tutela Biologica (ZTB);
- depuratori con scarico in mare;
- aree già indagate con metodologie simili.

Tutti i dati raccolti sono stati verificati ed inseriti in apposito database strutturato su supporto geografico.
(vedi mappa 01 in allegato).



“LE TEGNÙE DELL’ALTO ADRIATICO, VALORIZZAZIONE DELLA RISORSA MARINA ATTRAVERSO LO STUDIO DI AREE DI PREGIO AMBIENTALE”

Scheda per il rilevamento delle tegnùe e degli affioramenti dell’Alto Adriatico

INTRODUZIONE

La presente scheda è stata predisposta dall'Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale del Veneto, istituito presso l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV).

La scheda rappresenta uno strumento per la raccolta e la classificazione di informazioni utili alla localizzazione e alla caratterizzazione di tegnùe nell'area regionale.

La compilazione della scheda da parte degli operatori del settore subacqueo disposti a collaborare con ARPAV rientra tra le attività della campagna di raccolta dati avviata dall'Osservatorio Alto Adriatico nell'esercizio delle proprie funzioni.

Ai subacquei disposti a collaborare si chiede di compilare una scheda distinta per ogni tegnùa o affioramento a loro noti (ad esempio, se sono a conoscenza dell'esistenza di cinque tegnùe, viene chiesta la compilazione di cinque schede).

È opportuno rispondere almeno alle domande della scheda indicate con i numeri seguenti (informazioni essenziali):

1. domande numero **1.1**, **1.2**, **1.3**, **1.5** della sezione 1 relativa ai dati generali;
2. domanda numero **2.5** della sezione 2 relativa alla localizzazione di tegnùe e affioramenti;
3. nessuna domanda della sezione 3 relativa alla caratterizzazione dell'ambiente circostante;
4. domanda numero **4.6** della sezione 4 relativa agli ulteriori rilievi effettuati;
5. domanda numero **5.2** della sezione 5 relativa ai dati storici.

Le domande sopra elencate vengono segnalate nella scheda con il carattere grassetto per ricordare che è opportuno rispondere per ottenere un livello minimo di compilazione.

Si incoraggia comunque una compilazione il più possibile esauriente anche delle restanti domande (informazioni complementari), compatibilmente con le informazioni in possesso e la disponibilità a fornirle. A questo proposito si tenga presente che, per le sole domande facoltative, è eventualmente possibile ricorrere anche a risposte parziali, purché espressamente specificato.

Si ringrazia per l'attenzione accordata.

Scheda n. (da compilare a cura del personale ARPAV) _____

1. DATI GENERALI

Si ricorda che, come specificato nell'introduzione, le parti scritte in grassetto devono essere necessariamente compilate (informazioni essenziali), mentre le restanti parti vanno compilate a discrezione del singolo (informazioni complementari).

1.1 Data di compilazione della scheda _____

1.2 NOME _____

1.3 COGNOME _____

1.4 PROFESSIONE _____

1.5 INDIRIZZO _____

1.6 N. TEL. _____

1.7 EMAIL _____

2. LOCALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DI TEGNÙE E AFFIORAMENTI

Si ricorda che, come specificato nell'introduzione, le parti scritte in grassetto devono essere necessariamente compilate (informazioni essenziali), mentre le restanti parti vanno compilate a discrezione del singolo (informazioni complementari).

2.1 Identificativo della tegnù/affioramento (se esistente) _____

2.2 Da quanti anni o mesi si effettuano immersioni sulla tegnù/affioramento in oggetto?

2.3 Immersioni totali effettuate sulla tegnù/affioramento in oggetto (n) _____

2.4 Data dell'immersione più recente sulla tegnù/affioramento in oggetto _____

Localizzazione della tegnù/affioramento

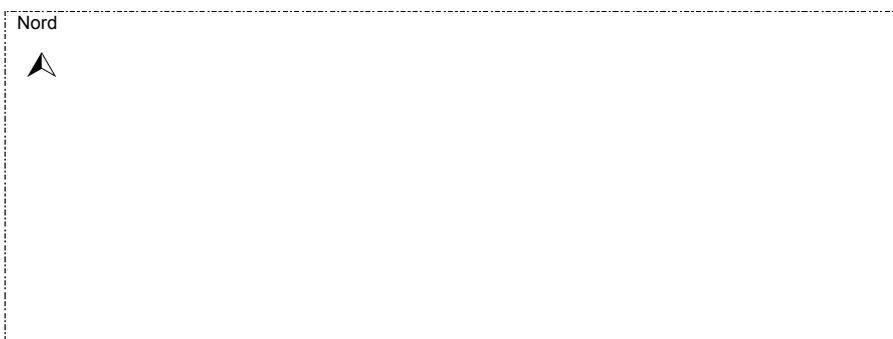
Si ricorda che, come specificato nell'introduzione, le parti scritte in grassetto devono essere necessariamente compilate (informazioni essenziali), mentre le restanti parti vanno compilate a discrezione del singolo (informazioni complementari).

2.5 Localizzare la tegnù/affioramento, elencando nella tabella sottostante le COORDINATE di uno o più punti rilevati sulla tegnù e il relativo DATUM.

PUNTI	COORDINATE		DATUM
	Latitudine	Longitudine	
1			
2			
....			
....			

2.6 Se possibile, riportare nello spazio sottostante un disegno schematico della tegnù/affioramento ed indicarvi sopra la posizione del/dei punto/i di localizzazione elencati alla domanda precedente

Nord



2.7 Accuratezza del GPS utilizzato (m) (se disponibile) _____

Si ricorda che, come specificato nell'introduzione, le parti scritte in grassetto devono essere necessariamente compilate (informazioni essenziali), mentre le restanti parti vanno compilate a discrezione del singolo (informazioni complementari).

2.8 Profondità del fondale circostante (m) _____
rilevata mediante _____

2.9 Altezza della colonna d'acqua sull'affioramento:
min (m) _____ max (m) _____ medio (m) _____
rilevato mediante _____

2.10 I dati relativi alla profondità del fondale circostante e all'altezza della colonna d'acqua includono la correzione di marea?

SÌ NO

2.11 Elevazione dell'affioramento dal fondale:
min (m) _____ max (m) _____ media (m) _____
rilevata mediante _____

2.12 Orientamento dell'asse maggiore (se esistente) _____

2.13 Lunghezza/estensione dell'affioramento:
asse maggiore (m) _____ asse minore (m) _____ area stimata (m²) _____

2.14 Tipologia prevalente dell'affioramento:

formato da sostanza organica roccioso misto detritico

artificiale altro

2.15 Aspetto morfologico della tegnù:

- nucleo unico e isolato
- insieme frazionato di più affioramenti simili (macchia di leopardo)
- nucleo principale accompagnato da uno o più affioramenti minori
- altro (specificare)

2.16 Forma dell'affioramento principale:

- lastrone circolare (tondeggiante)
- lastrone tabulare (allungato)
- corpo massiccio
- pinnacolo
- piano inclinato
- altro (specificare)
- Visione dall'alto
- Visione laterale

2.17 Bordi dell'affioramento principale:

- degradanti
- verticali
- "a gengiva"
- misti (specificare)
- altro (specificare)

2.18 Superficie dell'affioramento principale (possibile risposta multipla):

- continua e omogenea
- con fratture profonde
- con archi
- con fessurazioni
- con cavità
- altro (specificare)

2.19 Caratteristiche della comunità bentonica, ossia degli organismi che vivono sul fondo o in diretto contatto con esso (es. alghe, spugne, molluschi, crostacei, ecc.):

- molte specie, molti individui
- poche specie, molti individui
- molte specie, pochi individui
- poche specie, pochi individui
- altro (specificare)

2.20 Caratteristiche del necton, ossia degli organismi che nuotano attivamente nella colonna d'acqua (es. pesci):

- molte specie, molti individui molte specie, pochi individui
- poche specie, molti individui poche specie, pochi individui
- altro (specificare)

2.21 Si registra la presenza di specie pregiate?

- Sì NO

Se Sì, quali? _____

Eventualmente indicare nel disegno di cui alla domanda 2.6 i punti in cui si sono incontrati organismi di particolare pregio o significato ecologico.

3. CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE CIRCOSTANTE

Si ricorda che, come specificato nell'introduzione, le parti scritte in grassetto devono essere necessariamente compilate (informazioni essenziali), mentre le restanti parti vanno compilate a discrezione del singolo (informazioni complementari).

3.1 Si nota una progressiva variazione nelle comunità che popolano l'ambiente circostante alla tegnù/affioramento (es. un aumento degli individui e/o delle specie all'approssimarsi della tegnù)?

- Sì NO

3.2 Si sono registrate segnalazioni e/o si sono notate tracce di attività antropica nell'ambiente circostante alla tegnù?

- Sì NO

Se sì, specificare di che tipo (es. pesca sportiva, pesca professionale, ecc.)

3.3 Si nota la presenza di materiale depositato attorno alla tegnù?

- Sì NO

Se sì, specificare se si tratta di materiale di origine naturale (es. resti organici provenienti dalla tegnù stessa o dall'ambiente circostante) o antropica (es. rifiuti):

3.4 Tipologia del fondale circostante alla tegnù:

- sabbia fango
- misto altro

3.5 Morfologia del fondale circostante alla tegnù:

- piatto e continuo declinante

con depressioni/dossi altro (specificare)

4. ULTERIORI RILIEVI EFFETTUATI

Si ricorda che, come specificato nell'introduzione, le parti scritte in grassetto devono essere necessariamente compilate (informazioni essenziali), mentre le restanti parti vanno compilate a discrezione del singolo (informazioni complementari).

4.1 Disponibilità di rilievi con ecoscandaglio?

SÌ NO

4.2 Disponibilità di rilievi sonar?

SÌ NO

4.3 Disponibilità di riprese video?

SÌ NO

Se sì, specificare con quale mezzo _____

4.4 Disponibilità di foto?

SÌ NO

4.5 Altro (specificare) _____

4.6 È disposto a condividere l'eventuale materiale in Suo possesso con l'Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale del Veneto istituito presso l'ARPAV, per finalità di studio e ricerca?

SÌ NO

Se sì, a quali condizioni? _____

5. DATI STORICI

Si ricorda che, come specificato nell'introduzione, le parti scritte in grassetto devono essere necessariamente compilate (informazioni essenziali), mentre le restanti parti vanno compilate a discrezione del singolo (informazioni complementari).

5.1 È in possesso di dati storici relativi all'area in cui è situata la tagnù?

SÌ NO

5.2 È disposto a condividere gli eventuali dati storici in Suo possesso con l'Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale del Veneto istituito presso l'ARPAV, per finalità di studio e ricerca?

SÌ NO

Se sì, a quali condizioni? _____

5.3 Nel corso dei mesi/anni di attività sulla tagnù/affioramento in oggetto nota che siano intervenute modifiche significative sulla tagnù/affioramento e/o sull'ambiente circostante?

SÌ NO

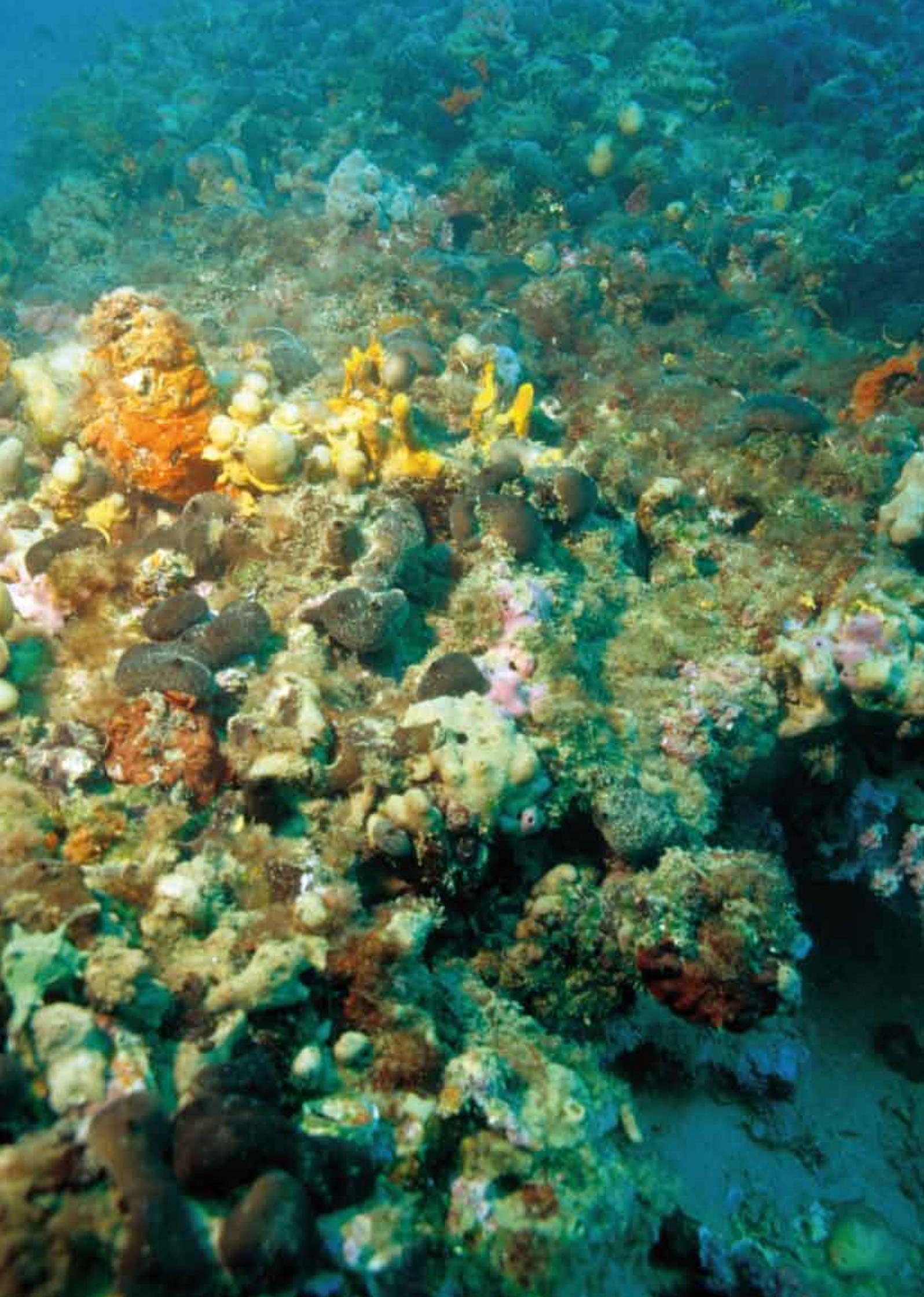
Se sì, di che tipo? _____

5.4 Secondo la Sua opinione dovrebbero essere presi provvedimenti per la gestione della tagnù/affioramento in oggetto?

SÌ NO

Se sì, di che tipo (es. regolamentazione degli accessi, limitazioni d'accesso temporanee/periodiche, limitazioni nell'esercizio di determinate attività, limitazioni nell'uso di determinati attrezzi, delimitazione dell'area, ecc.)? _____

6. NOTE



Aspetti geomorfologici

Indagini idrografiche e morfologiche

Indagini granulometriche e mineralogiche

Indagini idrografiche e morfologiche

Emiliano Gordini

Introduzione

Durante la primavera del 2005, all'interno dell'area di studio, è stata condotta una campagna idrografica per l'identificazione e localizzazione precisa degli affioramenti rocciosi presenti.

Sono state monitorate otto aree, sette della dimensione di 6 Km² ciascuna e una di dimensione ridotta, 1.40 Km², corrispondente all'area denominata Cavallino Lontana.

La localizzazione delle aree è stata effettuata utilizzando un Sistema Informativo Geografico (GIS), costruito sulla base dei dati raccolti ed elaborati nel corso di una ricerca preliminare del materiale esistente in letteratura, presso università ed enti di ricerca, e attraverso delle interviste appositamente realizzate presso pescatori professionisti e associazioni di sommozzatori che hanno raccolto negli anni dati relativi alla localizzazione, forma e caratteristiche biologiche degli affioramenti.

La campagna idrografica è stata eseguita dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste (OGS), Dipartimento per lo Sviluppo delle Ricerche e delle Tecnologie Marine, Unità di Ricerca in Geofisica Ambientale, secondo specifiche metodiche fornite dal committente.

La caratterizzazione morfologica e l'estensione degli affioramenti è stata definita attraverso rilievi *Side Scan Sonar*, eseguiti in due fasi:

- una prima campagna estensiva volta alla mappatura totale dell'area in studio (3,0 x 2,0 km), realizzata attraverso una serie di rotte parallele equidistanti con passo unitario di 160 metri;
- una campagna di dettaglio eseguita in corrispondenza degli affioramenti di maggiore interesse per dimensione, elevazione o morfologia (tre o quattro per parcella), dove sono stati eseguiti rilievi con copertura laterale di 50 metri e rotte equidistanti spaziate di 80 metri. Le superfici interessate da quest'ultima fase sono state orientativamente pari 300 x 300 metri.

Considerate le caratteristiche batimetriche (profondità variabile da 5 a 22 metri circa) e conformazione morfologica del fondale indagato è stata utilizzata, volta per volta, una geometria di acquisizione adeguata.

I dati acquisiti sono stati elaborati e rappresentati graficamente in un mosaico al fine di individuare gli affioramenti rocciosi di maggiore interesse per dimensioni, elevazione e morfologia.

Successivamente, per ogni area, è stato individuato l'affioramento più rappresentativo dove è stato condotto un rilievo batimetrico di precisione attraverso l'uso di un ecoscandaglio multi fascio (multibeam).

I dati batimetrici multibeam acquisiti hanno permesso la realizzazione di carte batimetriche di dettaglio e di ricostruzioni tridimensionali degli affioramenti rocciosi caratteristici delle aree esaminate.

Sui principali affioramenti identificati è stata inoltre raccolta della documentazione video realizzata mediante R.O.V (Remotely Operated Vehicle) dotato di telecamera digitale a colori, e fotografica mediante operatore subacqueo. Questo materiale ha fornito la documentazione di supporto per la descrizione delle caratteristiche generali dei siti e delle comunità presenti.

Risultati

Rilievi Side Scan Sonar

Ubicazione delle aree di indagine

Le aree interessate dalla presenza di affioramenti rocciosi, individuate attraverso il sistema informativo geografico realizzato da ARPA Veneto, sono state indagate preliminarmente con la realizzazione di una campagna di acquisizione geofisica di tipo *Side Scan Sonar (SSS)*. Le aree, su cui è stata realizzata la mappatura estensiva totale hanno lunghezza 3,0 km e larghezza 2,0 km. I sonogrammi di acquisizione sono stati acquisiti attraverso una serie di rotte parallele equidistanti con passo unitario di 160 metri (nel caso di aree contraddistinte da bassi fondali, con interlinea pari a 75 metri).

I gruppi di affioramenti rocciosi individuati sono denominati:

1. Caorle
2. D'Ancona
3. Malamocco
4. Sorse
5. Venezia
6. Cavallino Vicina
7. Cavallino Lontana
8. Chioggia (solo rilievo *Side Scan Sonar* estensivo)

Attraverso l'analisi dei mosaici *Side Scan Sonar* a carattere estensivo, in accordo con ARPV, è stato possibile individuare le *tegnùe* (tre o quattro per parcella) meritevoli di una dettagliata caratterizzazione morfologica su cui sono stati eseguiti i rilievi con copertura laterale di 50 metri e rotte equidistanti

spaziate di 75/80 metri. Le superfici interessate da quest'ultima fase sono state orientativamente pari 300 x 300 metri.

Le geometrie e le coordinate dei vertici delle aree indagate con *Side Scan Sonar* sono le seguenti:

1. Caorle - area di forma rettangolare, lunghezza 2200 m, larghezza 3500 m, superficie 7.7 kmq e distanza dalla costa 2 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°35',80	12°55',00
NE	45°36',10	12°56',30
SE	45°34',30	12°57',10
SO	45°34',00	12°55',80
	Gauss-Boaga	Gauss-Boaga
	Fuso Ovest	Fuso Ovest
NO	5056723,430	1805500,137
NE	5057361,825	1807162,604
SE	5054080,228	1808366,851
SO	5053441,547	1806703,559

3. Malamocco - area di forma rettangolare, lunghezza 3400 m, larghezza 2000 m, superficie 6.8 kmq e distanza dalla costa 2 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°23'56.086"	12°23'05.047"
NE	45°23'20.168"	12°24'21.574"
SE	45°21'48.285"	12°22'56.951"
SO	45°22'24.598"	12°21'39.426"
	Gauss-Boaga	Gauss-Boaga
	Fuso Ovest	Fuso Ovest
NO	5032861.400	1764940.130
NE	5031823.280	1766650.880
SE	5028910.100	1764930.060
SO	5029960.020	1763196.710

2. D'Ancona - area di forma rettangolare, lunghezza 3400 m, larghezza 2000 m, superficie 6.9 kmq e distanza dalla costa 9 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°24'26.443"	12°32'47.522"
NE	45°24'30.244"	12°35'25.251"
SE	45°23'25.318"	12°35'30.147"
SO	45°23'21.177"	12°32'52.219"
	Gauss-Boaga	Gauss-Boaga
	Fuso Ovest	Fuso Ovest
NO	5034344.280	1777562.130
NE	5034613.840	1780985.500
SE	5032615.000	1781181.460
SO	5032334.700	1777753.160

4. Sorse - area di forma rettangolare, lunghezza 3420 m, larghezza 2100 m, superficie 7.2 kmq e distanza dalla costa 17.6 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°21'17.798"	12°43'15.800"
NE	45°20'50.868"	12°44'44.644"
SE	45°19'09.021"	12°43'41.965"
SO	45°19'36.718"	12°42'12.258"
	Gauss-Boaga	Gauss-Boaga
	Fuso Ovest	Fuso Ovest
NO	5029140.450	1791488.700
NE	5028399.150	1793460.410
SE	5025192.860	1792242.160
SO	5025957.370	1790249.780

5. Venezia - area di forma rettangolare, lunghezza 3350 m, larghezza 2100 m, superficie 7 kmq e distanza dalla costa 10.9 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°21'00.860"	12°31'11.694"
NE	45°21'12.9872	12°32'47.231"
SE	45°19'25.395"	12°33'15.432"
SO	45°19'13.525"	12°31'40.061"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5027908.500	1775756.870
NE	5028374.050	1777819.170
SE	5025080.900	1778579.460
SO	5024623.240	1776519.340

6. Cavallino Vicina - area di forma rettangolare, lunghezza 3450 m, larghezza 2120 m, superficie 7.3 kmq e distanza dalla costa 3.3 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°25'44.171"	12°30'52.998"
NE	45°25'07.284"	12°32'15.443"
SE	45°23'32.430"	12°30'50.678"
SO	45°24'09.617"	12°29'27.956"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5036633.545	1774967.750
NE	5035573.870	1776809.330
SE	5032565.860	1775095.140
SO	5033635.070	1773246.670

Generalità sul sistema Side Scan Sonar

Il sonar a scansione laterale (*Side Scan Sonar*) è uno strumento che si basa sulla riflessione e diffrazione del suono in acqua, producendo immagini del fondo a grande scala simili a fotografie aeree.

Durante l'acquisizione il sonar viene trainato a poppa dell'imbarcazione ed emette onde acustiche verso il basso e lateralmente. I parametri tipici dell'onda acusti-

7. Cavallino Lontana - area di forma rettangolare, lunghezza 1600 m, larghezza 850 m, superficie 1.4 kmq e distanza dalla costa 10 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°24'14.323"	12°38'19.844"
NE	45°24'16.310"	12°39'34.870"
SE	45°23'49.082"	12°39'36.481"
SO	45°23'47.613"	12°38'21.422"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5034293.250	1784802.860
NE	5034428.630	1786431.030
SE	5033590.000	1786504.310
SO	5033470.550	1784874.490

8. Chioggia - area di forma rettangolare, lunghezza 3400 m, larghezza 2100 m, superficie 7.1 kmq e distanza dalla costa 10 km circa.

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°10'25.022"	12°27'38.862"
NE	45°10'28.545"	12°30'16.397"
SE	45°09'20.694"	12°30'18.962"
SO	45°09'17.209"	12°27'41.514"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5008086.140	1771968.730
NE	5008343.280	1775402.520
SE	5006251.910	1775549.460
SO	5005996.000	1772116.370

ca che ritorna al trasduttore dipendono dalle caratteristiche litologiche e tessiture del fondale indagato; ciò significa che roccia e sedimenti grossolani producono più energia riflessa che non sabbia e fango. Il segnale così ottenuto viene acquisito ed elaborato attraverso *software* dedicati, (nell'ambito di questa indagine il CODA-DA 50 della Coda Octopus Ltd) e restituito su uno schermo o registratore grafico e simultaneamente salvato su *hard disk*.

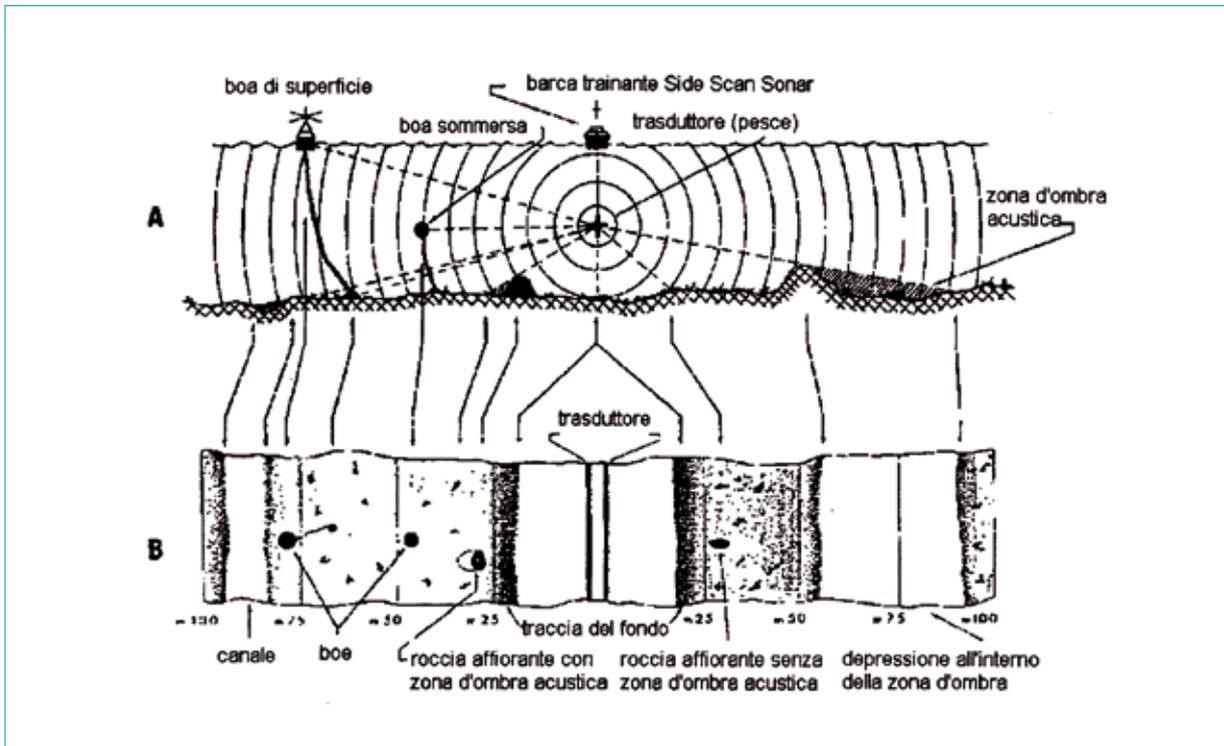


Fig. 1 - Schema esemplificativo del funzionamento dell'apparecchiatura Side Scan Sonar (da STEFANON, 1985)

La rappresentazione finale dei singoli profili consiste in un sonogramma in scala di grigi (o *colourmap sand, red-green, dark rainbow*, ecc.), proporzionale all'ampiezza del segnale ricevuto. L'immagine così ottenuta viene poi corretta per la distorsione laterale, per la velocità dell'imbarcazione, per l'offset antenna DGPS - pesce *EDGE TECH DF1000* e per le variazioni dell'assetto del *tow-fish* (angolo di inclinazione, *pitch and roll*), fornendo un'accurata visione in pianta della morfologia del fondale marino, compresa la dimensione e la forma di eventuali oggetti, nella fattispecie, affioramenti rocciosi, *bedforms*, le coperture vegetali qualora presenti, ecc..

Lo strumento viene interfacciato con il sistema di navigazione e pertanto si possono leggere i dati di navigazione direttamente sulla strisciata.

Una peculiarità delle registrazioni con *Side Scan Sonar* è data dall'importanza delle ombre generate da oggetti presenti sul fondo, in quanto consentono di ottenere una visione tridimensionale dell'immagine e di definirne le altezze (Fig. 1).

In base alla diversa risposta acustica poi, è possibile ricavare anche informazioni indirette di carattere puramente indicativo sulla natura del sedimento.

In fase di *processing* i dati *Side Scan Sonar* acquisiti sono stati elaborati attraverso il software *Coda Octopus Geokit Mosaics* e rappresentati graficamente in un mosaico complessivo.

Lo strumento utilizzato è costruito dalla *EDGE TECH*, modello *DF-1000/DCI Digital Side Scan Sonar Sistem* ed ha le seguenti caratteristiche principali:

- un elaboratore basato sul sistema di registrazione e di elaborazione *CODA DA-50 (Coda Technologies)* il cui supporto è costituito da due *hard disk*;
- lo strumento permette di registrare simultaneamente secondo frequenze che vanno dai 100 +/- 10 kHz a 500 +/- 20 kHz (le immagini proposte risultano a 500 kHz);
- la lunghezza dell'impulso risulta essere compresa tra 100 kHz (0.1 ms) e 500 kHz (0.01 ms);
- l'ampiezza orizzontale del raggio, 100 kHz - 1.2° e 500 kHz - 0.5°;
- l'ampiezza verticale del raggio, 100 kHz - 50° e 500 kHz - 20°;
- A/D risoluzione 12 bit/campione;
- 4 Canali *Side Scan Sonar*;
- rapporto di campionamento 24 kHz /canale;

- accessori, sensore di pressione, *pitch e roll*;
- un pesce (DF-1000 *Tow Fish*) caratterizzato da una lunghezza di 158 cm, un diametro di 11,4 cm un peso in aria di 25 kg (Fig. 2);
- massima profondità di utilizzo 1000 metri e una temperatura che va dai -30 °C a 60 °C;
- Voltaggio di esercizio 45-65 VDC;
- un cavo coassiale (*Tow Cables, Lightweight, Kevlar B31987*) singolo di lunghezza 200 metri, Tensione max di 6,7 kN, diametro 0,89 cm, peso in aria 0.12 kg/m;
- velocità massima di esercizio 12.7 nodi.



Fig. 2 - Particolari del Tow Fish Edge Tech, modello DF-1000/DCI Digital Side Scan Sonar System, utilizzato per l'acquisizione delle immagini proposte in questo studio

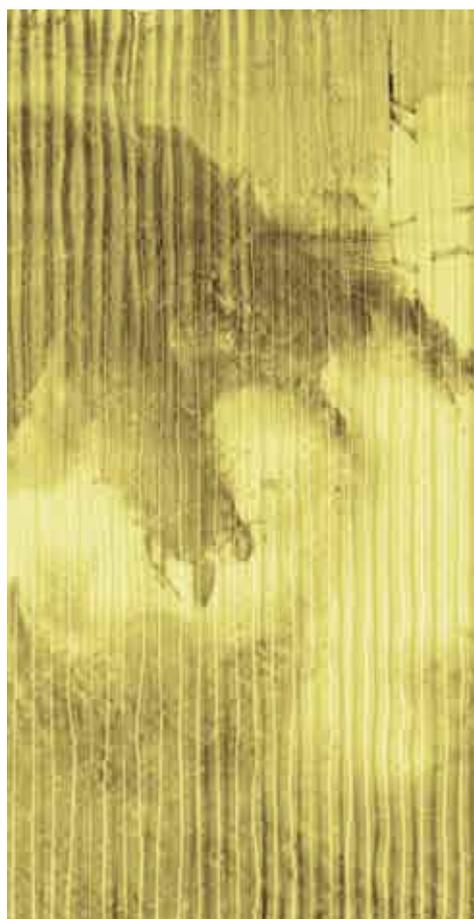
Parametri di acquisizione e mosaici Side Scan Sonar realizzati

Nelle seguenti tabelle e relative figure sono riportati rispettivamente i principali parametri di acquisizione utilizzati per la mappatura *Side Scan Sonar* delle aree studiate e le restituzioni dei sonogrammi acquisiti attraverso mosaici estensivi e di dettaglio.

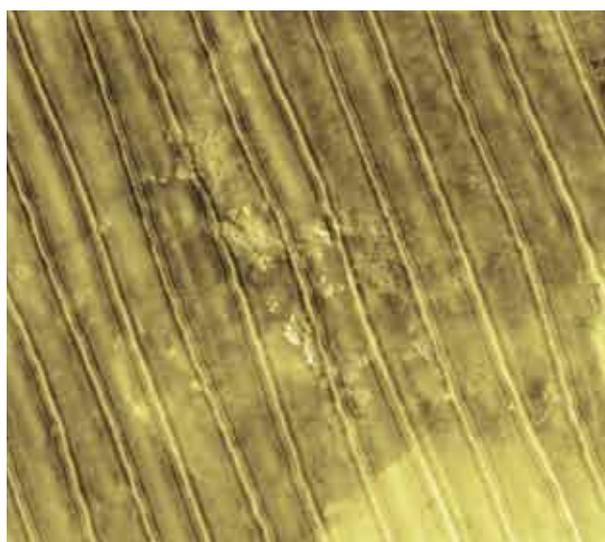
Per l'interpretazione delle immagini proposte e la definizione della scala di analisi si consideri il valore del "passo unitario profilo-profilo" nelle rispettive acquisizioni estensive (80/160 metri) e di dettaglio (≤ 80 metri).

Caorle

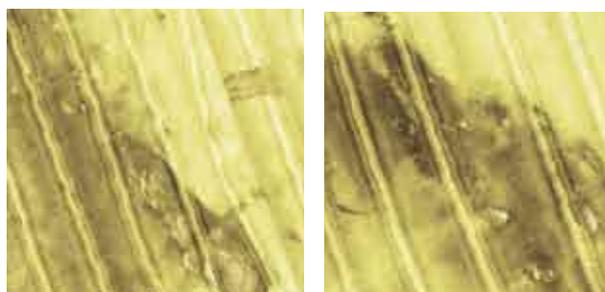
Affioramenti Porto FALCONERA - CAORLE	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	75 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	50 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	4.9 nodi
Profondità media del Tow fish	4.5 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	25 metri
Passo unitario profilo-profilo	80 metri
Data di acquisizione	28-29.07.2004



Mosaico di dettaglio complessivo dell'area denominata Caorle



Mosaico di dettaglio dell'affioramento Caorle 1

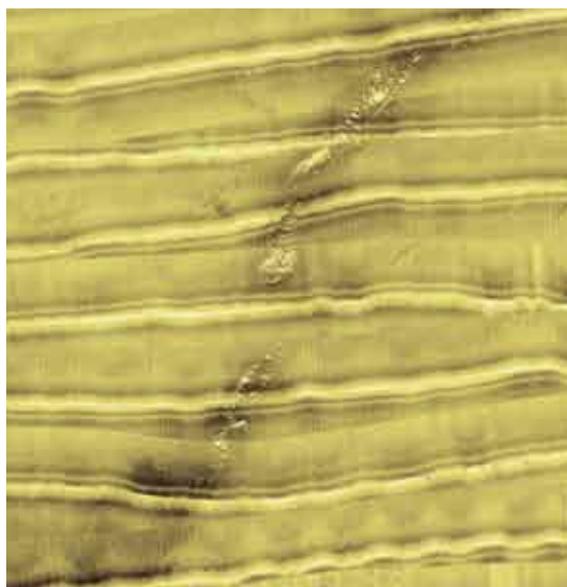


Mosaico di dettaglio degli affioramenti Caorle 2 e 3

Fig. 3 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento Caorle

D'Ancona

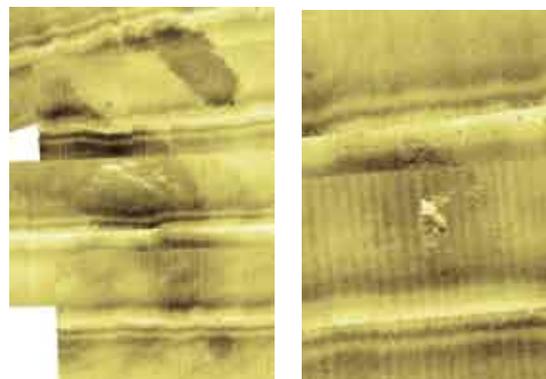
Affioramenti D'ANCONA	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	75 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	50 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	5.0 nodi
Profondità media del Tow fish	6.0 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	43.7 metri
Passo unitario profilo-profilo	80 metri
Data di acquisizione	16-17.12.2004



Mosaico di dettaglio complessivo dell'area denominata D'Ancona



Mosaico di dettaglio dell'affioramento D'Ancona 1



Mosaici di dettaglio degli affioramenti D'Ancona 2 e 3

Fig. 4 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento D'Ancona

Malamocco

Affioramenti MALAMOCCO	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	75 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	50 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	5.2 nodi
Profondità media del Tow fish	2.0-2.7 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	9.25-13.4 metri
Passo unitario profilo-profilo	80 metri
Data di acquisizione	02-03.02.2005

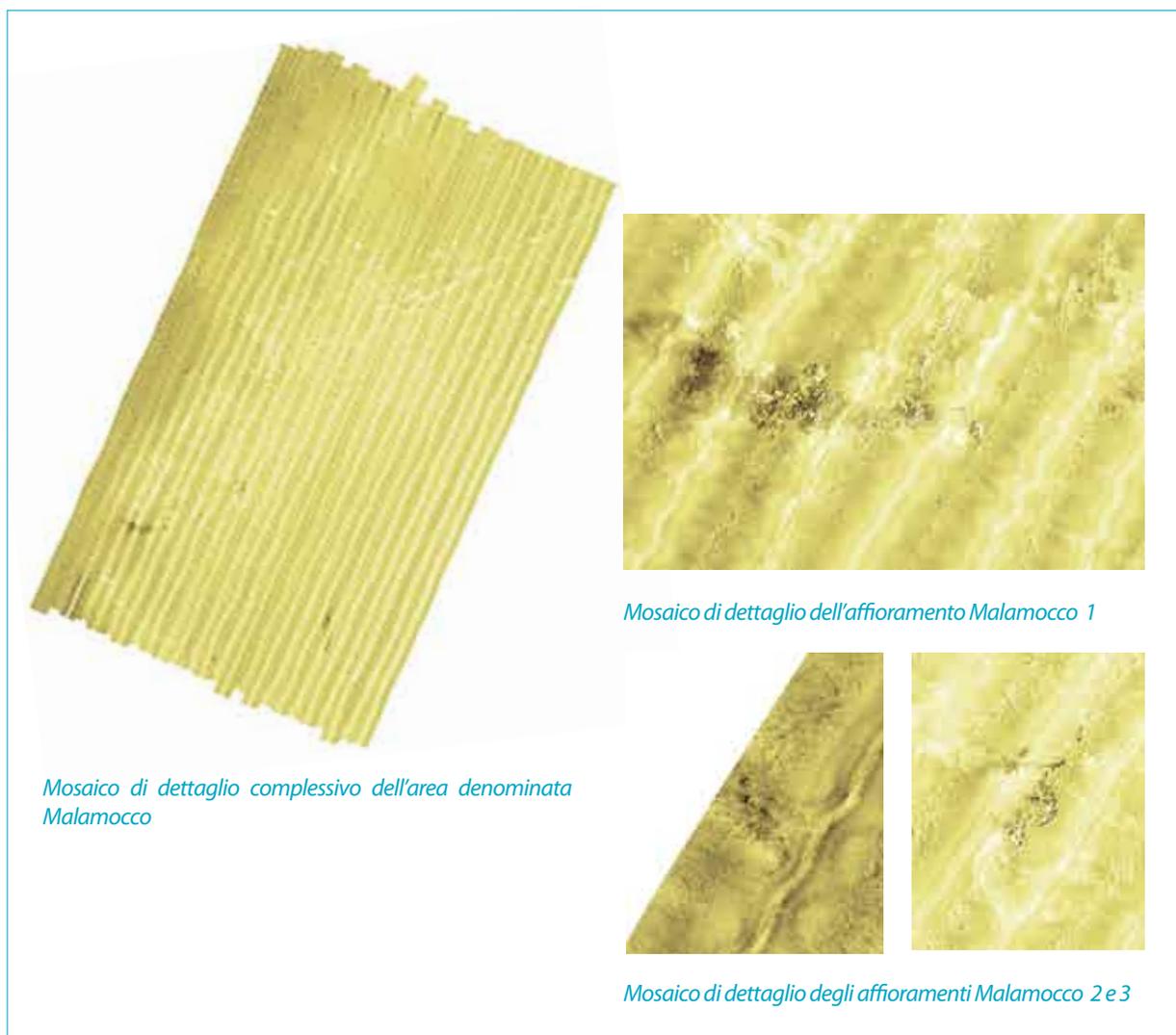


Fig. 5 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento Malamocco

Sorse

Affioramenti SORSE	Rilievo Estensivo	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	150 metri	75 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	100 metri	50 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	5.0 nodi	5.0 nodi
Profondità media del Tow fish	5.20 metri	6.7 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	34.20 metri	34 metri
Passo unitario profilo-profilo	160 metri	80 metri
Data di acquisizione	24.05.2005	16.06.05

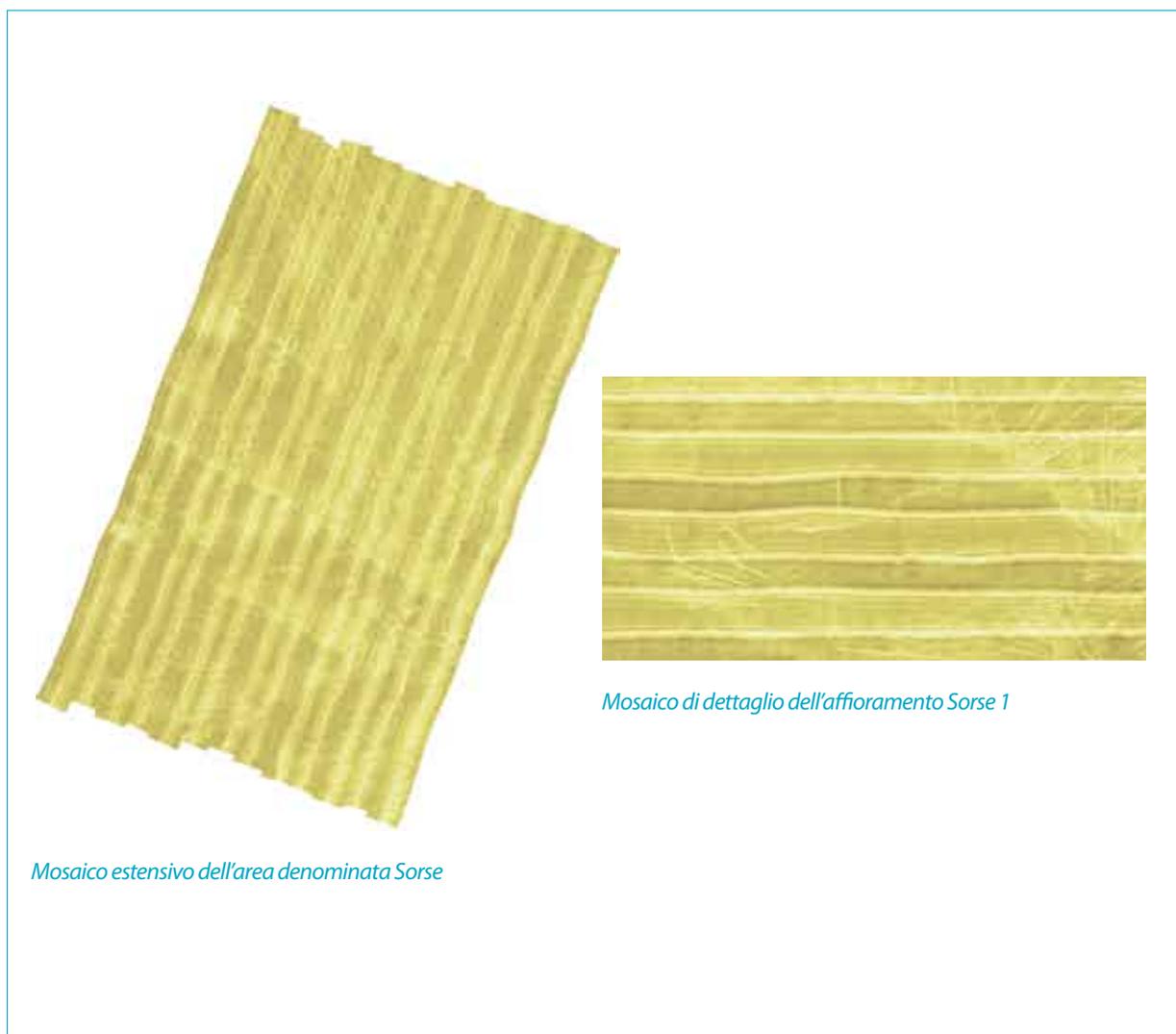


Fig. 6 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento Sorse

Venezia

Affioramenti VENEZIA	Rilievo Estensivo	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	150 metri	75 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	100 metri	50 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	5.0 nodi	4.9 nodi
Profondità media del Tow fish	5.25 metri	6.5 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	28.80 metri	31.4 metri
Passo unitario profilo-profilo	160 metri	80 metri
Data di acquisizione	22.06.2005	04.07.05

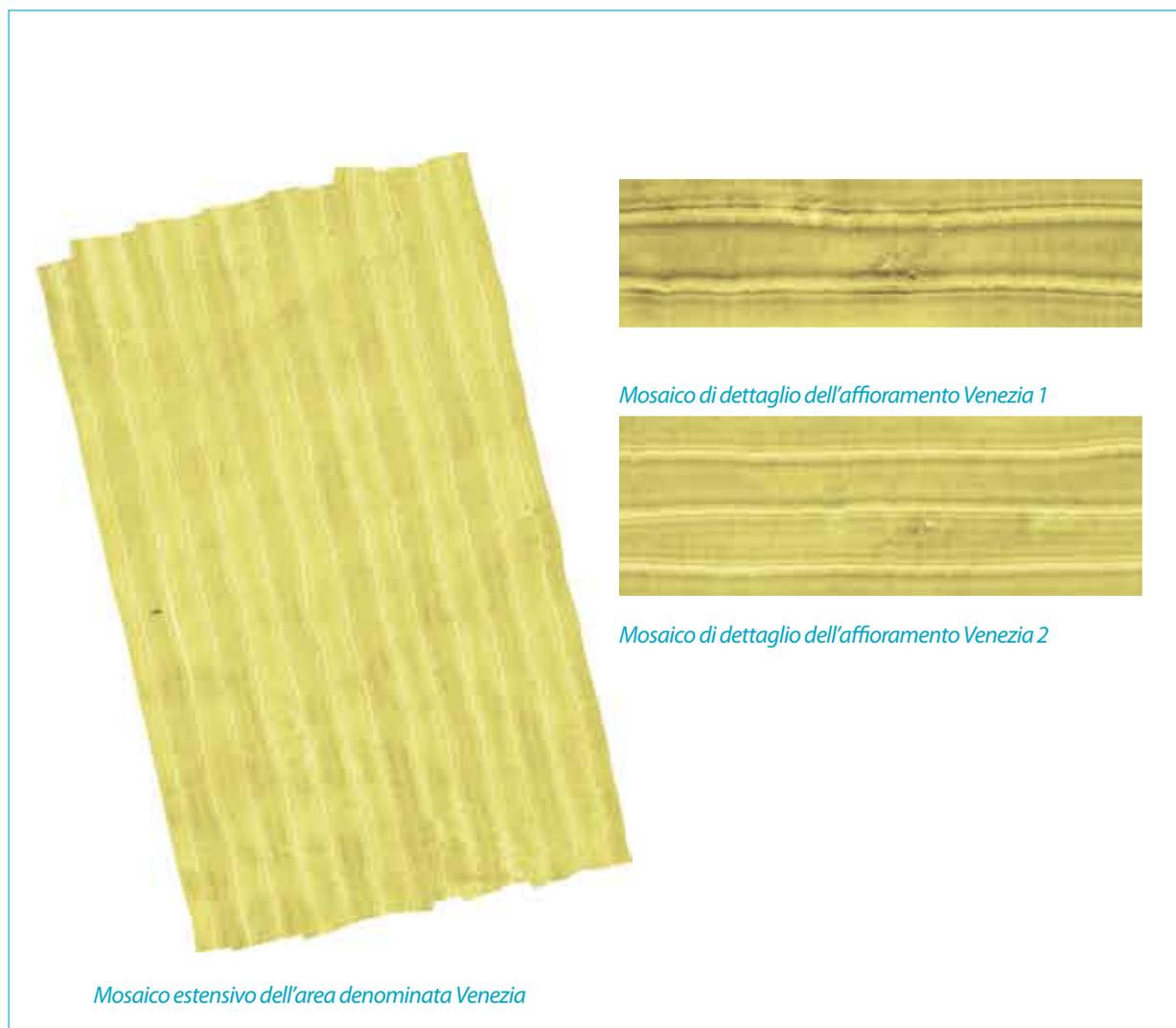


Fig. 7 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento Venezia

Cavallino Vicina

Affioramenti CAVALLINO VICINA	Rilievo Estensivo	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	150 metri	75 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	100 metri	50 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	5.0 nodi	4.9 nodi
Profondità media del Tow fish	5.25 metri	6.5 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	28.80 metri	36 metri
Passo unitario profilo-profilo	160 metri	80 metri
Data di acquisizione	22-23-24.06.2005	04.07.05

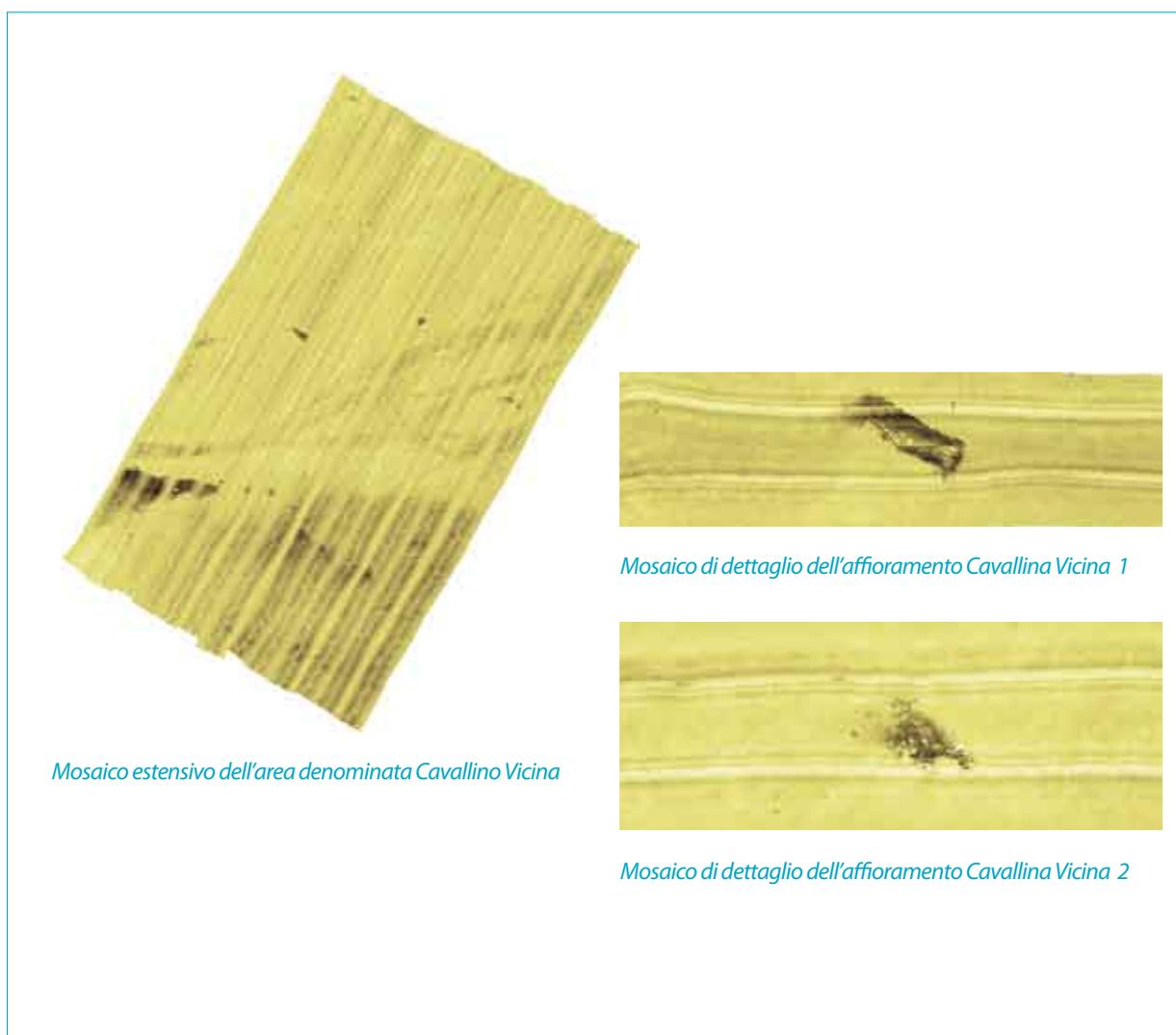
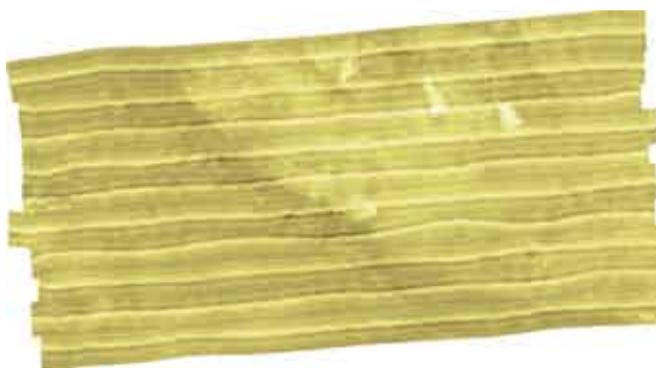


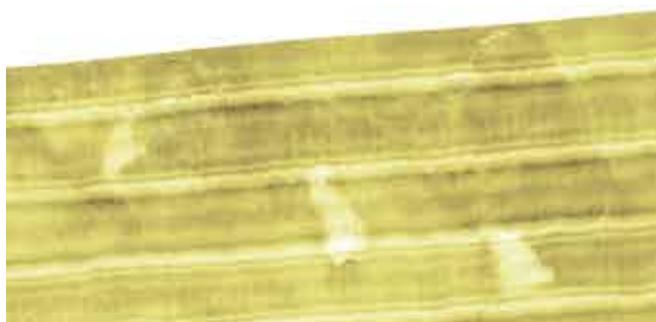
Fig. 8 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento Cavallino Vicina

Cavallino Lontana

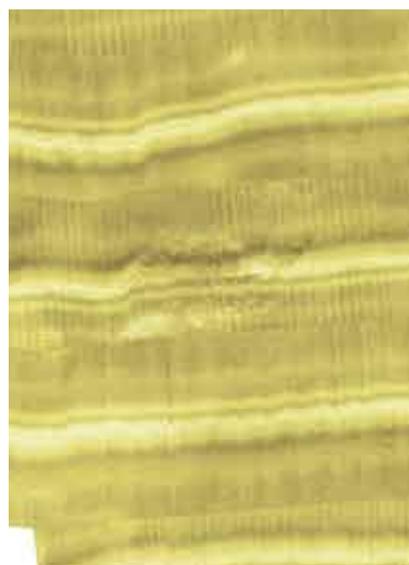
Affioramenti CAVALLINO LONTANA	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	75 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	50 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	5.0 nodi
Profondità media del Tow fish	6.5 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	36 metri
Passo unitario profilo-profilo	80 metri
Data di acquisizione	04.07.2005



Mosaico estensivo dell'area denominata Cavallino Lontana



Mosaico di dettaglio dell'affioramento Cavallino Lontana 1



Mosaico di dettaglio dell'affioramento Cavallino Lontana 2

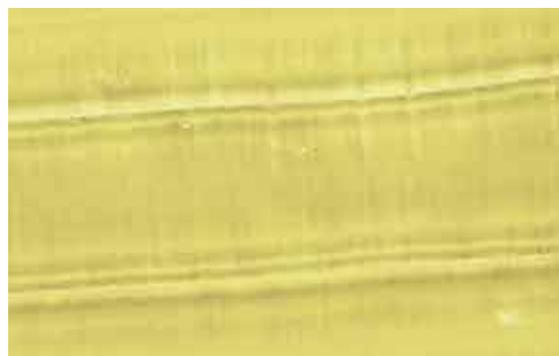
Fig. 9 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento Cavallino Lontana

Chioggia

Affioramenti CHIOGGIA	Rilievo Dettaglio
Copertura laterale di acquisizione	150 metri
Copertura laterale di restituzione nel mosaico	100 metri
Frequenza di acquisizione	100-500 kHz
Frequenza di restituzione nel mosaico	500 kHz
Velocità media dell'imbarcazione	5.1 nodi
Profondità media del Tow fish	5.13 metri
Offset antenna DGPS- Tow fish	28.8 metri
Passo unitario profilo-profilo	160 metri
Data di acquisizione	23.06.2005



Mosaico estensivo dell'area denominata Chioggia



Mosaico di dettaglio dell'affioramento Chioggia 1

Fig. 10 - Rilievi Side Scan Sonar dell'affioramento Chioggia

Rilievi batimetrici singlebeam e multibeam

Ubicazione delle aree indagate

Su ogni area indagata con il sistema *Side Scan Sonar* è stato individuato l'affioramento roccioso di maggiore dimensione e peculiarità morfologica dove è stato condotto un rilievo batimetrico di precisione attraverso l'uso di un ecoscandaglio multifascio *Multibeam Reson Seabat 8125* e/o *Reson Seabat 8111*. Solamente l'affiora-

mento di Porto Falconera-Caorle è stato indagato attraverso rilievi *singlebeam*.

Le coordinate piane riferite al Sistema Nazionale Gauss-Boaga fuso ovest e geografiche WGS 84 dei vertici che delimitano le aree sono:

Caorle

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°35',80	12°55',00
NE	45°36',10	12°56',30
SE	45°34',30	12°57',10
SO	45°34',00	12°55',80
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5056723,430	1805500,137
NE	5057361,825	1807162,604
SE	5054080,228	1808366,851
SO	5053441,547	1806703,559

Malamocco

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°22'39.353"	12°22'04.051"
NE	45°22'38.645"	12°22'28.010"
SE	45°22'28.876"	12°22'27.428"
SO	45°22'29.584"	12°22'03.470"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5030437.750	1763713.250
NE	5030437.750	1764235.250
SE	5030135.750	1764235.250
SO	5030135.750	1763713.250

D'Ancona

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°24'07.340"	12°33'52.455"
NE	45°24'06.562"	12°34'17.356"
SE	45°23'47.528"	12°34'16.156"
SO	45°23'48.307"	12°33'51.257"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5033817.234	1778999.753
NE	5033817.234	1779542.161
SE	5033228.711	1779542.161
SO	5033228.711	1778999.753

Sorse

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°20'03.417"	12°43'08.958"
NE	45°20'02.445"	12°43'38.725"
SE	45°19'50.771"	12°43'37.958"
SO	45°19'51.743"	12°43'08.193"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5026838.215	1791445.965
NE	5026838.215	1792095.226
SE	5026477.189	1792095.226
SO	5026477.189	1791445.965

Venezia

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°19'40.493"	12°32'09.663"
NE	45°19'40.127"	12°32'21.470"
SE	45°19'32.785"	12°32'21.012"
SO	45°19'33.151"	12°32'09.206"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5025483.750	1777127.250
NE	5025483.750	1777384.750
SE	5025256.750	1777384.750
SO	5025256.750	1777127.250

Cavallino Vicina

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°24'56.184"	12°30'33.085"
NE	45°24'55.847"	12°30'44.014"
SE	45°24'48.958"	12°30'43.587"
SO	45°24'49.295"	12°30'32.658"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5035133.750	1774599.750
NE	5035133.750	1774837.750
SE	5034920.750	1774837.750
SO	5034920.750	1774599.750

Per quanto riguarda l'area denominata Chioggia, si è ritenuto opportuno non proseguire con le indagini batimetriche e biologiche, orientando la ricerca verso aree interessate da affioramenti più consistenti in superficie.

Strumentazione

La strumentazione utilizzata per il rilievo morfo-batimetrico delle aree studiate è stata montata a bordo dell'imbarcazione denominata CASTORINO 2 (Fig. 11), iscritta al N°446 del Registro Navi Minori e Galleggianti della Capitaneria di Porto di Trieste ed abilitata ai "Servizi Speciali – In conto Proprio" (legge 7.12.99 n° 472) risultata ottimale per l'attività di Lavori Subacquei e Prospezioni Marine.

Cavallino Lontana – affioramento 1

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°24'07.422"	12°38'19.810"
NE	45°24'07.064"	12°38'31.034"
SE	45°23'58.559"	12°38'30.486"
SO	45°23'58.917"	12°38'19.263"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5034080.250	1784811.750
NE	5034080.250	1785056.250
SE	5033817.250	1785056.250
SO	5033817.250	1784811.750

Cavallino Lontana – affioramento 2

Vertice	Latitudine	Longitudine
	WGS 84	WGS 84
NO	45°24'21.706"	12°38'40.808"
NE	45°24'19.854"	12°39'38.652"
SE	45°23'58.559"	12°39'37.167"
SO	45°23'58.746"	12°38'39.330"
	Gauss-Boaga Fuso Ovest	Gauss-Boaga Fuso Ovest
NO	5034541.750	1785248.250
NE	5034541.750	1786508.250
SE	5033831.750	1786508.250
SO	5033831.750	1785248.250

La strumentazione impiegata per il lavoro è la seguente:

- Sistema di navigazione Reson PDS2000 installato su calcolatore con cavi ed accessori;
- Sistema Trimble AgGPS RTK (Real Time Kinematic);
- Sistema GPS Thales Acquarius con DGPS Landstar MK IV;
- Ecoscandaglio Multibeam Reson Sea Bat 8125, Reson Seabat 8111 e singlebeam;
- Unità inerziale TSS MAHRS (Meridian Attitude & Heading Reference System);
- Due sonde di velocità: Reson SVP 15 e SVP-C/110;
- Generatore Honda 2 KW;
- Mareometro.



Fig. 11 - L'imbarcazione Castorino 2 in acquisizione. L'immagine mostra il palo su cui è stato installato il Multibeam Reson SeaBat 8125

Generalità sui sistemi Multibeam

I sistemi multibeam Reson SeaBat 8125 e 8111 sono sistemi innovativi che consentono di avere una mappatura di alta definizione del fondale marino investigato. Rispetto alle classiche metodologie di rilievo batimetrico con un normale ecoscandaglio, questa tecnica si caratterizza per la notevole mole di dati misurati nella stessa unità di tempo. Sostanzialmente, tale strumento, non è altro che un ecoscandaglio il quale, anziché misurare una sola profondità ne misura 240 contemporaneamente, con frequenza di sparo massima di 40 Hz e con una apertura angolare pari a 120°. Tecnicamente, esso può essere descritto come un sonar

acustico che rileva le distanze tra il trasduttore ed il fondale marino o qualsiasi altro target presente sul fondo. Il trasduttore del sistema è composto da tanti ricevitori che rilevano l'eco di ritorno proveniente dal suono emesso dal trasmettitore e riflesso dal fondo.

In funzione della sua apertura angolare (swath coverage di 120°) lo strumento permette di rilevare una porzione di fondale pari a 3,5 volte la profondità al di sotto del trasduttore. La spaziatura tra i singoli beams (0,5°), a sua volta, determina il grado di risoluzione spaziale con cui lo strumento è in grado di discernere gli oggetti presenti sul fondo (6 mm sul valore di profondità e 2,5 cm lungo la spazzata).

Un altro elemento caratteristico dei sistemi multibeam Reson SeaBat 8125 e 8111 è la frequenza operativa pari a 455 kHz (Reson 8125) e 100 kHz (Reson 8111) in funzione della quale gli strumenti sono in grado di rilevare fondali di profondità massima 120/1000 metri. Dalla frequenza operativa deriva anche un altro elemento caratteristico del sistema multibeam che è la risoluzione lineare. Infatti, ad alte frequenze di lavoro corrispondono alte capacità del sistema di discernere oggetti molto vicini tra loro (al contrario, basse frequenze di lavoro possiedono una scarsa capacità di risolvere linearmente oggetti vicini).

Senza analizzare i dettagli che riguardano la generazione dell'impulso e la fisica che concerne la sua propagazione, di seguito verranno illustrati i sistemi che permettono di orientare e posizionare lo strumento nel momento dell'emissione e della ricezione dell'impulso e i principali parametri che bisogna conoscere per poter correggere gli errori di propagazione nel mezzo liquido.

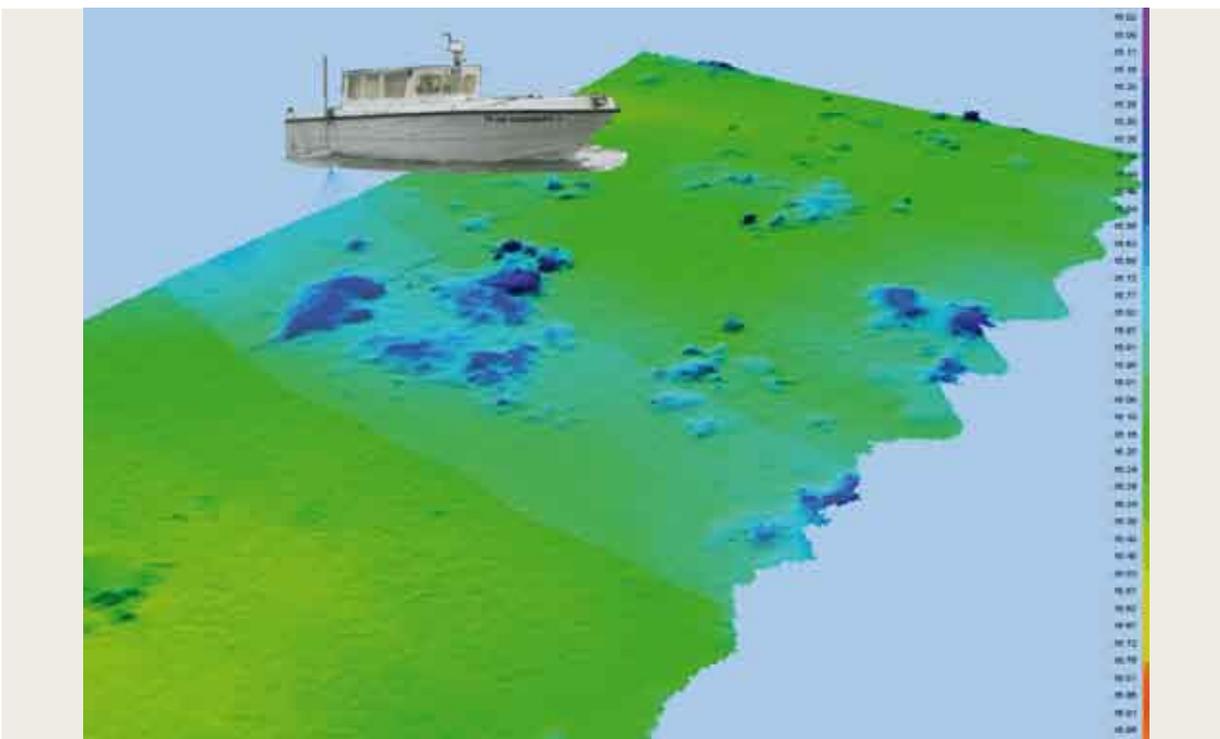


Fig. 12 - Rilievo multibeam a copertura totale eseguito con sistema Reson Seabat 8125



Fig. 13 - Particolare del trasduttore del sistema Reson Seabat 8125 utilizzato

Per quanto riguarda la posizione dello strumento, l'utilizzo di un sistema GPS con correzione differenziale DGPS ha fornito un dato sufficientemente preciso per il nostro scopo. La quota può essere fornita direttamente dal ricevitore, nel caso di utilizzo di un sistema RTK, o calcolata in seguito tenendo conto delle variazioni di marea (registrazioni di marea realizzati con il mareometro).

Il multibeam utilizzato per questo lavoro è un RESON Sea Bat 8125 Ultra High Resolution (solamente in due casi, Affioramento D'Ancona e Affioramento Sorse è stato utilizzato il sistema RESON Sea Bat 8111). Le caratteristiche principali dei sistemi RESON Sea Bat 8125 e 8111 sono riassunte nella tabella seguente:

Caratteristiche del sistema	RESON Sea Bat 8125	RESON Sea Bat 8111
Frequenza	445 kHz	100 kHz
Risoluzione in profondità	6 mm	3,7 mm
Angolo di apertura	120°	150°
Range massimo	120 m	1000 m
Numero di beam	240	101
Angoli di apertura beam	1° x 0.5°	1.5°; 3.0°; 4.5°; 6.0° x 1.5°
Velocità massima	> 12 nodi	> 20 nodi
Frequenza di sparo massima	40 Hz	35 Hz
Interfaccia		
Alimentazione	115V/230V 50/60 Hz 350 W max	90V/260V 50/60 Hz 200 W max
Monitor	SVGA 800x600 72 Hz	SVGA 800x600 72 Hz
Controllo	Trackball	Trackball
Output	10 MB ethernet o seriale RS232C	10 MB ethernet o seriale RS232C
Alimentazione sonar	24V, 4A	24V, 4A
Temperatura di utilizzo	0° - +40° C	0° - +40° C
Temperatura di stoccaggio	-30° - +55° C	-30° - +55° C
Peso e dimensioni		
Dimensioni sonar	192x499x383 mm	267x483x489 mm
Dimensioni processore	177x483x417 mm	177x483x417 mm
Peso sonar	24.3 kg a secco, 8.6 kg in acqua	72 kg a secco, 59 kg in acqua
Peso processore	20 kg	20 kg

Software di navigazione, acquisizione ed elaborazione

Per l'acquisizione e la gestione dei dati batimetrici è stato utilizzato il software PDS 2000, dalla RESON dedicato ad operare con sistemi *singlebeam* e *multibeam*. Oltre a poter registrare tutti i dati in arrivo dal sistema di posizionamento DGPS, questo software è in grado di applicare ai dati multibeam correzioni in tempo reale calcolate dai profili di velocità, dal sensore di movimento e da eventuali filtri applicati. Prima dell'acquisizione dei dati si è reso necessario creare una "crociera", cioè un database, che comprenda tutti i parametri che interessano il lavoro. Fondamentale è stato l'inserimento dei parametri geodetici e della proiezione geografica per poter ottenere direttamente i dati in coordinate chilometriche Gauss-Boaga, Fuso Ovest. Per considerare i valori di *pitch* and *roll* si è reso necessario inserire una forma geometrica dell'imbarcazione che tenga conto di tutti gli "offsets" fra gli strumenti con la maggior precisione possibile.

Questo permette attraverso una procedura software di valutare la posizione del trasduttore rispetto all'antenna del DGPS, inoltre, conoscendo la posizione dello scandaglio rispetto al sensore di movimento, si possono calcolare gli spostamenti dovuti alle oscillazioni del mezzo nautico. Il programma di navigazione è dotato anche di alcune applicazioni di cui le più utilizzate sono il modulo "patch test", che permette di calcolare i valori di correzione da applicare per compensare gli errori di allineamento che si possono verificare in fase di montaggio dello strumento, e il modulo di "editing" utilizzato per l'elaborazione dei dati in fase di processing.

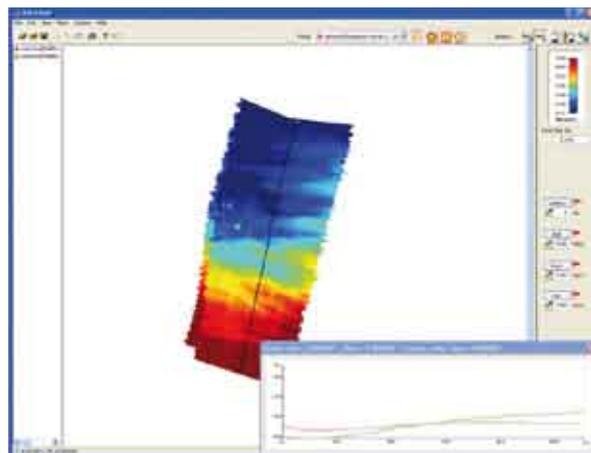


Fig. 14 - Schermate del Software Reson PDS2000-Editing-Patch Test (calibrazione roll)

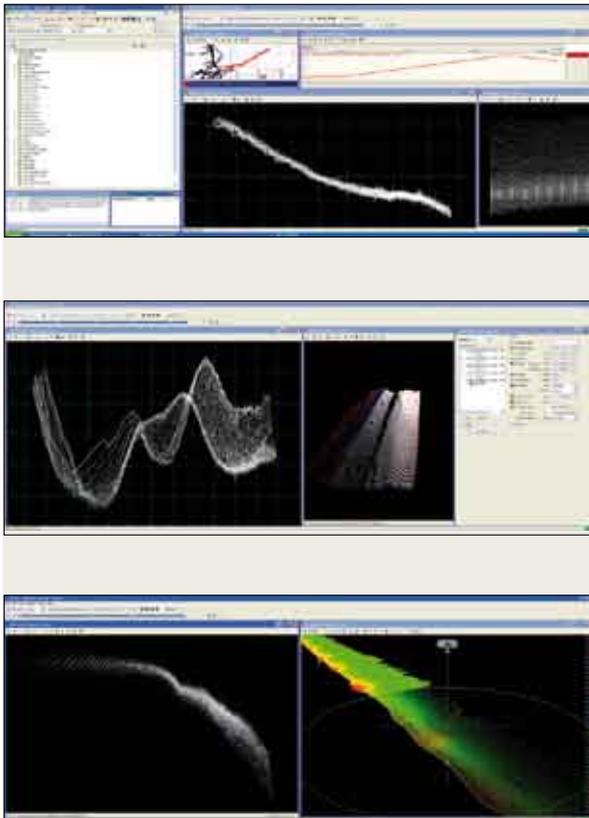


Fig. 15 - Schermate del Software Reson PDS2000-Editing in cui sono evidenziate le principali fasi di processing dei dati batimetrici multibeam

Taratura dello strumento

Dopo l'installazione dello strumento a bordo dell'imbarcazione è necessario tararlo per correggere eventuali errori statici di allineamento che si possono verificare durante l'installazione del trasduttore. Gli errori principali che si possono commettere sono di tre tipi: "pitch", "roll" e "yaw". Per valutare tali angoli di scostamento del proiettore dalla verticale viene seguita una procedura standard che consiste nell'acquisire alcune linee rispettando una geometria prestabilita a seconda dei valori da ottenere. I valori angolari che se ne deducono sono relativi a pitch (beccheggio), roll (rollio), e yaw (imbardata).

Viene calcolato anche un delay temporale strumentale ("time"). Questo è dato dalla sommatoria dei ritardi causati dai tempi di calcolo di ogni singolo dispositivo elettronico inserito nella catena di acquisizione e si estrinseca in un ritardo in fase di ricezione del dato grezzo.

Le linee di calibrazione devono essere acquisite come segue:

- Per PITCH and ROLL vanno acquisite due linee sovrapposte ma percorse in verso opposto ad uguale velocità, in modo che la stessa porzione di fondale sia insonificata da entrambe.

- Per lo YAW, due linee parallele acquisite nello stesso verso ad uguale velocità ma solo parzialmente sovrapposte.
- Per il TIME, vanno acquisite due linee sovrapposte, in modo che insonifichino la stessa porzione di fondale, nello stesso verso ma a velocità molto diverse.

Il software PDS2000-Editing incorpora un'apposita utility (Patch Test) che è stata utilizzata per il calcolo di tali angoli.

Sensore di movimento

Oltre alla posizione geografica fornita dai DGPs bisogna conoscere anche l'orientazione spaziale dello strumento, cioè "roll", "pitch" e "heading" dello strumento al momento dell'emissione dell'impulso e della ricezione dell'eco. Questi parametri vengono forniti da un sensore di movimento, nel nostro caso il TSS MAHRS (Fig. 16) con bussola integrata che viene montato sull'imbarcazione in modo solidale con il trasduttore. Il dato di heading viene fornito da una bussola interna, mentre i valori di pitch and roll vengono calcolati sulla base delle accelerazioni subite dallo strumento. Le variazioni di assetto di lungo periodo, quali ad esempio l'innalzamento dell'imbarcazione dovuta al consumo di carburante, non vengono registrate da questo strumento. È quindi necessario effettuare la misura del "draft" all'inizio dell'acquisizione e inserirla fra i parametri richiesti dal software di navigazione.

TSS MAHRS

Caratteristiche del sistema	
Errore statico	$\pm 0.05^\circ$
Accuratezza dinamica	$\pm 0.1^\circ$
Tempo di calibrazione	<45 minuti per 0.7° di accuratezza
Limiti	45° pitch e roll
Outputs	2 porte seriali RS232 o RS422
Frequenza di aggiornamento del dato	200 Hz
Dimensioni	242mmx430mmx232mm
Peso	20 kg
Temperatura di utilizzo	$-10^\circ - +55^\circ$ C
Alimentazione	24V DC 5A all'accensione 2.5A in funzionamento
Compensazione	Latitudine 80N – 80S
Pitch e roll	Velocità 0 -90 nodi Risoluzione 0.01° Range $\pm 90^\circ$ precisione 0.03°
Heave	5 cm o 5% (periodo 0-20s)
Shock massimo sopportabile	10g



Fig. 16- Il sensore di movimento TSS MAHRS

Sonda di velocità

Il dato che interessa maggiormente la propagazione dell'impulso all'interno della colonna d'acqua è la velocità di propagazione del suono. Questo parametro deve essere determinato con maggior precisione possibile per tutta la colonna d'acqua, in modo da verificare l'eventuale presenza di stratificazioni con diverse caratteristiche di propagazione del suono. Per la misura di queste velocità si utilizza un tipo di sonda che permette di misurare direttamente la velocità di propagazione del suono in un percorso standardizzato. Nel nostro caso sono state utilizzate simultaneamente due sonde. Una Reson SVP-C/110 montata sul palo vicino al trasduttore (Fig. 17), per conoscere la rifrazione al passaggio trasduttore acqua, e una sonda SVP 15 (Fig. 18), per eseguire i profili dell'intera colonna d'acqua.



Fig. 17- La sonda di velocità Reson SVP-C/110 che è stata montata sul palo vicino al trasduttore per conoscere la velocità del suono al passaggio trasduttore-acqua

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche delle due sonde.

	RESON SVP-C/110	RESON SVP 15
Velocità del suono		
Range	1350–1600 m/sec	1350 – 1600 m/sec
Risoluzione	0.1 m/sec	0.1 m/sec
Precisione	±0.25 m/sec	±0.25 m/sec
Profondità massima	10m	200m
Potenza	1W	1W
Intervallo di misura	RS 232 9600 baud 7 data bits parità, 2 stop bits	0.5m
Sensore di pressione		
Precisione		±0.10m +0.2% della profondità misurata
Frequenza	-	2MHz
Memoria	-	400 misure
Temperatura di utilizzo	-	0 – 45° C
Assorbimento	-	100 mA
Alimentazione	-	Batteria interna ricaricabile
Alimentatore	-	115/230V AC
Peso	-	5 kg
Dimensioni		
Diametro	56mm	90mm
Lunghezza	160mm	550mm



Fig. 18- La sonda di velocità Reson SVP 15 utilizzata per eseguire i profili dell'intera colonna d'acqua

Singlebeam

Il singlebeam, a differenza del multibeam, genera un impulso singolo e quindi è in grado di determinare la profondità dell'acqua solamente al di sotto dell'imbarcazione. La risoluzione del dato dipende dalla larghezza del cono di emissione dell'impulso. Le principali caratteristiche dello scandaglio utilizzato sono riassunte nella tabella seguente:

Caratteristiche dell'ecoscandaglio SB GARMIN

Frequenza	200 kHz
Range massimo	300 m
Frequenza di sparo	1 Hz
Guadagno	DCG (Depth Control Gain)
Allarmi	Profondità massima e minima
Peso	0,7 kg
Temperatura di utilizzo	-15° - +70° C
Alimentazione	10-18V
Potenza	12W

Taratura dell'ecoscandaglio

Particolare attenzione è stata prestata all'installazione del trasduttore dell'ecoscandaglio sul natante, in modo da ridurre al minimo il disturbo dovuto alle turbolenze dell'elica del motore, rispettando le geometrie consigliate dal costruttore. Il valore d'immersione del sensore è stato di 25 cm con un equipaggio costituito da due operatori (addetto alla strumentazione e pilota).

Per eliminare eventuali errori determinati dalla diversa propagazione del suono in funzione dei parametri chimico-fisici dell'acqua è stata effettuata una taratura che ha comportato una serie di misure della profondità con cordella metrica inestensibile. Questa operazione è stata ripetuta per diverse profondità su tratti di fondale perfettamente pianeggianti (Fig. 19), al fine di evitare riflessioni locali dovute ad asperità del fondo che falserebbero il valore di profondità reale.

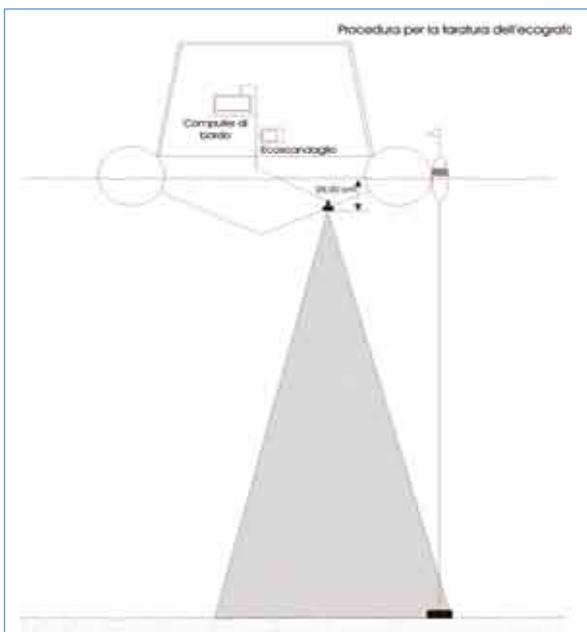


Fig. 19 - Offset verticale del sensore dell'ecoscandaglio, taratura dello strumento

Mareometro

Per misurare le variazioni del livello del mare dovute alla marea è stato utilizzato un sensore di profondità posto in un punto di quota nota il più possibile vicino all'area di lavoro.

Il mareometro utilizzato è dotato di un sensore esterno per compensare la pressione atmosferica nella misura e di una memoria che gli permette di registrare fino a 130000 dati, con intervallo di misura selezionabile. Nel nostro caso le misure sono state effettuate ogni 15 minuti per poter ricostruire con precisione il mareogramma.

Per riportare i valori di escursione di marea ad una quota assoluta di riferimento (zero IGM) è stato utilizzato un caposaldo presente lungo il litorale e denominato P01 (Fig. 20).

Acquisizione dei dati morfo-batimetrici multibeam e singlebeam

I dati sono stati acquisiti percorrendo delle linee precedentemente progettate e spaziate fra di loro in funzione della profondità da indagare. Le linee di taratura sono state acquisite nelle immediate vicinanze degli affioramenti rocciosi. I parametri di taratura sono stati calcolati a bordo e applicati all'inizio dell'acquisizione per poter effettuare un controllo di qualità in tempo reale sui dati acquisiti.

Carta batimetrica e modello digitale tridimensionale

I dati batimetrici multibeam e singlebeam acquisiti nell'ambito di questo studio hanno permesso la realizzazione di carte batimetriche di dettaglio e di ricostruzioni tridimensionali degli affioramenti principali (Fig. da 24 a 40), risultato della loro elaborazione, eseguita con l'ausilio del programma Reson PDS2000 e Surfer version 8.0 Surface mapping system della Golden Software, Inc. Colorado, basati su piattaforma Windows.

Per giungere a queste elaborazioni si è realizzato un primo riporto dei dati (già corretti secondo le modalità esposte precedentemente) che ha permesso di creare un DEM (Digital Elevation Model), inerente alle aree d'indagine.

Successivamente, sempre con gli stessi software, è stato creato il GRID a maglie quadrate che rappresenta la superficie reale basata sulle informazioni reali disponibili (rilievo eseguito). Il GRID così ottenuto è stato poi utilizzato per realizzare la carta batimetrica di dettaglio ed il Modello digitale tridimensionale attraverso rispettivamente le funzioni Contour map, Surface e Shaded relief map (Fig. 21, 22, 23).

WGS84	
Latitudine	45°32'44.2173"
Longitudine	12°43'33.7499"
Proiezione Gauss Boaga Fuso Ovest	
Nord	5050342.108
Est	1790896.700
Quota	
Quota Ellissoidica (WGS84)	45.754 m
Quota Ortometrica	2.064 m



Fig. 20 - Descrizione ed ubicazione del caposaldo di riferimento utilizzato per riportare i dato batimetrici acquisiti alla quota di riferimento

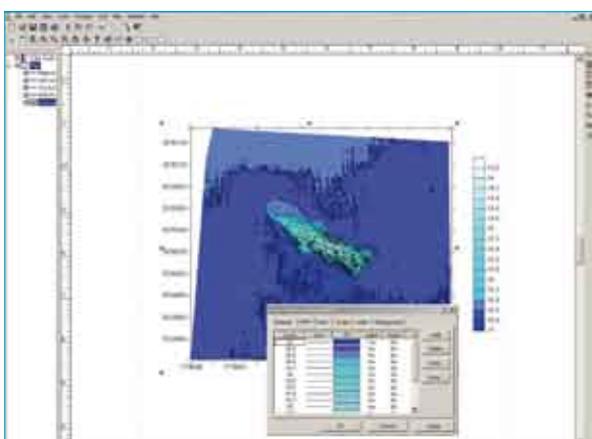


Fig. 21 - Realizzazione della carta batimetrica utilizzando la funzione Contour map e impostazione dei parametri di elaborazione: smooth, level, scale, limits

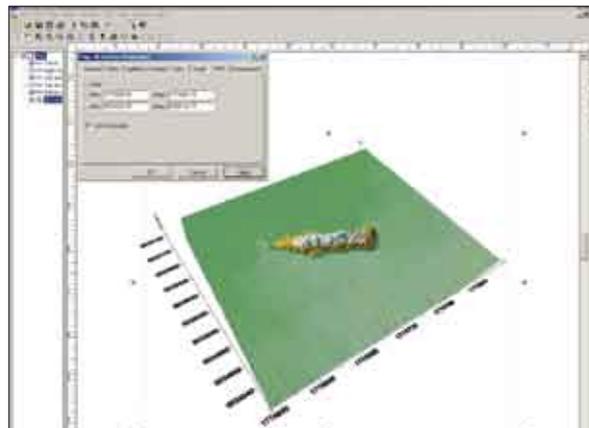


Fig. 22 - Creazione del Modello digitale tridimensionale utilizzando la funzione Surface e impostazione dei parametri di elaborazione: material color, mesh, lighting, overlays, scale, limits

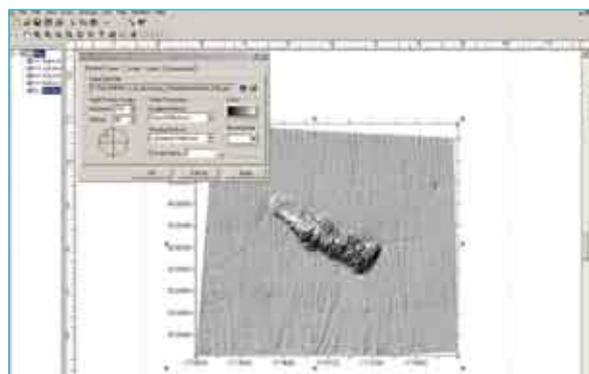


Fig. 23 - Creazione del Modello digitale tridimensionale utilizzando la funzione Shaded relief map

Restituzione dei dati

Al termine delle operazioni di processing è stato possibile ottenere dei dati batimetrici corretti rispetto ad una quota di riferimento. Questi dati sono rappresentati da coordinate XYZ, dove la X corrisponde alla longitudine, la Y alla latitudine e la Z alla quota. La X e la Y sono espresse in coordinate chilometriche. Per le coordinate chilometriche si è utilizzata la proiezione Gauss Boaga Fuso Ovest. Le quote Z sono espresse in metri. I dati costituiscono una nuvola di punti con una densità elevata, questo è dovuto alla frequenza di sparo dello strumento utilizzata durante l'acquisizione. Inoltre è possibile costruire un DTM (Digital Terrain Model) costituito da celle della dimensione voluta. In questo caso tutti i punti che ricadono all'interno della stessa cella vengono mediati e considerati come fossero un unico punto.

I dati sono poi stati esportati in files di testo XYZ.asc. Al termine della fase di processing sono stati esportati i dati sia come nuvola di punti sia come griglia ordinata. Nel primo caso si è ottenuto un file .asc per ogni linea acquisita. Mentre nel secondo un DTM con cella di 0,25m.

Restituzione 3D dei dati batimetrici Multibeam e Single-beam eseguiti

Nelle figure seguenti vengono proposte alcune carte batimetriche di dettaglio e le relative ricostruzioni tridimensionali inerenti i principali affioramenti rocciosi studiati. Le figure sono il risultato dell'elaborazione dei dati multibeam acquisiti eseguita attraverso l'utilizzo dei programmi *Reson PDS2000-Editing* e *Surfer version 8.0 Surface mapping system*. Le immagini rappresentano l'elaborazione *Contour map-Surface* e *Shaded relief map*.

Caorle

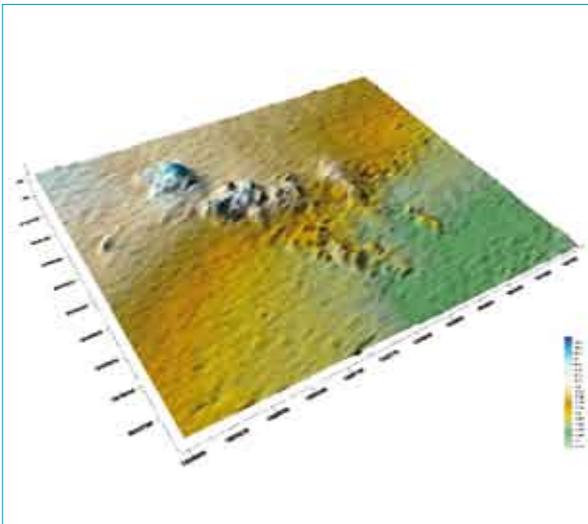


Fig. 24 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico singlebeam dell'area denominata affioramento Porto Falconera-Caorle 1

D'Ancona

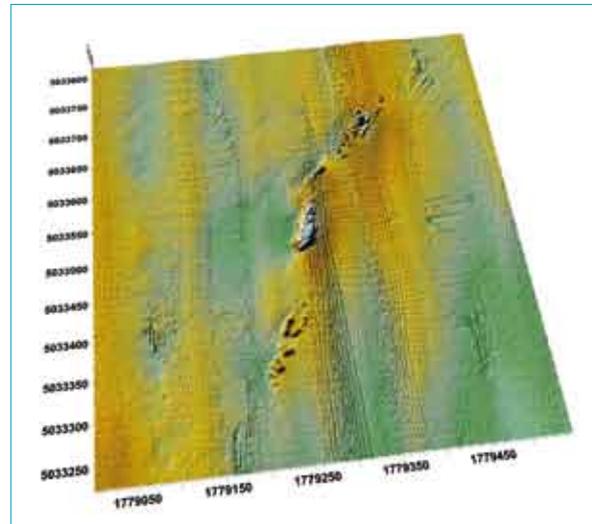


Fig. 25 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico multibeam dell'area denominata affioramento D'Ancona 1

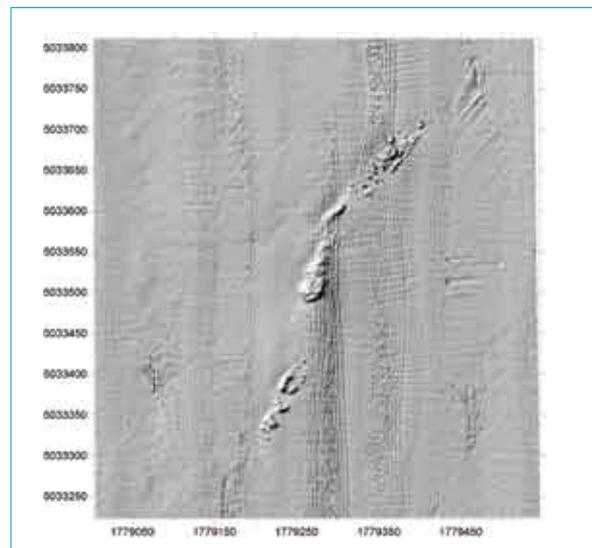


Fig. 26 - Shaded relief map dell'affioramento D'Ancona 1

Malamocco

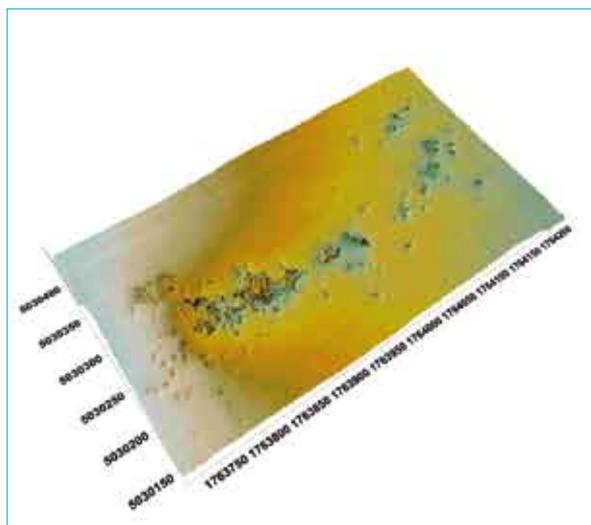


Fig. 27 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico multibeam dell'area denominata affioramento Malamocco

Sorse

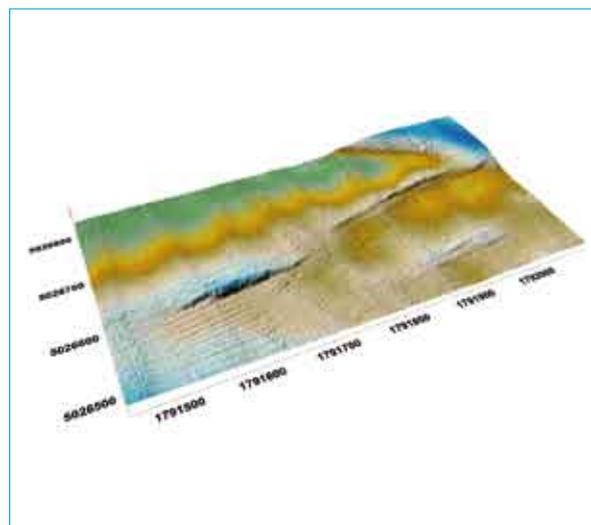


Fig. 29 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico multibeam dell'area denominata affioramento Sorse 1

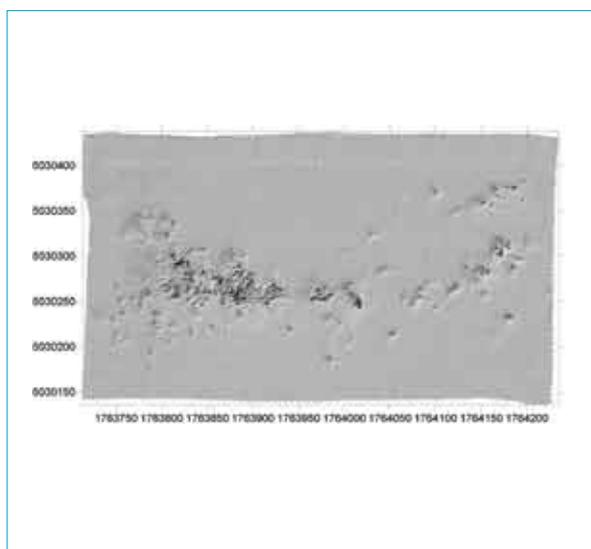


Fig. 28 - Shaded relief map dell'affioramento Malamocco 1

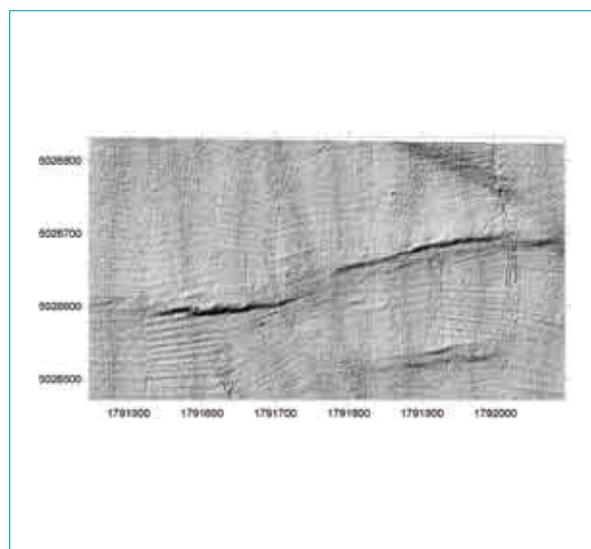


Fig. 30 - Shaded relief map dell'affioramento Sorse 1

Venezia

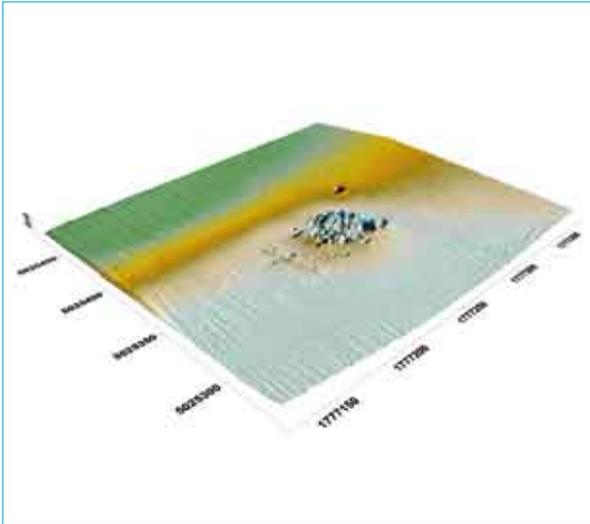


Fig. 31 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico multibeam dell'area denominata affioramento Venezia 1

Cavallino Vicina

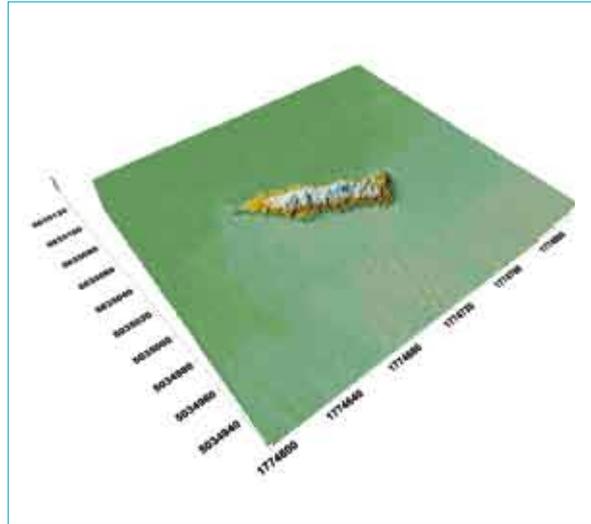


Fig. 33 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico multibeam dell'area denominata affioramento Cavallino Vicina 1

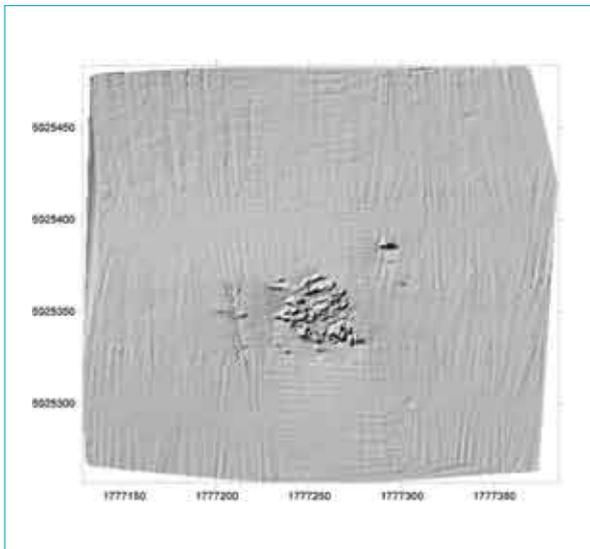


Fig. 32 - Shaded relief map dell'affioramento Venezia 1

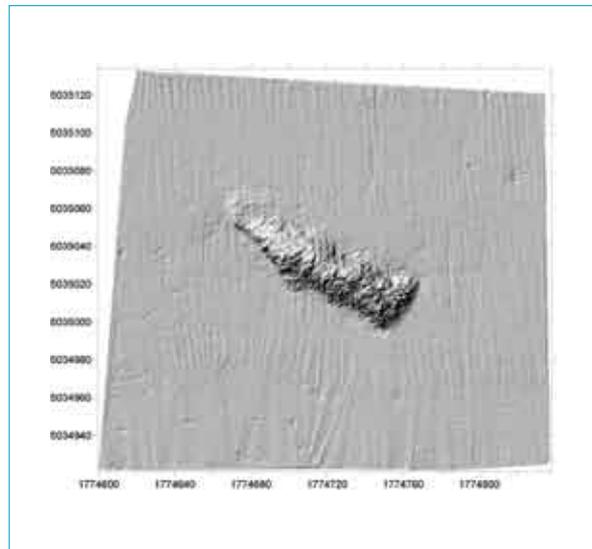


Fig. 34 - Shaded relief map dell'affioramento Cavallino Vicina 1

Cavallino Lontana

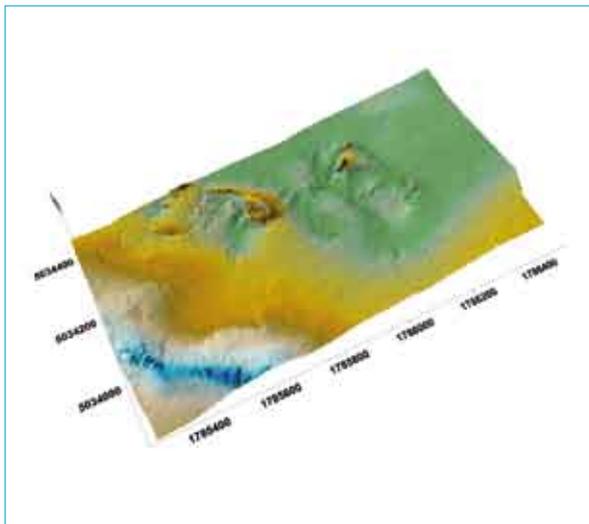


Fig. 35 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico multibeam dell'area denominata affioramento Cavallino Lontana 1

Cavallino Lontana

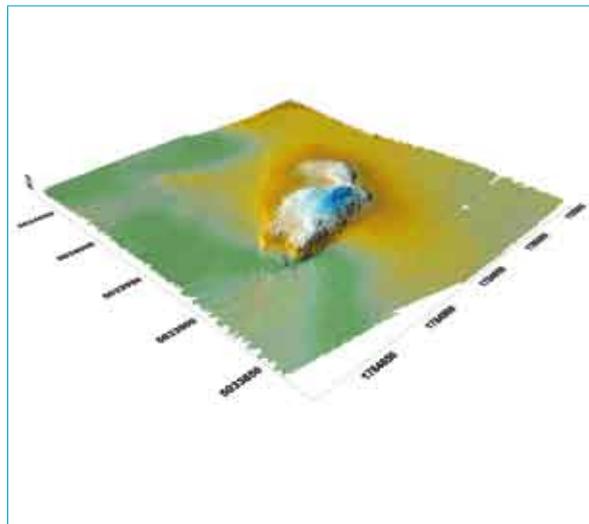


Fig. 37 - Restituzione grafica tridimensionale derivante dal rilievo batimetrico multibeam dell'area denominata affioramento Cavallino Lontana 2

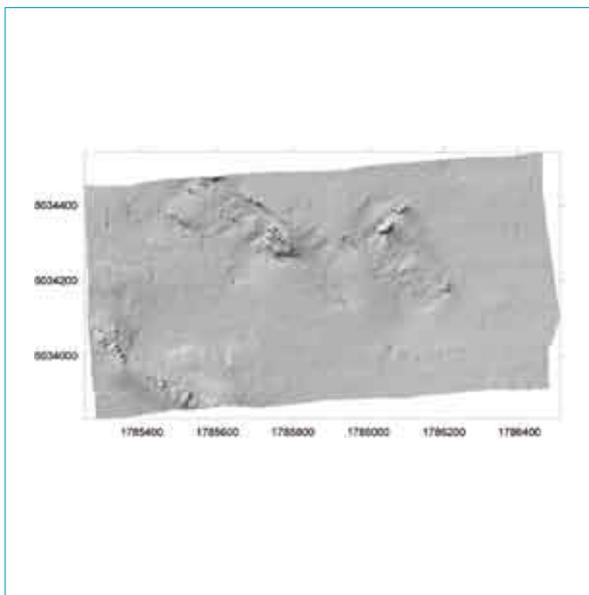


Fig. 36- Shaded relief map dell'affioramento Cavallino Lontana 1

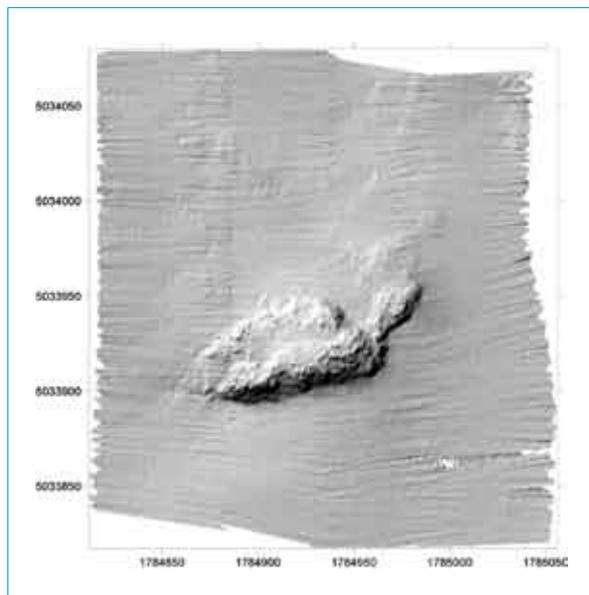


Fig. 38 - Shaded relief map dell'affioramento Cavallino Lontana 2

Rilievo video R.O.V.

Dall'analisi dei mosaici *Side Scan Sonar* e dalle ricostruzioni tridimensionali *multibeam* è stato possibile individuare alcuni gruppi di affioramenti rocciosi che presentavano maggiore estensione, elevazione e diversità morfologica su cui, in accordo con i responsabili scientifici ARPAV, sono stati pianificati i rilievi video a mezzo R.O.V. (Remotely Operated Vehicle, Fig. 39).

In riferimento alle caratteristiche morfologiche dell'affioramento roccioso scelto sono stati definiti dei percorsi di rilievo video. A tal fine è stato predisposto un appropriato campo boe in corrispondenza delle singole aree d'indagine. Le boe sono state posizionate sulla verticale degli affioramenti ritenuti significativi e in altre posizioni intermedie ritenute indicative per un'ottimale caratterizzazione del sito.



Fig. 39 - Remotely Operated Vehicle (R.O.V.) Prometeo prodotto dalla società Elettronica ENNE utilizzato per quest'indagine

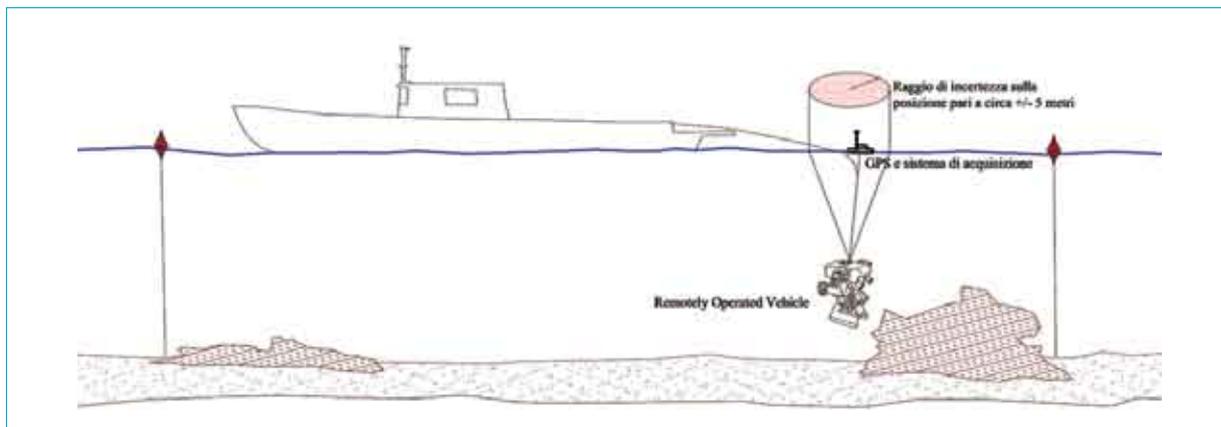


Fig. 40 - Schema esemplificativo del funzionamento dell'apparecchiatura R.O.V. utilizzata per il rilievo

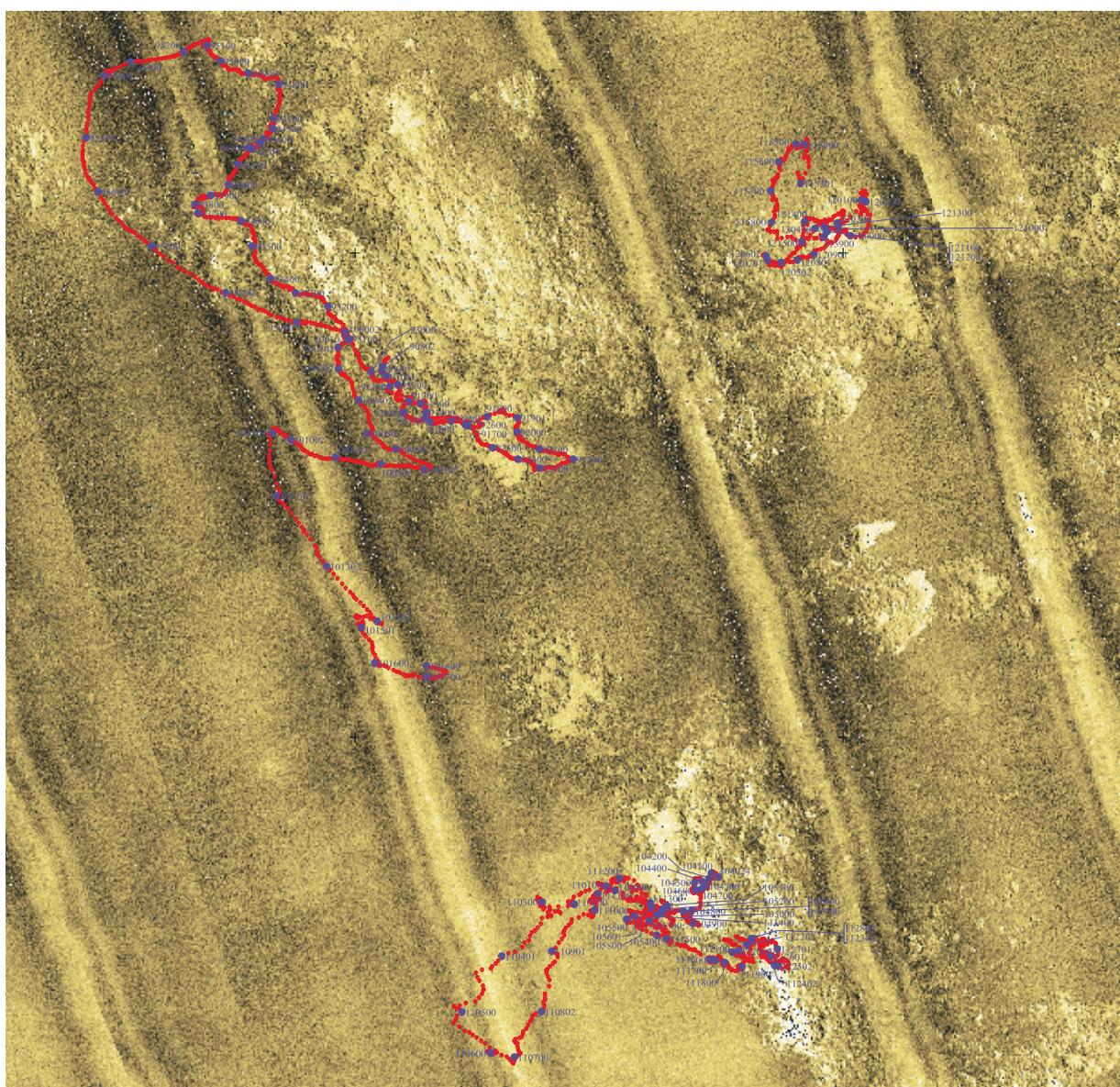


Fig. 41 - Sovrapposizione dei percorsi eseguiti con Remotely Operated Vehicle ai rilievi Side Scan Sonar di dettaglio

Il Remotely Operated Vehicle è stato equipaggiato con bussola analogica e profundimetro digitale entrambi subacquei e un sistema di posizionamento GPS fissato su di un supporto galleggiante posto sulla sua verticale (Fig. 40). Tale accorgimento ha permesso di definire in tempo reale l'esatta posizione del ROV rispetto all'affioramento in esame (Fig. 41).

Le caratteristiche del Remotely Operated Vehicle (R.O.V.) e delle attrezzature accessorie utilizzate per il rilievo sono le seguenti:

R.O.V.
<ul style="list-style-type: none"> • R.O.V. Prometeo prodotto dalla società Elettronica ENNE; • Profondità massima operativa pari a 100 m; • Potenza impiegata di 1.8 kW, 220-230 VAC, 5Hz; • Velocità 2.0 nodi; • Illuminazione fornita da 2 fari alogeni da 50 W cad.; • Propulsione attraverso 4 motori da 400W (2 orizzontali e 2 diagonali).
Telecamera
<ul style="list-style-type: none"> • Modello Sony Digital Video Camera DCR-TRV27E CCD; • Risoluzione, totale 1.070.000 pixel; fermo immagine effettivo 1.000.000 pixel; immagine in movimento 690.000 pixel; • Sistema di registrazione su cassette mini DV.
Cavo
<ul style="list-style-type: none"> • Lunghezza totale pari a 200 m; • Conduttore costituito da un cavo coassiale RG 58; • Rivestimento in fibre di kevlar, Polietilene espanso e compatto; • Trasmissione al rullo avvolgicavo attraverso 2 contatti striscianti.
Sistema di posizionamento
<ul style="list-style-type: none"> • Profundimetro digitale; • Bussola analogica; • Sistema di posizionamento GPS (GPS receiver TFAG 12 canali e sistema di acquisizione) fissato su di un supporto galleggiante posto sulla verticale.

Tutti le riprese effettuate nel corso dei rilievi R.O.V. sono archiviate in formato digitale (DVD) presso il Settore Acque di ARPAV, dove è possibile prenderne visione.

Rilievo video e fotografici in immersione

Dall'analisi dei mosaici *Side Scan Sonar*, dall'elaborazione tridimensionale dei rilievi Multibeam e dai filmati R.O.V. è stato possibile individuare gli affioramenti rocciosi che presentano maggiore estensione, elevazione e diversità morfologica su cui, in accordo con i responsabili scientifici ARPAV, sono stati pianificati i rilievi video e fotografici eseguiti in immersione con subacqueo con la finalità di caratterizzare in modo ottimale i vari siti.

I rilievi video sono stati realizzati attraverso l'utilizzo di una telecamera subacquea e due sub in immersione. I rilievi fotografici sono stati realizzati attraverso macchine fotografiche subacquee professionali dotate di idonei sistemi di illuminazione e obiettivi compatibili con le diverse fasi di documentazione generale degli ambienti, dei popolamenti, dei singoli organismi o aree di dettaglio relativi ad ogni sito esaminato.

Molta importanza è stata data alla preparazione didattica relativa alle tecniche di immersione; è stata seguita la didattica "SSI", "Padi" e "Nai", con l'utilizzo di attrezzature specifiche per questo tipo di immersioni.

Le immersioni sono state eseguite da un operatore professionista abilitato ai lavori subacquei e da un ricercatore tecnico-scientifico.

Indagini granulometriche e mineralogiche

Anna Carlin

Introduzione

Uno degli obiettivi del progetto consisteva nello studio delle *tegnùe* nelle loro caratteristiche costitutive, ovvero nella loro composizione mineralogica, e granulometrica, al fine di permettere una loro più precisa caratterizzazione sotto questo profilo ed evidenziarne eventuali differenze fra gli affioramenti dei diversi siti.

Materiali e metodi

Per ogni affioramento sono stati prelevati ed analizzati campioni di substrato solido ed incoerente al fine di caratterizzare rispettivamente sotto il profilo mineralogico e granulometrico i siti indagati e le aree circostanti.

Per le analisi mineralogiche il prelievo dei materiali sul substrato coerente è stato effettuato durante le operazioni di campionamento per *scratching* della componente biologica: sono stati raccolti manualmente frammenti di materiale roccioso il più possibile integri e sono stati sottoposti ad analisi chimico-mineralogiche, comprendenti spettrometria a raggi x in fluorescenza (XRF) e diffrattometria a raggi x delle polveri (XRPD).

Per le analisi granulometriche, durante il campionamento del benthos di substrato incoerente nelle aree circostanti gli affioramenti, è stata prelevata un'aliquota di materiale per la successiva determinazione granulometrica di laboratorio, mediante l' utilizzo di rifrattometro laser.

Risultati

Granulometria dei fondali incoerenti

Dal punto di vista granulometrico le analisi evidenziano che i fondali incoerenti che circondano gli affioramenti in tutte le aree di studio, ad eccezione di Cavallino Vicina, sono caratterizzati da sedimenti sabbiosi con percentuali molto variabili di frazione fine ($< 62.5 \mu\text{m}$) (Fig. 1).

In particolare, in base alla percentuale media di sabbia le aree circostanti le *tegnùe* sono state suddivise in quattro tipologie di substrato incoerente:

- 100-75% - substrato costituito in prevalenza da sabbia medio fine debolmente limosa (Sorse e Venezia);
- 75-50% - substrato costituito principalmente da sabbia

fine limosa o con limo (Caorle, Malamocco, Cavallino Lontana);

- 25-50% - substrato costituito mediamente da sabbia fine con limo e argilla (D'Ancona);
- 25-0 % - substrato costituito in prevalenza da limo argilloso o con argilla (Cavallino Vicina).

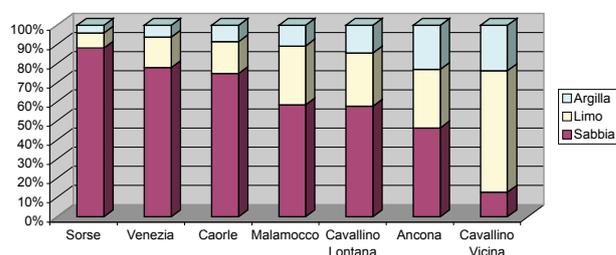


Fig. 1 - Granulometria media del substrato incoerente limitrofo agli affioramenti indagati

La distribuzione spaziale dei quattro gruppi di substrato incoerente così assortiti (Fig. 2) evidenzia una progressiva diminuzione della percentuale di sabbia procedendo dal mare aperto verso la costa. Questi andamenti concordano con le caratteristiche generali granulometriche dei sedimenti costieri del Nord Adriatico note da letteratura.



Fig. 2 - Caratterizzazione granulometrica media del substrato incoerente limitrofo alle *tegnùe*

Litologia degli affioramenti

Da un punto di vista litologico le *tegnùe* sono risultate costituite da rocce carbonatiche di origine sedimentaria o organogena. Per definizione le rocce carbonatiche sono composte da almeno un 50% di minerali carbonatici (calcite, aragonite, dolomite) che possono avere diversa origine (detritica, organogena e chimica).

Numerose ricerche di carattere anche geologico hanno già permesso una tipizzazione degli affioramenti sotto il profilo litologico, morfologico e strutturale definendo tre diverse tipologie di *tegnùe* (MIZZAN *et al.*, 2006):

- Rocce sedimentarie clastiche formatesi per cementazione carbonatica di sedimenti (sabbie) o detrito organogeno (essenzialmente tanatocenosi a molluschi), probabilmente legata a fenomeni di variazione del livello marino in epoche geologicamente recenti, denominate comunemente beachrocks;
- Rocce sedimentarie di deposito chimico la cui genesi sarebbe legata alla risalita e fuoriuscita di gas metano dal fondo e dalla reazione di questo con l'acqua marina, con l'innescio di un processo che può determinare la precipitazione di carbonati con cementazione dei sedimenti;
- Rocce organogene originatesi dall'azione di organismi costruttori, vegetali e animali, il cui scheletro calcareo può formare, per stratificazione, strutture di discreto spessore.

Nell'ambito del Progetto, le analisi mineralogiche e chimiche del substrato solido sono state effettuate per determinare la presenza e i rapporti tra la componente clastica inorganica (es: granuli di dolomite, calcite, quarzo e feldspati) e quella organogena (essenzialmente aragonite e calcite ricca in magnesio costituenti i gusci dei molluschi o gli esoscheletri degli organismi costruttori vegetali e animali).

Le analisi mineralogiche confermano la costituzione carbonatica del substrato duro e evidenziano due gruppi di *tegnùe* caratterizzati da fasi mineralogiche diverse. Negli affioramenti rocciosi di Malamocco e Caorle predomina la dolomite mentre in quelli di Cavallino Vicina, Cavallino Lontana, Venezia, Sorse ed D'Ancona la calcite ricca in magnesio e l'aragonite sono i costituenti minerali principali. L'abbondante presenza di dolomite è indice di un'origine detritica della roccia, infatti questo minerale caratterizza i sedimenti trasportati nel Nord Adriatico dai fiumi veneto-friulani (soprattutto Piave e Tagliamento) in epoche geologicamente recenti ed attuali. L'aragonite e la calcite ricca in magnesio segnalano la presenza nella roccia di frammenti di gusci di molluschi o di strutture generate da organismi costruttori.

I risultati delle analisi chimiche degli elementi maggiori rispecchiano e confermano tale composizione mineralo-

gica. Gli alti tenori di calcio (CaO) e i bassi valori di silice (SiO₂) indicano che tutti gli affioramenti sono ricchi in carbonati e poveri di frazione silicatica (Fig. 3). Le analisi chimiche confermano la suddivisione delle *tegnùe* nei due gruppi precedentemente individuati dalla mineralogia. Essi si differenziano per le percentuali di CaO, MgO e SiO₂; in questo contesto i tre ossidi sono indicativi rispettivamente della presenza di carbonato di calcio (CaCO₃ - calcite, aragonite), di carbonato doppio di calcio e magnesio (CaMg(CO₃)₂ - dolomite) e della frazione silicatica (quarzo, feldspati, mica, ecc..).

Conclusioni

Dall'integrazione dei risultati delle analisi mineralogiche e chimiche emerge che le *tegnùe* oggetto d'indagine sono caratterizzate da affioramenti rocciosi a diversa litologia. Le *tegnùe* di Malamocco e Caorle sono costituite da rocce sedimentarie carbonatiche clastiche originatesi dalla cementazione di sedimenti ricchi di dolomite accompagnati da una componente silicatica non trascurabile. La *tegnùe* di Cavallino Lontana è caratterizzata da rocce sedimentarie carbonatiche con frazione carbonatica prevalentemente di origine organica. Le *tegnùe* rimanenti sono costituite da rocce che rappresentano termini intermedi tra le precedenti.

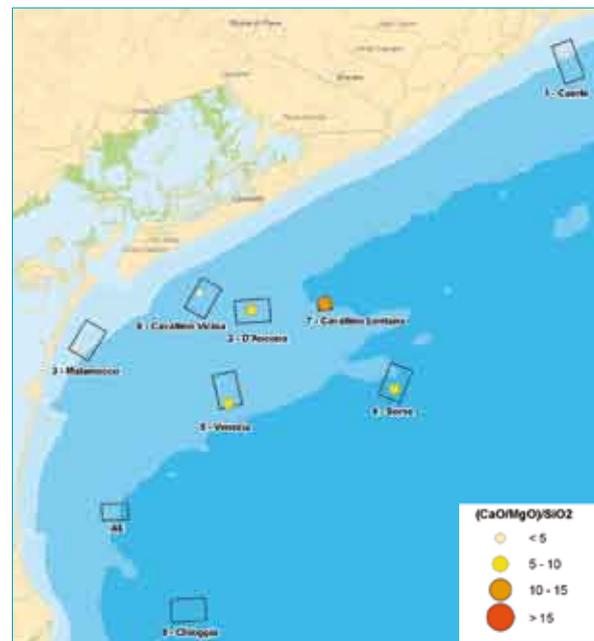


Fig. 3 - Variazione della componente silicatica negli affioramenti rocciosi delle *tegnùe*



Aspetti biologici

Metodologie

Comunità fitobentoniche di substrato solido

Comunità macrozoobentonica di substrato solido

Comunità macrozoobentonica di substrato incoerente

Studio dei popolamenti ittici della tagna D'Ancona

Metodologie

Luca Mizzan

Per raggiungere gli obiettivi del progetto le indagini sulle comunità biologiche dovevano fornire dati comparabili sulla composizione e strutturazione delle comunità degli affioramenti nelle diverse aree, in modo da poterne delineare le caratteristiche generali ed evidenziare affinità e differenze. In questo senso l'articolazione degli studi in una campagna condotta in un arco temporale molto stretto, ancorchè non ripetuta, risultava essenziale per evitare la notevole variabilità presente su scala temporale. L'immagine così fornita, sia pure evidentemente priva delle indicazioni di variabilità su scala stagionale e annuale, permetteva un'attendibile immagine istantanea delle comunità presenti e ne permetteva un primo confronto significativo, secondo gli obiettivi del progetto. Data la nota complessità delle comunità presenti, e la loro incompleta conoscenza, anche nella composizione specifica, si è adottata la metodica del prelievo di campioni di macrobenthos su superficie nota e successiva analisi in laboratorio del materiale.

Secondo gli obiettivi del progetto gli studi biologici dovevano inoltre fornire indicazioni su un'eventuale influenza esercitata dalle *tegnùe* sugli ambienti circostanti. A tal fine sono stati condotti campionamenti sulle comunità dei substrati mobili circostanti gli affioramenti, effettuati su transetti in allontanamento dai biotopi, per verificare l'esistenza di effettive modificazioni sulla composizione e sulla struttura delle comunità dei fondali sabbiosi e limosi in base alla vicinanza con le strutture solide.

Fra il settembre e l'ottobre del 2005 sono stati raccolti tramite operatore subacqueo 48 campioni di macrobenthos di substrati solidi, distribuiti tra i principali affioramenti individuati nel corso dell'indagine idrografica.

Nella distribuzione dei punti di raccolta dei campioni, il progetto ha tenuto conto dell'elevata eterogeneità dell'ambiente oggetto di studio e delle risorse disponibili per la ricerca. Data infatti l'elevata variabilità ambientale su piccola scala spaziale caratteristica delle *tegnùe* (MIZZAN, 2000), come peraltro già accertato per biotopi di substrati solidi artificiali (BENEDETTI-CECCHI *et al.*, 2003), un'esauritiva descrizione delle popolazioni esistenti, per ciascuna area di studio, avrebbe richiesto un numero di repliche per campione molto elevato, non aggiungendo, per contro, dati essenziali per il raggiungimento degli obiettivi del progetto.

Ipotizzando che anche sulle *tegnùe*, come affioramenti che si elevano dal fondale, esista stratificazione ambientale, in particolare su gradiente verticale (BACCHIOCCHI & AIROLDI, 2003), per ciascun affioramento indagato è stata quindi identificata un'area ambientalmente omogenea su cui effettuare i campionamenti. A tal proposi-

to è stata scelta l'elevazione dal fondo, uno dei fattori più importanti nel generare stratificazione ambientale nei biotopi delle *tegnùe* (GABRIELE *et al.*, 1999, MIZZAN, 2000).

I transetti ed i relativi prelievi sono stati quindi condotti nei sette affioramenti oggetto di studio, in corrispondenza delle aree caratterizzate dalle maggiori elevazioni medie, in modo da minimizzare la variabilità ambientale e consentire di studiare la composizione quali-quantitativa di un popolamento specifico (LOYA, 1978; DELLA CROCE *et al.*, 1997) su cui effettuare poi i confronti tra i diversi affioramenti.

Le aree caratterizzate dalle maggiori elevazioni sono state individuate sovrapponendo le mappe digitali ottenute con il *Side Scan Sonar* con i dati batimetrici di precisione forniti dal multibeam (bathymetry and sidescan-sonar digital images), verificandone preliminarmente le effettive caratteristiche e compatibilità mediante l'esame della documentazione video georeferenziata ottenuta tramite R.O.V.

In ciascun sito prescelto per il campionamento, sono stati posizionati dei transetti di lunghezza prestabilita (12 o 24 metri), ciascuno costituito da 4 stazioni di prelievo. I transetti sono stati distribuiti tra le diverse aree in funzione delle dimensioni degli affioramenti individuati.

Le coordinate degli estremi dei transetti sono state poi fornite agli operatori subacquei che hanno eseguito il campionamento. Il campionamento in immersione è stato effettuato lungo i transetti precedentemente individuati sui rendering batimetrici digitali. Per ciascun sito sono stati raccolti 4 campioni.

Le stazioni di campionamento risultano posizionate in maniera casuale lungo il transetto grazie a targhette posizionate a distanza variabile sulle sagole prima dell'immersione (Fig. 2).

Su ciascuna stazione di campionamento, è stato posizionato un telaio quadrato di 1 mq in materiale plastico flessibile per delimitare la superficie da campionare. La superficie complessiva è stata poi fotografata con la tecnica del fotomosaico (4 fotogrammi di 50 x 50 centimetri).

L'asportazione dell'epibenthos è stata condotta da operatore subacqueo mediante scatching ed aspirazione con sorbona dotata di retino con maglia di 1,0 mm.

Per ciò che riguarda le comunità dei fondali a substrati mobili circostanti agli affioramenti, uno degli obiettivi dello studio consisteva nel verificare loro eventuali variazioni in relazione alla presenza dei biotopi rocciosi. Per rispondere a questa domanda sono stati raccolti 60 campioni di substrato incoerente tramite operatore su-

bacqueo, distribuiti lungo transetti di 100 m posti in allontanamento dai principali affioramenti individuati nel corso dell'indagine idrografica. I transetti erano costituiti da stazioni vicine e lontane, poste rispettivamente a 5 e 100 m dal margine dell'affioramento, e potevano presentare un numero variabile di stazioni intermedie localizzate a 25, 50 e 75 m rispettivamente.

Per ciascun prelievo, la superficie di campionamento è stata delimitata mediante un anello di ferro del diametro di 40 cm infisso a una profondità di 20 cm, per un volume pari a 25 litri (Fig. 1). Una volta posizionato il delimitatore di metallo, il campione è stato prelevato mediante l'utilizzo di una sorbona dotata di maglia a luce di 1,0 mm. Ogni campione è composto da quattro prelievi (repliche) identici.



Fig. 1 - Prelievo del benthos di substrato mobile



Fig. 2 - Prelievo del benthos di substrato solido

Comunità fitobentoniche di substrato solido

Daniele Curiel, Emiliano Molin

Introduzione

Nella letteratura scientifica degli affioramenti rocciosi del nord Adriatico sono disponibili, soprattutto dall'ultimo decennio, numerosi lavori per la componente zoobentonica mentre, per quanto riguarda la componente fitobentonica, costituita dalle fanerogame marine e dalle macroalghe, pochi sono i lavori e sommarie risultano le informazioni riportate.

Per le fanerogame marine, che sono rizofite adattate alla vita acquatica, le informazioni sono limitate, anche per la loro ridotta presenza nelle acque della costa friulana-giuliana e veneta del nord Adriatico. A partire dal secolo scorso le caratteristiche chimico-fisiche e trofiche delle acque della fascia costiera sono progressivamente peggiorate e attualmente, almeno per quanto riguarda il litorale veneto, non sussistono quasi più le condizioni idonee per un loro insediamento a mare, soprattutto per quelle degli affioramenti rocciosi.

La presenza nel nord Adriatico di queste piante acquatiche nei precedenti decenni era segnalata lungo la fascia costiera in più punti, tra la foce del Po e il Golfo di Trieste, con praterie di *Zostera marina* L., *Nanozostera noltii* (Hornemann) Tomlinson et Posluzny e *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. Della presenza, se pur rara, di *Posidonia oceanica* L. in Alto Adriatico tra gli affioramenti rocciosi, si hanno notizie dai ritrovamenti a profondità di 8-15 m di BENACCHIO (1938), SIMONETTI (1968) e di GIACCONE & PIGNATTI (1967), quest'ultimi proprio nei pressi di una trezza (*tegnù*) antistante Lignano. Negli anni successivi la presenza di questa specie nel nord Adriatico è dovuta quasi esclusivamente al rinvenimento di radici morte "mattes subfossili", spesso in zone limitrofe agli affioramenti rocciosi (NEWTON & STEFANON, 1976; CARESSA *et al.*, 1995; MIZZAN, 2000). Attualmente l'ultimo relitto di prateria di *Posidonia oceanica* presente sulle coste italiane del Nord Adriatico è presente nella fascia costiera antistante l'abitato di Grado, a profondità di 4-5 m, in substrati duri risalenti ad una antica strada romana (CARESSA *et al.*, 1995).

Se per le fanerogame marine l'assenza di lavori che le segnalano tra gli affioramenti rocciosi è giustificata dalla loro scarsa o nulla attuale diffusione, per le macroalghe le informazioni sono scarse e poco dettagliate, soprattutto per la mancanza di indagini specifiche atte ad approfondire le conoscenze scientifiche su questa componente biologica. La loro segnalazione è quasi sempre riportata in lavori di carattere zoobentonico che si limitano a riportare solamente le più evidenti Rhodophyta appartenenti alle Corallinaceae (*Hydrolithon*, *Ja-*

nia, *Mesophyllum* e *Lithophyllum*) e alle Peyssonneliaceae (*Peyssonnelia* spp.) trascurando del tutto quelle a tallo non calcareo di aspetto foglioso o filamentoso o di taglia più minuta che, per l'individuazione, richiedono specifiche osservazioni al microscopio (MIZZAN, 1992; GABRIELE *et al.*, 1999; MOLIN *et al.*, 2003; CASELLATO *et al.*, 2005, 2007; PONTI *et al.*, 2005).

Poche sono quindi le segnalazioni relative alla struttura e composizione delle comunità macroalgali di questi affioramenti rocciosi sommersi, soprattutto per il litorale veneto.

Il solo lavoro di algologia che fa supporre la presenza di numerose specie algali sugli affioramenti rocciosi è relativo ai fondali marini antistanti la fascia costiera di Grado e Marano (CURIEL *et al.*, 2001) nel quale si riporta il rinvenimento di 83 specie in sei trezze, termine con il quale vengono identificati gli affioramenti rocciosi dai pescatori di questo tratto di costa adriatica.

La scarsa disponibilità di riscontri oggettivi della biodiversità macroalgale degli affioramenti delle acque antistanti le coste venete, ha reso opportuno il loro inserimento in questo progetto, che tra gli obiettivi che si è posto, ha anche quello di caratterizzare le comunità biologiche nelle componenti sia fito che zoo bentoniche.

Peraltro, la componente macroalgale che si pone alla base della catena trofica di molti biotopi, oltre a svolgere un importante ruolo per la biodiversità e strutturazione delle comunità bentoniche (HICKS, 1980; CHEMELLO & MILAZZO, 2002), con le alghe coralline concorre alla formazione del Coralligeno del Mediterraneo e, assieme ad altri organismi, si suppone anche alla formazione delle rocce organogene delle *tegnùe* (STEFANON & MOZZI, 1972; MIZZAN, 1992).

Nell'ambiente marino gli organismi vegetali presenti sono le fanerogame marine (Spermatophyta) e le macroalghe che vengono comunemente identificati con il termine fitobenthos. Le macroalghe, per la loro varietà di forme e complessità morfologica sono tassonomicamente ripartite in 5 divisioni: le Cyanophyta più note come Cianoficee o alghe azzurre, le Rhodophyta (alghe rosse), le Chrysophyta, le Ochrophyta (più comunemente note come Phaeophyta - alghe brune) e le Chlorophyta (alghe verdi). Nello studio in oggetto sono state identificate sui substrati duri macroalghe appartenenti alle Rhodophyta, alle Ochrophyta e alle Chlorophyta. Non sono state pertanto rilevate le Cyanophyta, che sicuramente sono presenti con specie criptiche che richiedono specifiche modalità di campionamento e conservazione per la loro osservazione e le fanerogame marine (Spermatophyta). Nelle fasi di campionamento e analisi di laboratorio si è

quindi tenuto conto delle macroalghe che, per la determinazione e valutazione delle abbondanze, richiedono un procedimento diverso rispetto a quello della componente zoobentonica. È opportuno infatti ricordare che per la stima delle abbondanze delle specie algali, non è possibile come per lo zoobenthos determinare il numero di individui (detti talli). Per la stima dell'abbondanza delle macroalghe la metodologia maggiormente adottata è quella proposta da BOUDOURESQUE (1971) che ha introdotto il concetto di ricoprimento specifico (Ri) equivalente allo spazio occupato in proiezione dai talli sul substrato. Questo indicatore, al pari del numero di individui dello zoobenthos, è utilizzato anche nell'applicazione dei principali indici ecologici (Shannon-Wiener, Pielou, Simpson, ecc.), e nelle differenti analisi statistiche (Cluster Analysis, Multi Dimensional Scaling - MDS).

Materiali e metodi

Il piano di lavoro del progetto, come già detto in precedenza, ha previsto la selezione di 7 affioramenti rocciosi dopo una fase preliminare di indagine che ha preso in esame diversi affioramenti presenti al largo della costa veneta.

Nei 7 affioramenti rocciosi selezionati, il monitoraggio ha previsto individuazione di 12 transetti della lunghezza di 12 o 24 m in relazione alla morfologia dell'affioramento roccioso. Agli affioramenti più grandi sono stati assegnati un maggior numero di transetti su cui individuare i punti di campionamento mentre, in quelli di minore dimensione o compattezza, sono stati assegnati 1 o due transetti. I transetti lungo i quali eseguire i campionamenti sono stati così distribuiti:

- 2 nella *tegnù*a Caorle,
- 4 nella *tegnù*a D'Ancona,
- 1 nella *tegnù*a Malamocco,
- 2 nella *tegnù*a Sorse,
- 1 nella *tegnù*a Venezia,
- 1 nella *tegnù*a Cavallino Vicina,
- 1 nella *tegnù*a Cavallino Lontana.

Lungo ciascun transetto sono stati posizionati casualmente 4 siti di campionamento per un totale di 48 siti dove si è provveduto durante le attività di campo in immersione al grattaggio ed aspirazione con sorbona di tutti gli organismi fito e zoobentonici presenti in 1 metro quadro.

Sui 48 campioni raccolti sono quindi state eseguite in laboratorio dopo la separazione dalla componente zoobentonica le determinazioni delle macroalghe. In ogni campione per ciascuna specie identificata è stato determinato il ricoprimento (Ri) (spazio occupato sul substrato dai talli della stessa specie) e totale di tutte le specie della stazione (Rt) (sommatoria dei vari Ri).

Oltre a questo parametro è stato stimato anche il peso umido e secco (g) mediante trattamento in stufa sino al raggiungimento del peso costante (24 ore ad 80° C). Quest'ultimo parametro risulta poco utilizzato negli studi di algologia essendo complessa la sua stima per le specie algali di piccola dimensione, per le epifite o per le incrostanti. Tenuto conto che l'errore di stima è limitato, perché in gran parte riferito a specie di piccola o microscopica dimensione il cui peso è quasi nullo, si è ritenuto ugualmente utile valutare questo parametro per uniformità metodologiche e confronto con lo zoobenthos.

La determinazione tassonomica ha comportato il riconoscimento degli organismi a livello di specie riferendosi per la nomenclatura alla recente revisione delle macroalghe dei mari italiani (FURNARI *et al.*, 2003) con ultime integrazioni di lavori presenti in letteratura.

In fase di analisi, i dati relativi ai 48 campioni raccolti nelle 7 *tegnù*e indagate sono stati utilizzati per verificarne la similarità sia tra le *tegnù*e, sia tra i transetti. Questa verifica è stata eseguita al fine di valutare se fosse corretto raggruppare i campioni e utilizzare nelle analisi successive il dato complessivo del transetto o dell'affioramento, riducendo in questo modo la variabilità dei dati. Nell'analisi statistiche relative alla similarità, seguendo le indicazioni riportate in CLARKE & GREEN (1988), i dati sono stati trasformati con la radice quarta e le matrici di similarità sono state calcolate utilizzando l'indice di Sorensen (presenza/assenza) e il coefficiente di similarità di Bray-Curtis (ricoprimento e biomassa).

In fase di analisi uno dei 4 campioni raccolti nel transetto della *tegnù*a Cavallino Vicina (CVV_sol B) essendo risultato privo di macroalghe non è stato utilizzato nelle analisi statistiche, in quanto il software non permette di valutare campioni totalmente nulli. Di questa assenza è stato comunque tenuto conto nelle elaborazioni che hanno considerato i valori di ricoprimento ed altri indici che fanno riferimento alle medie dei campioni.

Risultati

Analisi della similarità dei campioni

L'analisi sulle similarità tra i campioni eseguita per valutare la possibilità di accorparli ed eseguire le successive analisi tra transetti e *tegnùe* con un unico dato e più consistente per la minore variabilità, è stata eseguita separatamente sui parametri presenza/assenza, ricoprimento e biomassa.

Considerando che i valori di R (coefficiente di separazione) variano da 0,5 a 0,6 e che sono relativamente distanti dai va-

lori attesi dalle numerose permutazioni eseguite dal software (normalmente 9999 permutazioni), sia per l'analisi dei campioni per transetti, sia per *tegnùe*, appare giustificato utilizzare il dato complessivo riducendo in questo modo la variabilità e rendendo al contempo i dati più omogenei per le successive analisi (Figg. 1a e 1b).

La conferma della buona similarità dei campioni si rileva anche dalla Cluster Analysis e dalla Multi Dimensional Scaling risultando i campioni spesso ben raggruppati per affioramento. A titolo di esempio nelle Figg. 2 e 3 sono riportati il dendrogramma della Cluster Analysis e della MDS ricavati dai valori di ricoprimento.

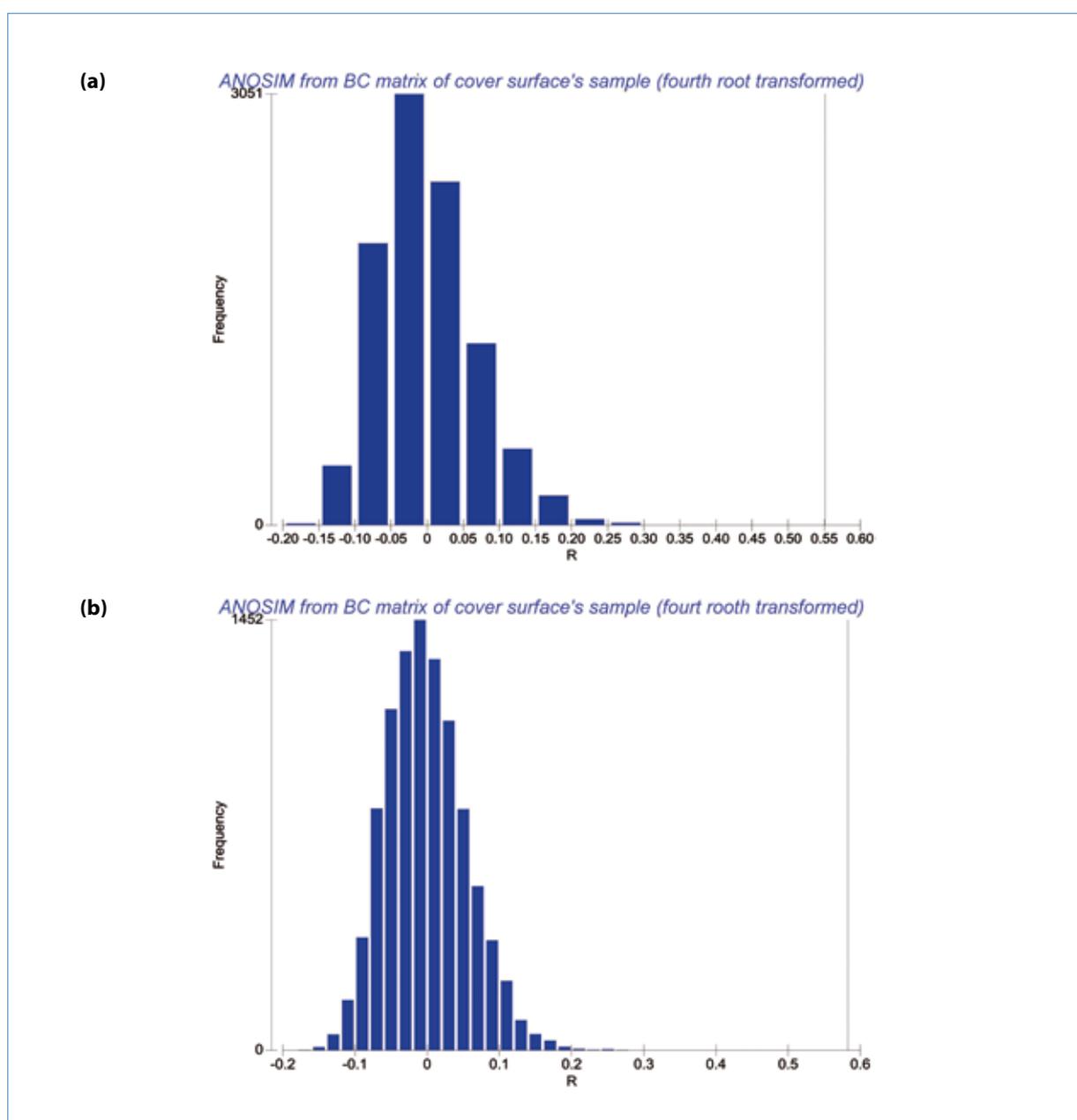


Fig. 1 - Esempio di test Anosim della similarità per i valori di ricoprimento dei campioni per *tegnùe* (1a) e per transetti (1b)

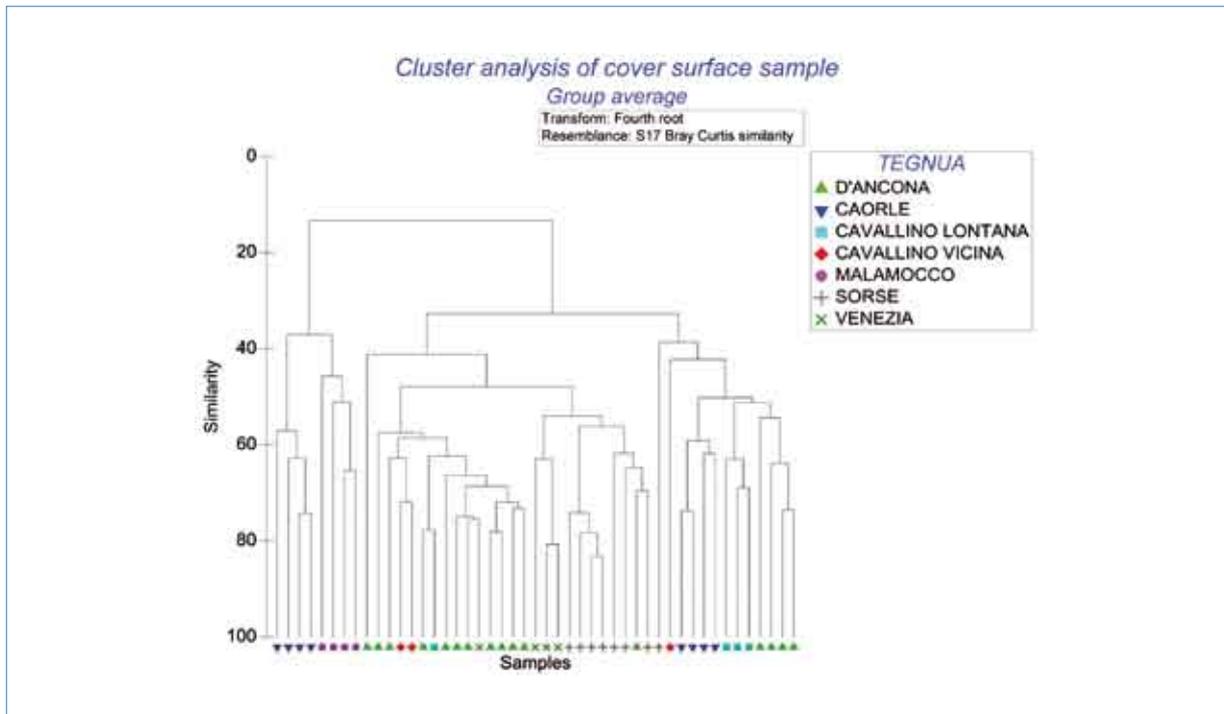


Fig. 2 - Cluster analisi ricavato dalla matrice di similarità di Bray Curtis relativa ai dati algali di ricoprimento trasformati con la radice quarta

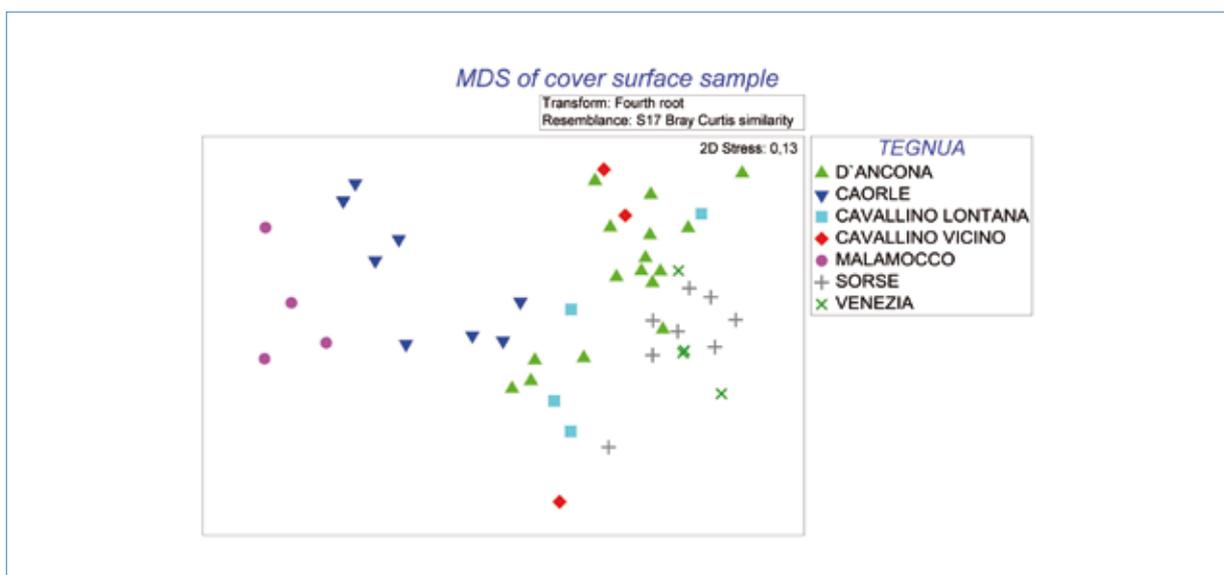


Fig. 3 - MDS ricavato dalla matrice di similarità di Bray Curtis relativa ai dati algali di trasformati con la radice quarta

Sebbene alcuni campioni presentino una minore omogeneità (es. *tegnùe* Cavallino Vicina, Cavallino Lontana e D'Ancona), nel complesso la similarità tra le macroalghe dei campioni degli affioramenti rocciosi sono confermate anche statisticamente. I campioni con la maggiore similarità sono quelli relativi alla *tegnùe* Malamocco mentre, quelli dell'affioramento D'Ancona sono disomogenea-

mente distribuiti all'interno di più raggruppamenti, a testimonianza di una più elevata variabilità della comunità algale. I campioni dell'affioramento Carole pur risultando nell'analisi complessiva omogenei tra loro, denotano però un'alta dissimilarità tra i due transetti che risultano invece più simili a quelli della *tegnùe* Cavallino Lontana e della *tegnùe* D'Ancona.

Nelle 7 *tegnùe* sono state identificate complessivamente 66 macroalghe ripartite nelle tre Divisioni sistematiche delle Chlorophyta (12 taxa), Ochrophyta (8 taxa) e Rhodophyta (46 taxa) (Fig. 4). L'analisi della ripartizione di questi taxa per affioramento evidenzia che la Divisione algale più numerosa è quella delle Rhodophyta, variata dal 63% al 95% per una media per affioramento di 79%.

Le Chlorophyta e Ochrophyta appaiono limitate in numero e denotano anche una maggiore variabilità tra gli affioramenti: le alghe verdi sono variate dal 23% sino a valori nulli (affioramento Cavallino Vicino) per un valore medio per *tegnùa* del 13% mentre, le alghe brune, sono variate da un massimo del 15% sino a valori nulli (affioramento Malamocco) per una media del 8%.

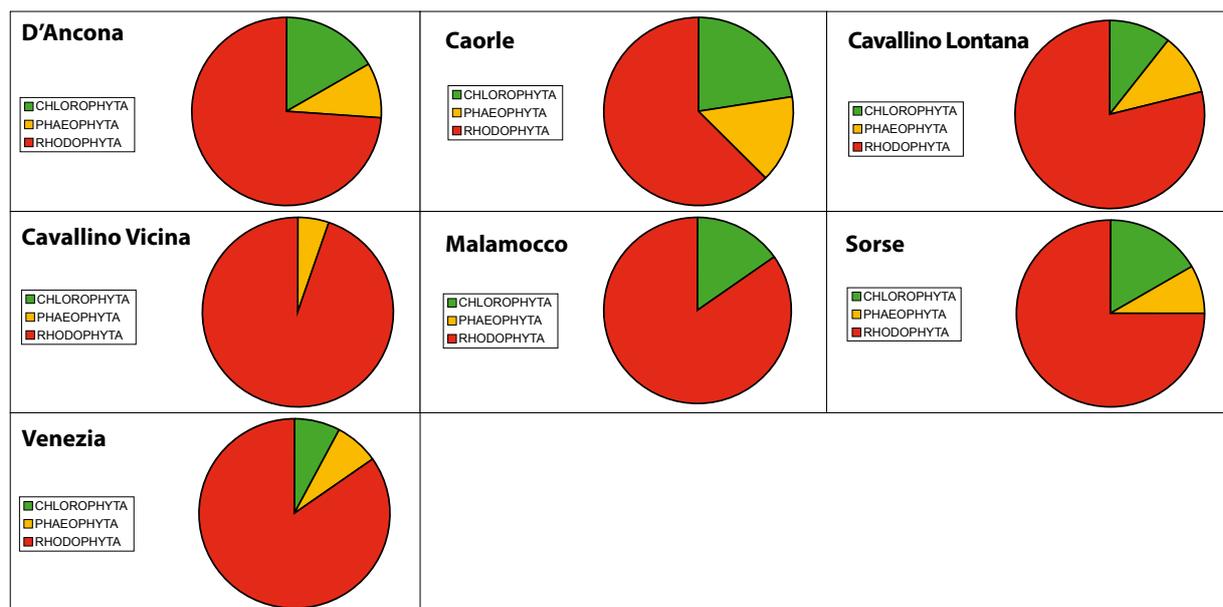


Fig. 4 - Ripartizione dei numero di taxa nelle tre Divisioni algali

Allo scopo di definire la tipologia delle comunità biologiche che colonizzano gli affioramenti rocciosi, sono stati presi in considerazione anche aspetti relativi la morfologia e la struttura delle macroalghe che caratterizzano questi siti. Recenti lavori sulle comunità algali di substrato solido di profondità del piano circalitorale hanno, infatti, evidenziato l'importanza di questi aspetti per valutare trend e tendenze in atto nelle comunità macroalgali (AIROLDI *et al.*, 1995; PIAZZI *et al.*, 2004; STENECK & DETHIER, 1994; IRVING & CONNELL, 2002a). Le valutazioni ecologiche basate su questi criteri rilevano che in condizioni di stress si osserva il passaggio da morfologie algali a tallo eretto a morfologie algali di ridotta altezza (*turf forming*) oppure, che si passi da tipologie funzionali algali complesse (alghe calcaree, alghe brune a tallo coriaceo, spesso perennanti che per colonizzare i substrati richiedono condizioni ecologiche ottimali e stabili) a tipologie funzionali semplificate o che hanno cicli di vita brevi (es. microalghe, talli laminari monostratificati, talli filamentosi).

Per quanto attiene la morfologia esterna le macroalghe sono state suddivise in tre categorie (Fig. 5), quelle erette (*erect layer*, > 10 mm), quelle che formano tappeti o feltri di ridotta altezza (*turf layer*, 1-10 mm), e quelle incrostanti (*encrusting layer*, coralline o calcificate); per quanto

ottiene invece le tipologie funzionali che tengono conto anche dell'organizzazione e struttura interna dei talli (Fig. 6) si suddividono nei seguenti gruppi: le microalghe (qui non rilevate), le filamentose, le fogliose (separabili in fogliose monostratificate e fogliose corticate), le corticate erette (*terete*), le coriacee (es. alghe brune tipo *kelp*), le crostose (calcaree articolate e incrostanti). Dalle prime alle ultime aumenta il livello di complessità e la durata del ciclo di vita.

Affinché vi sia la colonizzazione delle specie più complesse, è necessario che le condizioni ambientali generali siano stabili e che i fattori di stress siano limitati.

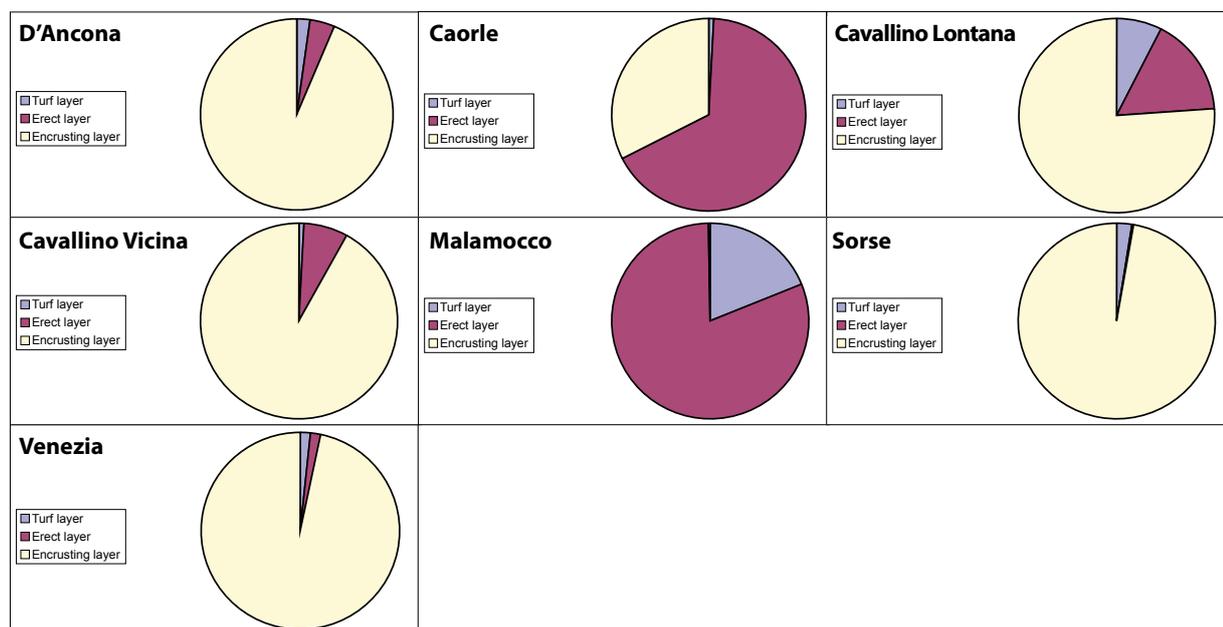


Fig. 5 - Ripartizione del numero delle macroalge nelle tre categorie morfologiche

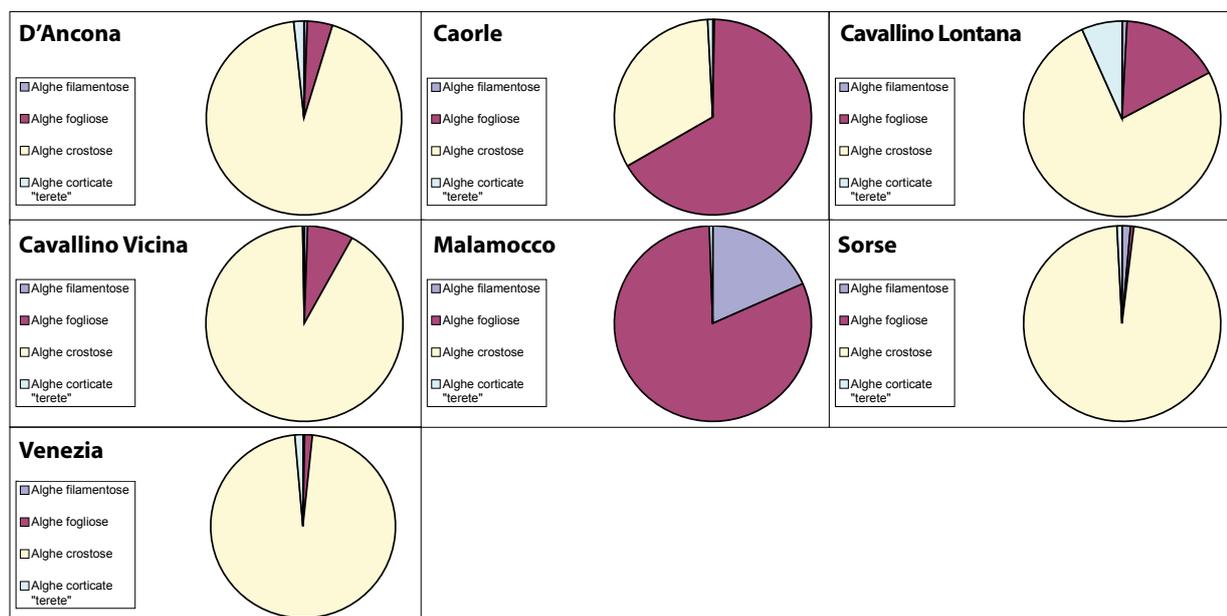


Fig. 6 - Ripartizione del numero delle specie algali nelle categorie funzionali

Nei diagrammi relativi alla morfologia esterna delle macroalge (erette, turf forming e incrostanti), valutando il numero di macroalge si nota che la presenza delle specie incrostanti Corallinaceae (es. *Peyssonnelia* spp., *Lithophyllum stictaeforme* e *Lithothamnion philippii*) è significativa per quasi tutte le *tegnùe* eccetto, per quelle situate in prossimità della costa (affioramenti Caorle e Malamocco) dove prevale il numero delle specie erette. Le specie algali che costituiscono feltri (turf forming), sono più abbondanti nella *tegnù*a Malamocco,

ma sono presenti anche negli affioramenti Cavallino Lontana e Sorse.

Come detto in precedenza, in diversi lavori la presenza nei substrati di specie appartenenti alle turf forming non è valutata positivamente in quanto, il loro incremento, sarebbe indicatore di stress ambientali riconducibili alla torbidità o agli apporti terrigeni provenienti dalla costa (BALLATA *et al.*, 2004; IRVING & CONNELL, 2002a). Negli affioramenti indagati la presenza della tipologia algale turf forming appare eviden-

te solamente nella *tegnù* Malamocco mentre, nelle altre, appare nel complesso limitata. Va peraltro sottolineato che le turf specie nell'affioramento Malamocco (le alghe rosse *Aglaothamnion* spp. e *Pterothamnion plumula*, *Heterosiphonia japonica* e l'alga verde *Entocladia viridis*) appaiono qui per numero percentualmente più elevate, non tanto per un loro incremento numerico, quanto per la scarsa presenza complessiva di specie algali, che risulta il più basso tra tutti gli affioramenti (13 taxa complessivi). In termini di abbondanza sui substrati, come si vedrà in seguito, l'importanza delle turf alghe rispetto alla superficie di campionamento appare nel complesso trascurabile.

Se si analizzano invece le macroalghe, non per numero di specie, ma per lo spazio che occupano sul substrato, le tre morfologie algali considerate (turf forming, calcaree ed erette) mostrano nell'insieme valori di copertura/ricoprimento limitati, mediamente stimabili tra il 2 e il 6% della superficie campionata. Complessivamente quindi la componente delle alghe a turf forming degli affioramenti indagati appare limitata, sia se analizzata per numero di specie, sia per spazio che occupano sui substrati. Quando presente come nell'affioramento Malamocco, non appare costituita da una pluralità di specie, ma quasi esclusivamente dall'alga rossa *Aglaothamnion* spp.. I ricoprimenti delle alghe a tallo eretto sono costituiti essenzialmente da due alghe rosse, *Rhodymenia ardissoni* e *Cryptonemia lomation* mentre, per l'affioramento Malamocco, anche dall'alga rossa *Rhodophyllis divaricata* e per l'affioramento Caorle dall'alga bruna *Dictyopteris polypodioides*. Come si vedrà dalle successive elaborazioni, queste specie che sono più abbondanti delle altre, ma complessivamente limitate rispetto alla superficie di campionamento, identificano uno stato ecologico sciafido, tipico dell'infralitorale.

Nell'analisi per gruppi strutturali le alghe calcaree che costituiscono delle incrostazioni sulle rocce (non quindi quelle a tallo articolato che formano dei piccoli rametti che si elevano dal substrato per alcuni centimetri) appartenenti alle Corallinacea (*Peyssonnelia* spp., *Lithophyllum stictaeforme* e *Lithothamnion philippii*), si confermano prevalenti per ricoprimento dei substrati soprattutto negli affioramenti più lontani dalla costa, mentre, in quelle più vicine alla costa, più rappresentate sono le specie a tallo foglioso quali *Rhodymenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation*, *Rhodophyllis divaricata* per le alghe rosse e *Dictyopteris polypodioides* per le alghe brune. Come detto in precedenza, nell'affioramento Malamocco la limitata presenza delle alghe incrostanti è in parte sostituita da quelle filamentose del genere *Aglaothamnion*.

Come per la ripartizione basata sulla morfologia esterna, per gruppi funzionali l'abbondanza delle Rhodophyta incrostanti calcaree (affioramenti D'Ancona, Cavallino Vicina, Cavallino Lontana, Venezia, Sorse) o delle alghe a tallo foglioso (affioramenti Caorle e Malamocco) prevale nettamente sugli altri gruppi. Assenti solo le alghe dei gruppi funzionali filamentose, coriacee, corticate erette e calcaree articolate). Come detto in precedenza, l'abbondanza sui substrati del gruppo funzionale delle alghe



Fig. 7- *Peyssonnelia rosa-marina* (Rhodophyta)



Fig. 8- *Lithophyllum stictaeforme* (Rhodophyta)



Fig. 9- *Lithothamnion philippii* (Rhodophyta)



Fig. 10 - *Peyssonnelia squamaria* (Rhodophyta)



Fig. 11 - *Halymenia floresia* (Rhodophyta)



Fig. 12 - *Rhodymenia ardissoni* (Rhodophyta)

calcarea a tallo incrostante è relativo, in quanto, risulta rilevante rispetto al ricoprimento delle altre alghe, ma limitata se rapportata alla superficie di campionamento complessiva (in media del 6%).

Per una obiettiva analisi della componente algale degli affioramenti rocciosi è necessario considerare non solo il numero di specie che si possono rinvenire, ma anche la loro capacità di colonizzare i substrati. Questo aspetto appare determinante in quanto solamente in presenza di abbondanze significative la componente algale può svolgere il ruolo più volte richiamato in letteratura di *habitat formers*. In questo modo si può anche condurre un confronto con quello degli organismi coloniali zoobentonici, i Poriferi in primis, che sono i principali organismi che ricoproprono i substrati di questi ambienti. Come per gli organismi coloniali zoobentonici l'abbondanza delle macroalghe, per la complessa struttura dei talli (microscopica, macroscopica, filamentosa, fogliosa, incrostante, prostrata, eretta, ecc.), non può essere stimata per numero di organismi, ma quantificando lo spazio che occupano sul substrato (ricoprimento specifico o totale) oppure come biomassa specifica o totale.

L'impiego dello spazio che le macroalghe occupano sul substrato è stato introdotto, come detto in precedenza, da BOUDOURESQUE (1971) per stimarne l'abbondanza al fine di definire metodi di studio qualitativi e quantitativi del fitobenthos. Tale parametro non deve essere confuso con la copertura che stima invece lo spazio occupato dalle macroalghe nella superficie campionata senza tener conto dei vari livelli o strati con cui è disposta la vegetazione. Per definizione la copertura di una superficie di campionamento può variare da 0% (assenza di alghe) a 100% (le alghe sono presenti in tutto il quadrato campionato, anche in più livelli).

Il ricoprimento di una singola specie (R_i), che corrisponde alla spazio occupato dai talli in proiezione, non può superare il 100% della superficie di campionamento mentre, il ricoprimento totale (R_t) di tutte presenti nell'area campionata può essere superiore al 100% se disposte in più strati (basale incrostante, strato arboreo, epifite, ecc.).

L'analisi delle abbondanze algali più volte sino ad ora richiamate evidenzia che i maggiori ricoprimenti medi si sono avuti nei transetti dell'affioramento Carole (transetto CAO_01) e dell'affioramento Sorse (transetto SOR_01) dove si raggiungono rispettivamente valori pari al 6,8% e 4,6%. A livello di campioni, il più elevato ricoprimento totale delle macroalghe tra i 48 campionati si è avuto nell'affioramento Carole con un valore del 10-11% della superficie campionata e dovuti per oltre il 70% all'alga rossa *Rhodymenia ardissoni* e alla calcarea incrostante *Peyssonnelia squamaria*.

I valori di ricoprimento algale dei transetti nelle *tegnùe* D'Ancona e Malamocco sono stati in media del 2-2,5%, mentre nei transetti degli altri affioramenti risultano mediamente più bassi. Da una prima valutazione si comprende che le macroalghe presentano un basso livello di ricoprimento dei substrati e che questi sono dati dalle alghe a tallo foglioso o calcarea.

Le abbondanze delle tre divisioni macroalgali (alghe rosse, brune e verdi) denotano delle significative differenze essendo la quasi totalità del ricoprimento costituito dalle Rhodo-

phyta che raggiungono valori medi del 6% a Caorle (trasetto CAO_01) e valori superiori al 4% nell'affioramento Sorse (trasetto SOR_01). Tenendo conto dei ricoprimenti totali e di quelli delle tre divisioni algali si comprende che la quasi totalità del ricoprimento dei substrati è dato dalle alghe rosse.

Le macroalghe che più contribuiscono al ricoprimento per le alghe rosse appartengono alle calcaree incrostanti dei generi *Peyssonnelia*, alle coralline *Lithothamnium philippii* e *Lithophyllum strictaeforme* o a quelle a tallo foglioso come *Rhodymenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation* o *Rhodophyllis divaricata*.

Tra le altre due divisioni (Ochrophyta e Chlorophyta), il maggior contributo al ricoprimento viene dalle alghe brune che raggiungono valori massimi dello 0,5% nell'affioramento Caorle (trasetto CAO_01). I valori di copertura in questo trasetto sono determinati dall'esclusiva presenza dell'alga fogliosa *Dictyopteria polypodioides* non rinvenuta nei campioni di altri affioramenti rocciosi. Sempre tra le alghe brune altre specie che determinano ricoprimento sono *Dictyota dicotoma*, *Sphacelaria plumosa* e *Cutleria chilosa*. Quest'ultima specie contribuisce in particolare al ricoprimento dei campioni della *tegnù* Venezia con valori medi per trasetto dello 0,4%.

Le alghe verdi sono quelle più criptiche e meno evidenti sui substrati perché poco o nulla contribuiscono alla copertura del substrato roccioso raggiungendo ricoprimenti massimi dello 0,05% nell'affioramento Caorle (trasetto di CAO 01). Negli altri affioramenti i ricoprimenti medi delle alghe verdi sono prossimi o pari allo 0%. Le alghe verdi più rappresentate per abbondanza, sebbene presenti con ricoprimenti molto ridotti, sono essenzialmente *Cladophora pellucida* e *Ulva lens*. *Flabellia petiolata*, specie sciafila caratteristica dei substrati duri del infralitorale e del circalitorale nell'Associazione *Flabellio-Peyssonnelietum squamarie*, presente nelle vicine coste triestine già a partire dai livelli superficiali e della Slovenia e Croazia sino a 20 m, è qui poco rappresentata probabilmente per i sostenuti livelli di sedimentazione.

La valutazione complessiva dei livelli di abbondanza delle macroalghe nei 7 affioramenti (Fig. 18) evidenzia che i substrati risultano scarsamente colonizzati (ricoprimento medi 3-6 %) e che le specie più abbondanti appartengono quasi esclusivamente alle alghe rosse calcaree dei generi *Peyssonnelia* (*P. rosa-marina*, *P. harveyana*, *P. squamaria*), *Lithothamnium* (*Lithothamnium philippii*), *Lithophyllum* (*L. strictaeforme*) e dalle alghe rosse fogliose dei generi *Rhodymenia* (*R. ardissoni*, *R. pseudo palmata*), *Cryptonemia* (*C. lomation*) e *Rhodophyllis* (*R. divaricata*). Tutte queste specie, indicatrici di condizioni sciafile, confermano la generale scarsa luminosità di questi siti dovuta alla ridotta trasparenza delle acque. Le specie citate sono inserite nelle associazioni sciafile del coralligeno del Mediterraneo dei piani infralitorale e circalitorale (Ass. *Flabellio-Peyssonnelietum squamarie* Molinier 1958, Ass. *Lithophyllo-Halimedetum tunae* Giaccone 1965, Ass. *Rhodymenio-Codietum vermilarae* Ballesteros 1989) (GIACCONE *et al.*, 1994; GIACCONE, 2007). Ciò che appare dall'analisi delle specie è che tali associazioni risul-



Fig. 13 - *Rhodymenia pseudopalmata* (Rhodophyta)



Fig. 14 - *Cryptonemia lomation* (Rhodophyta)



Fig. 15 - *Spacelaria plumosa* (Ochrophyta)



Fig. 16 - *Flabellia petiolata* (Chlorophyta)

tano in questi affioramenti fortemente impoverite o prive di molte specie caratteristiche (es. *Flabellia petiolata*, *Alsidium corallinum*, *Halimeda tuna*, *Osmundaria volubilis*, *Peyssonnelia polymorpha*) come pure sono assenti molte specie del circolitorale della Classe Cystoseiretalia che possono essere epibionti delle formazioni rocciose del coralligeno (*Jania rubens*, *Laurencia obtusa*, *Acetabularia acetabulum*, *Pesudolithoderma adriaticum*, *Amphiroa rigida*).

La presenza e relativa abbondanza delle specie sciafite in questi ambienti appare giustificata in parte dalla profondità, che varia da un minimo di 8 m sino ad un massimo di 24 m per un valore medio di circa 16 m, ma soprattutto dalla ridotta trasparenza dell'acqua stimata in termini di disco Secchi medio/anno in 3-4 m (dati ARPAV ultimi anni misurati in superficie) ed in irradianza media tra profondità e superficie del 2-3% (CASELLATO & STEFANON, 2008).

Ad incidere sulle ridotte abbondanze sui substrati è principalmente l'elevato tasso di sedimentazione che appare a tutti i sommozzatori l'elemento dominante e



Fig. 17 - Tallo di *Rhodymenia ardissoni* (Rhodophyta) parzialmente coperto dal sedimento

caratteristico di questi ambienti. Il sedimento che si deposita sui talli da un lato ne scherma la radiazione luminosa e dall'altro ne ostacola lo sviluppo.

Questi valori di abbondanza algale risultano infatti inferiori a quelli rilevati nel coralligeno del Mar Tirreno che presentano caratteristiche simili a quelle degli affioramenti rocciosi del nord Adriatico. Nelle indagini di AIROLDI *et al.*, (1995), FERDEGHINI *et al.*, (2000), BALLATA *et al.*, (2004) e PIAZZI *et al.*, (2004) i ricoprimenti variano dal 10 al 30% e sulle pareti verticali raggiungono anche il 50% in siti considerati ad alta torbidità e sedimentazione (VIRGILIO *et al.*, 2006).

Diversi lavori indicherebbero che la principale causa dei bassi valori del ricoprimento sui substrati siano da ricercare nell'elevata sedimentazione che, da un lato coprendo i talli scherma la radiazione luminosa e dall'altro inibisce la crescita e lo sviluppo di nuovi talli (LABOREL, 1961; SARTORETTO, 1996; MORGANTI *et al.*, 2001).

Un fattore che può aver in parte inciso sulla stima finale delle abbondanze algali può essere attribuito anche alla stessa strategia di campionamento che ha previsto raccolte alla sommità degli affioramenti, dove le inclinazioni sono preferibilmente orizzontali e le sedimentazioni più sostenute rispetto ai margini, dove invece i substrati sono inclinati e meno soggetti a trattenere il sedimento (COCITO *et al.*, 2002; PIAZZI *et al.*, 2004).

Altri Autori, hanno osservato che in presenza di ridotta illuminazione ed elevata sedimentazione, si verifica una dominanza della componente zoobentonica su quella fitobentonica (IRVING & CONNELL, 2002a, 2002b). Questa osservazione appare ampiamente confermata per gli affioramenti indagati ed è in accordo con quanto osservato in altri affioramenti del nord Adriatico (GABRIELE *et al.*, 1999; CASELLATO *et al.*, 2005, 2007; PONTI *et al.*, 2005) dove la componente zoobentonica appare dominante e caratterizzata per l'80-90% soprattutto dai Poriferi e dai Policheti. L'esame delle categorie trofiche dello zoobenthos (MIZZAN, 1992, 1994; CASELLATO *et al.*, 2005) evidenzia una ridotta presenza degli organismi erbivori

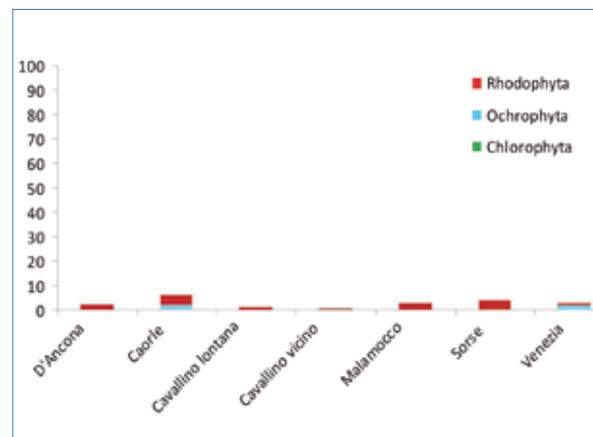


Fig. 18 - Ripartizione dei valori del ricoprimento delle tre divisioni algali per ogni singolo affioramento

(<5%), ed un'elevata presenza dei filtratori e dei sospensivori, che per la loro sopravvivenza dipendono in modo più o meno diretto dal particolato a disposizione nella colonna d'acqua.

Dal confronto con lavori algali relativi al coralligeno del Mediterraneo (FELDMANN, 1937; GIACCONE *et al.*, 1994; SARTO-RETTO *et al.*, 1996; RAC/SPA 2003, BALLESTEROS, 2006) emerge che negli affioramenti indagati sono assenti le principali specie costruttrici [(*Neogoniolithon mammosum* (= *Lithophyllum hauckii*), *Mesophyllum alternans* (*Mesophyllum lichenoides*), *Amphiroa verruculosa*, *Lithophyllum cabiochae*, *Pseudolithophyllum expansum* (= *Lithophyllum frondosum*), *Peyssonnelia polymorpha*, *Peyssonnelia rubra*]. Tra quelle considerate biocostruttrici sono state rinvenute nelle *tegnùe* indagate le Corallinaceae *Lithophyllum stictaeforme*, *Lithothamnion philippii*, e le Peyssonneliaceae *Peyssonnelia rosa-marina* e *Peyssonnelia squamaria* con abbondanze però molto modeste per giustificare un loro attuale reale contributo alla biocostruzione. E' opportuno precisare che le Corallinaceae (es. *Mesophyllum*, *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, ecc.) forniscono un maggior contributo edificatrice rispetto alle Peyssonneliaceae (*Peyssonnelia* spp.) essendo la loro struttura morfologica interna interamente calcificata (calcite) rispetto alle specie di *Peyssonnelia* che hanno calcificato solamente lo strato basale (aragonite).

Analisi degli indici univariati

L'analisi dei principali indici univariati eseguita sul ricoprimento algale ha previsto l'utilizzo di:

- ricchezza in specie S, espresso come logaritmo naturale;
- ricoprimento R, espresso come logaritmo naturale;
- l'indice di diversità di Shannon H' (SHANNON e WEANER, 1949);
- l'indice di dominanza di Simpson 1-λ (SIMPSON, 1949).

Questi indicatori sono comunemente utilizzati nelle indagini ecologiche e permettono di comprendere il grado di complessità delle biocenosi a prescindere però, dalle caratteristiche e dalle esigenze delle singole specie che le compongono.

Il numero medio di specie per campione riferito alla superficie di 1 m² valutato per transetti (Fig. 19), evidenzia che il maggior numero medio (circa 16 taxa) si riscontra nei due transetti dell'affioramento Caorle (CAO_01 e CAO_02) e in quelli delle *tegnùe* D'Ancona e Sorse (ANC_02 e SOR_02) con 12-13 specie. Il minor numero di specie si rileva invece nei transetti degli affioramenti Malamocco, Venezia e Cavallino Lontana con 6-7 specie. Il massimo numero di taxa rilevato per campione è stato di 22-21 in due campioni dell'affioramento Caorle, mentre il numero più basso, pari a 0 in un campione dell'affioramento Cavallino Vicina.

Tali valori di biodiversità macroalgale appaiono in generale bassi rispetto sia a quanto si rileva nei substrati duri dei moli foranei delle bocche di porto su profondità di circa 8

m (33 taxa nei moli foranei: in CUREL *et al.*, 2008; 26 taxa nella barriera emersa di Malamocco nota come lunata: in RISSONDO *et al.*, 2008), sia del Mediterraneo (media 40-80 per campione: in CORMACI & FURNARI, 1991). Ciò appare ulteriormente avvalorato se si considera che la superficie di campionamento adottata (1 m²) appare nettamente superiore a quella solitamente utilizzata in Mediterraneo (400-900 cm²).

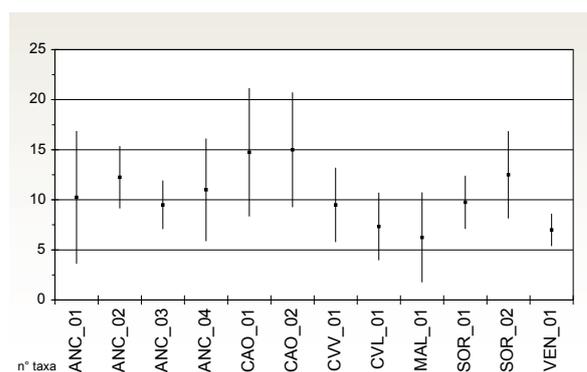


Fig. 19 - Numero di specie medio per campione rilevato nei 12 transetti

I ricoprimenti totali appaiono invece mediamente più elevati nei campioni dei transetti di CAO_01 (ricoprimento medio 6-7%) e SOR_01 (ricoprimento 4-5%) (Fig. 20); i ricoprimenti dei campioni dei transetti CAO_02 e SOR_02 sono in linea con quelli delle altre *tegnùe* e in media inferiori al 3% della superficie campionata. Tenzialmente si osserva però che i campioni con maggior ricoprimento denotano anche una maggiore variabilità (deviazione standard) facendo ritenere che non esiste per la componente algale un'elevata uniformità nelle abbondanze. Le specie a tallo foglioso che costituiscono il ricoprimento quali *Rhodymenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation* o *Rhodophyllis divaricata* non sono presenti in modo uniforme ma con cespi (cespugli) isolati di dimensioni medie di 500-1000 cm².

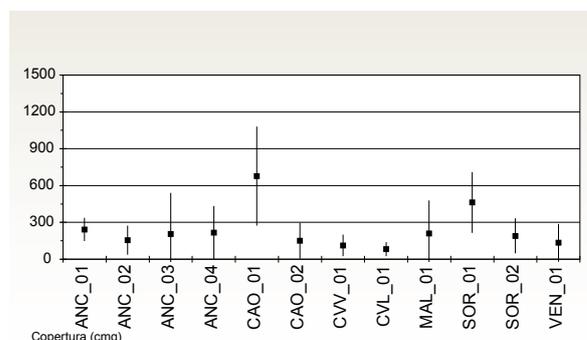


Fig. 20 - Ricoprimento totale medio per campione rilevato nei 12 transetti

L'indice di diversità specifica di Shannon, compreso tra 0 e, teoricamente, $+\infty$ tiene conto sia dell'abbondanza delle specie presenti (ricoprimento), sia del modo in cui le singole alghe sono distribuite fra tutte le altre alghe. L'indice denota un andamento simile nei vari transetti con i valori più elevati nei campioni del transetto CAO_02 e quelli minimi nei campioni dei transetti delle *tegnùe* Malamocco e Cavallino Vicina (Fig. 21).

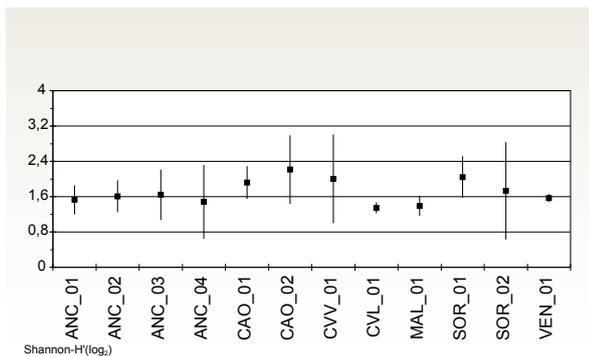


Fig. 21 - Valori dell'Indice di diversità di Shannon medio per campione rilevato nei 12 transetti

L'indice di dominanza di Simpson misura l'esistenza o meno di prevalenza di poche specie nella comunità e può variare da 0 ad 1. Elevati valori di dominanza indicano che una o poche specie prevalgono per abbondanza sulle altre monopolizzando i substrati e le risorse. I valori rilevati con questo indice (Fig. 22) indicano che le maggiori dominanze si hanno nei transetti degli affioramenti Sorse e Caorle, confermando che i ricoprimenti sono in realtà costituiti da una o poche specie che prevalgono su tutte le altre. Dominanze inferiori si rilevano invece nei transetti dell'affioramento D'Ancona, Malamocco, Cavallino Lontana dove i ricoprimenti ridotti (< 2-3%) sono costituiti dalla somma di più specie nessuna prevale nettamente sulle altre.

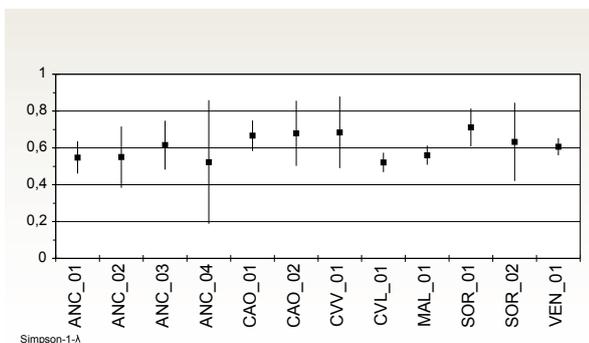


Fig. 22 - Valori dell'Indice di Simpson medio per campione rilevato nei 12 transetti

Analisi della comunità algale

L'analisi di quali siano i taxa che maggiormente caratterizzano e differenziano gli affioramenti è stata effettuata con il test SIMPER (CLARKE, 1993) che valuta il contributo alla dissimilarità tra *tegnùe* dei singoli taxa algali. Per semplificare l'analisi sono state considerate solo le specie con ricoprimento superiore o pari al 10% del totale.

I valori medi di dissimilarità di Bray-Curtis tra *tegnùe* del test SIMPER indicano che gli affioramenti con la dissimilarità più bassa (quindi più simili tra loro) sono Sorse e Venezia, mentre la dissimilarità più elevata si ha dal confronto tra gli affioramenti più lontani e più vicini dalla costa (Fig. 23). In particolare, la *tegnùe* di Malamocco è quella che presenta maggiori differenze rispetto soprattutto all'affioramento Sorse e Venezia.

Come riportato in CLARKE & WARWICK (2001), un utile indicatore per individuare le specie che maggiormente contribuiscono a differenziare gli affioramenti rocciosi è dato dal rapporto tra il contributo medio alla dissimilarità totale del singolo taxa (Diss) e la deviazione standard (SD). Tali specie sono per la quasi totalità appartenenti alle Rhodophyta (12 taxa), mentre una sola specie, *Cutleria chilosa*, appartiene alle Ochrophyta.

Le Rhodophyta che più contribuiscono a differenziare e caratterizzare gli affioramenti rocciosi sono *Rhodymenia ardissoni* e *Rhodymenia pseudopalmata* e quelle del genere *Peyssonnelia* (*P. rosa-marina*, *P. harveyana* e *Peyssonnelia squamaria*). Anche l'alga rossa *Rhodophyllis divaricata* (specie sciafila) risulta importante per discriminare le *tegnùe* più vicine alla costa (Caorle e Malamocco) da quelle più lontane.

Nella Tab. 1, sono riportate le specie che maggiormente contribuiscono alla similarità tra i campioni di uno stesso affioramento roccioso.

Nella Tab. 2 sono riportati i taxa determinanti nel descrivere la struttura delle comunità delle *tegnùe* ricavati dall'analisi BEST- BVSTEP. Appare utile precisare che *Peyssonnelia* sp. è da considerarsi un'alga calcarea diversa dalle altre 3 specie dello stesso genere riportate in elenco (*P. rosa-marina*, *P. squamaria*, *P. harveyana*) e non determinata a livello di specie per la mancanza di caratteri diacritici nei campioni raccolti; l'alga rossa *Rhodymenia* sp., rimasta anch'essa a livello di genere per la mancanza di caratteri diacritici utili al riconoscimento, è però da ricondurre a *R. ardissoni* o *R. pseudopalmata*.

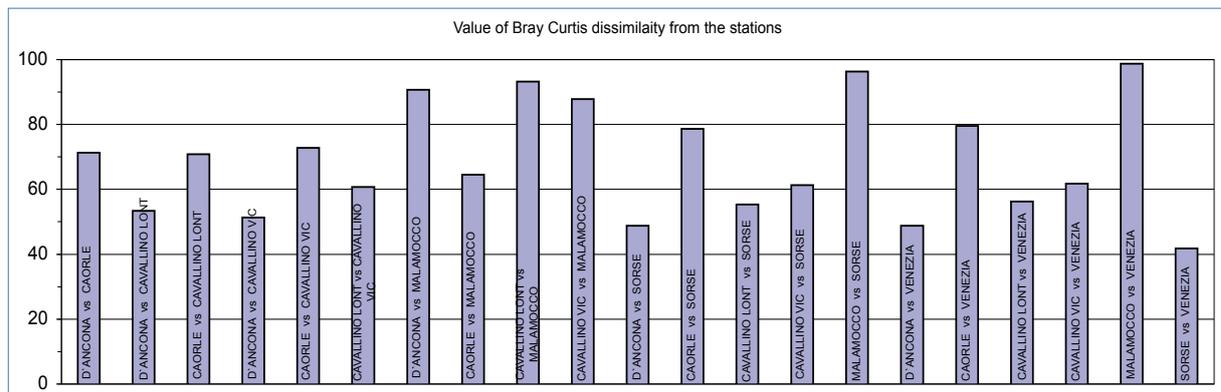


Fig. 23 - Valori di dissimilarità di Bray-Curtis ricavati dai taxa con ricoprimento superiore o pari al 10 % del totale

D'ANCONA		Average similarity: 53.98		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,72	16,61	2,28	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,2	7,45	2,14	
CAORLE		Average similarity: 53.26		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	1,07	4,71	2,23	
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh	2,53	10,69	1,97	
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V. Lamouroux) P.C. Silva	1,22	5,07	1,65	
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann	2,83	12,36	1,57	
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne	2,29	8,66	1,41	
CAVALLINO LONTANA		Average similarity: 48.12		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,19	15,72	4,85	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,47	10	2,28	
CAVALLINO VICINO		Average similarity: 34.75		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,25	16,76	2,5	
MALAMOCCO		Average similarity: 54.77		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh	2,99	23,79	7,36	
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	2,5	19,23	5,19	
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V. Lamouroux) P.C. Silva	1,51	7,42	0,78	
SORSE		Average similarity: 60.98		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	2,9	18,69	4,96	
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque et Denizot	3,07	19,5	4,38	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,08	5,7	1,57	
VENEZIA		Average similarity: 64.22		
Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	
<i>Dasya</i> sp.	0,74	6,25	5,67	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	1,06	8,35	5,1	
<i>Cutleria chilosa</i> (Falkenberg) P.C.Silva	2,33	16,27	4,41	
<i>Rhodymenia</i> sp.	1,1	8,14	3,88	
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque et Denizot	2,04	15,69	3,63	

Tab. 1 - Macroalghe che maggiormente contribuiscono alla similarità dei campioni delle stesse teggùe (test SIMPER sui dati di ricoprimento)

PHAEOPHYTA
<i>Cutleria chilosa</i> (Falkenberg) P.C.Silva
RHODOPHYTA
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh
<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie
<i>Peyssonnelia harveyana</i> P. et H. Crouan ex J. Agardh
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque et Denizot
<i>Peyssonnelia</i> sp. 1
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann
<i>Rhodymenia</i> sp.

Tab. 2 - Macroalghe rappresentative della struttura delle comunità degli affioramenti. La matrice di similarità di Bray Curtis relativa a queste macroalghe risulta correlata ($Rho > 0.95$) con la matrice originale dei valori di ricoprimento

Il confronto tra nMDS ottenuto dai dati di ricoprimento di queste macroalghe (Fig. 24) e nMDS ricavato dalla matrice originale completa (Fig. 3) con tutte le specie algali rilevate denota una somiglianza nella distribuzione dei campioni di ogni *tegnù*a confermando la buona capacità delle specie individuate nel descrivere differenze e similarità tra gli affioramenti indagati.

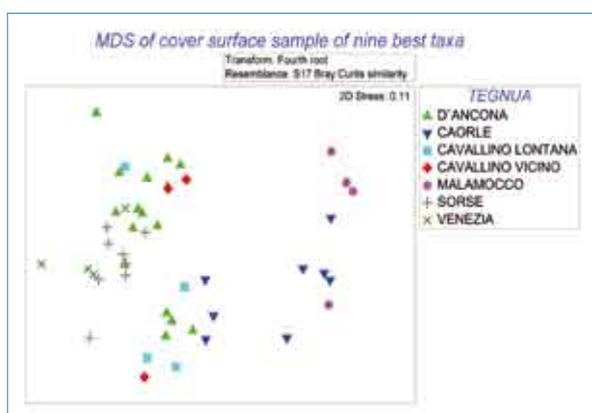


Fig. 24 - nMDS ottenuto dalla matrice di similarità di Bray-Curtis con un numero ridotto di specie algali

Relazioni tra il macrofitobenthos degli affioramenti rocciosi e alcune variabili ambientali

Il ruolo delle forzanti ambientali e delle condizioni edafiche nel determinare struttura e composizione delle comunità algali è stato da tempo documentato. Soprattutto lungo la fascia costiera del nord Adriatico le variazioni stagionali sono determinate dai cambiamenti dei principali parametri fisico-chimici della colonna d'acqua tra i quali la temperatura dell'acqua (MC-QUAID & BRANCH, 1984), la sali-

nità (JOSSELYN & WEST, 1985), l'intensità della luce (LÜNING, 1993), il regime tidale e l'idrodinamismo (DAYTON, 1971; SEAPY & LITTLER, 1982), le concentrazioni di nutrienti nella colonna d'acqua (CHAPMAN & CRAIGIE, 1977). Tra le forzanti edafiche che incidono sulla struttura e composizione delle macroalghe deve essere considerata anche la tipologia e morfologia del substrato. La tessitura e la rugosità, la pendenza e l'elevazione delle rocce sono fattori che possono anch'essi favorire un popolamento algale rispetto ad un altro o interagire sulla competizione tra le specie zoobentoniche e quelle macroalgali.

Al fine di verificare il loro ruolo nel differenziare le comunità macroalgali, sono state eseguite specifiche elaborazioni per evidenziarne possibili relazioni (correlazione non parametriche di Spearman tra dati di ricoprimento e variabili).

Per fare questo, sono stati individuati i dati relativi alla posizione geografica dell'affioramento (espressa come Latitudine e Longitudine), la distanza dalla costa e la profondità dell'affioramento e i dati delle macroalghe sono stati semplificati e raggruppati nelle tre Divisioni (alghe rosse, verdi e brune). Dalla loro disamina, risulta che non c'è una correlazione diretta tra profondità dell'affioramento roccioso e distanza dalla costa con le tre divisioni algali. Solamente per la longitudine è presente una correlazione positiva statisticamente significativa, più marcata per le Chlorophyceae, che risultano anche correlate positivamente con la latitudine, e meno marcata per le Phaeophyceae. Queste due classi macroalgali, risultano infatti entrambe più abbondanti nella *tegnù*a Caorle posta più ad est rispetto agli altri affioramenti.

Da una successiva analisi di correlazione di Spearman tra la matrice di similarità di Bray-Curtis (ricoprimenti algali trasformati con la radice quarta) e le singole matrici di distanze euclidee di latitudine e longitudine, distanza dalla costa, profondità dell'acqua si desume l'esistenza di correlazioni statisticamente significative. Infatti, i valori dei coefficienti di correlazione calcolati per i tre confronti ($Rho=0.637$ per la profondità, $Rho=0.55$ per le coordinate geografiche e $Rho=0.356$ per la distanza dalla costa), si differenziano statisticamente da quelli attesi dalla permutazione dei dati (n° di permutazioni: 9999). Questa analisi indicherebbe che, principalmente la profondità, e secondariamente la posizione geografica e la distanza dalla costa, incidono sulla comunità macroalgale.

Che la profondità sia un elemento determinante per la selezione delle specie algali appare ampiamente giustificato considerando che agisce direttamente sull'estinzione della luce che giunge sugli affioramenti e sulle lunghezze d'onda che incidono sulla PAR (Photosintetic Available Resource).

La profondità degli affioramenti non opera indiscriminatamente ma in modo selettivo perché incide sulla presenza o assenza delle specie algali e sui livelli di abbondanza delle specie sciafile e fotofile. È ragionevole ritenere che sulla presenza e assenza delle macroalghe e sulla loro abbondanza sui substrati incidano in modo determinante anche gli apporti terrigeni che depositandosi

sui talli ne limitano lo sviluppo o riducono la trasparenza della colonna d'acqua con il particolato sospeso.

Per visualizzare la relazione osservata tra la distanza dalla costa degli affioramenti e la struttura della comunità macroalgale è stata eseguita l'analisi nMDS (Fig. 25) suddividendo i campioni degli affioramenti in tre categorie: vicini alla costa (Malamocco, Cavallino Vicina, Caorle), a distanza intermedia (D'Ancona e Cavallino Lontana) e lontani dalla costa (Venezia e Sorse). Pur considerando che oltre alla profondità contribuiscono alla strutturazione delle comunità algali degli affioramenti rocciosi anche altri fattori, dal grafico appare evidente lungo l'asse orizzontale una suddivisione dei campioni in relazione alla distanza dalla costa.

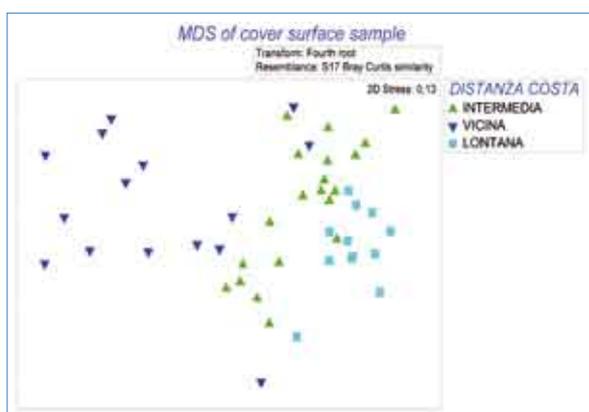


Fig. 25 - nMDS dei campioni suddivisi in base alla distanza dalla costa (matrice di similarità di Bray Curtis dei ricoprimenti trasformati con radice quarta)

Un'ulteriore approfondimento ha cercato di valutare le possibili relazioni tra comunità algale e la morfologia degli affioramenti. Ciò è avvenuto correlando la matrice di similarità dei ricoprimenti algali (trasformati con la radice quarta) e la matrice di distanze euclidee delle principali caratteristiche morfologiche degli affioramenti rocciosi ricavati dall'analisi dei rilievi *Side Scan Sonar* e *Sub Bottom Profiler* (ZANETTO *et al.*, 2006). L'analisi ha confermato una distribuzione non casuale dei dati delle due matrici (coefficiente di Spearman Rho = 0.541 per una significatività < 0.001%) evidenziando quindi una possibile relazione tra la morfologia degli affioramenti e la tipologia della comunità algale.

Per identificare quali siano i parametri morfologici che più influenzano la distribuzione delle specie algali è stata svolta un'analisi che ha rapportato la matrice dei dati algali ai singoli parametri morfologici degli affioramenti. I risultati di tali confronti, riportati in Tab. 3, indicano le più elevate correlazioni si ottengono in presenza di un numero di substrati con elevazione media (Rho = 0.67) e un numero di superfici con elevazione media (Rho=0.46).

Parametri	Matrice Biota Rho
Morfologia totale	0,54
n sassi di piccola sup	0,36
n sassi di media sup	0,30
n sassi di grande sup	0,21
n sassi di sup molto grande	-0,03
n sassi elevazione molto bassa	0,33
n sassi elevazione bassa	0,37
n sassi elevazione media	0,67
n sassi elevazione alta	0,14
Sup sassi piccoli	0,36
Sup sassi medi	0,34
Sup sassi grandi	0,21
Sup sassi molto grandi	-0,03
Sup sassi molto bassi	0,33
Sup sassi bassi	0,29
Sup sassi di media elevazione	0,46
Sup sassi alti	0,28

Tab. 3 - Valori del coefficiente di Spearman calcolato tra matrice di similarità di Bray Curtis e matrici di distanza euclidea ricavata dalle singole variabili considerate per l'analisi morfologica delle aree rocciose

Analogamente per la profondità, anche per le caratteristiche mineralogiche del substrato è stata eseguita una correlazione con i valori di abbondanza della comunità algale. Il test RELATE denota una correlazione solo tra l'abbondanza delle macroalghe e la presenza di elementi maggiori (es. Al, Mg, Na, Si), mentre non sono risultate significative le correlazioni con gli elementi presenti in tracce, o con le rocce in calcite e dolomite.

Allo scopo di comprendere quali delle variabili sino ad ora considerate (caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua, morfologia e mineralogia degli affioramenti, ubicazione geografica delle aree indagate) possano svolgere un ruolo per incidere sulla struttura delle comunità macroalgali delle *tegnùe* è stata eseguita un'analisi tra i dati di abbondanza e le diverse matrici dei parametri ambientali che sono apparse più influenti (profondità, posizione geografica, morfologia del substrato roccioso, torbidità media al fondo, quantità di calcite e dolomite, di elementi maggiori e in traccia nel substrato roccioso). Dalla Tab. 4 appare che la profondità è il parametro che maggiormente incide sulle comunità algali. Un ruolo determinante è svolto anche dalla posizione geografica (forse per il diverso effetto delle correnti) e dalla morfologia dell'affioramento.

Rho-Spearman	Matrice Biota	Significatività (%)
Profondità	0,637	<0.001
Lat e Long	0,550	<0.001
Morfologia	0,541	<0.001
Distanza	0,356	<0.001
Torbidità	0,165	1,67
Calcimetrie	0,172	4,2
Elementi maggiori	0,611	0,01
Emelmenti in traccia	0,451	0,04

Tab. 4 - Valori dei coefficienti di correlazione di Spearman ricavati dal confronto tra la matrice di Bray-Curtis delle abbondanze algali e le matrici di distanze euclidee delle principali variabili ambientali

A riprova di quanto affermato, un'ulteriore analisi di correlazione (analisi BIOENV) tra le variabili ambientali (distanza dalla costa, posizione geografica, profondità, torbidità, morfologia e mineralogia degli affioramenti) e le abbondanze della componente algale ha permesso di confermare che la profondità, l'elevazione dal fondale e l'estensione degli affioramenti sono tra i principali parametri che concorrono alla costituzione delle comunità macroalgali.

Conclusioni

La componente fitobentonica degli affioramenti rocciosi, che sino ad ora era stata poco o nulla considerata negli studi del benthos di substrato duro degli affioramenti rocciosi, ha evidenziato una considerevole biodiversità e ricchezza in specie anche se queste risultano nel complesso poco appariscenti sui substrati per lo scarso ricoprimento che determinano o per le ridotte dimensioni. Le prime indicazioni che questi ambienti sciafili fossero colonizzati anche da una cospicua componente algale erano già desumibili dagli studi eseguiti sugli affioramenti al largo di Grado e Marano (CURIEL *et al.*, 2001) e dei litorali veneti (MAGISTRATO ALLE ACQUE, 2006) dove erano state segnalate oltre 80-90 specie.

Questi lavori confermano inoltre quanto rilevato anche nei campionamenti e nei rilievi video sulla quasi totale assenza dell'altra componente fitobentonica, quella relativa alle fanerogame marine. La loro presenza in mare, segnalata in letteratura se pur sporadicamente sino alla soglia degli anni '70, è oggi quasi del tutto assente sui fondali adiacenti agli affioramenti rocciosi o risulta limitata ad osservazioni di pescatori o subacquei per limitate praterie di *Cymodocea nodosa* in affioramenti antistanti Caorle.

Nelle *tegnùe* esaminate sono state rilevate complessivamente 66 macroalghe, gran parte dei quali appartenenti

alle alghe rosse (70% Rhodophyta) e le rimanenti equamente ripartite tra le alghe verdi (18% Chlorophyta) e le alghe brune (12% Ochrophyta). Questa ripartizione, che nell'insieme risulta equilibrata tra le tre componenti, varia in relazione alle diverse *tegnùe* esaminate: ragionevolmente bilanciata negli affioramenti posti lontano dalla linea di costa (D'Ancona, Cavallino Lontana, Sorse, Venezia) o lontani da impatti antropici diretti (Caorle) e non equamente ripartita nelle *tegnùe* situate a minore distanza dalla linea di costa (Cavallino Vicina e Malamocco), essendo risultate assenti le alghe verdi o le alghe brune.

Lo spazio che le macroalghe occupano sugli affioramenti rocciosi appare però nel complesso ridotto, variando da un ricoprimento del 4-6% delle *tegnùe* Caorle e Sorse sino a minimi del 2-3% delle *tegnùe* D'Ancona e Malamocco. Le tipologie macroalgali più ricorrenti e che maggiormente colonizzano i substrati sono riconducibile quasi esclusivamente alle alghe rosse calcaree appartenenti ai generi *Peyssonnelia*, *Lithothamnium* e *Lithophyllum*. Queste macroalghe sono riconducibili ai raggruppamenti sciafili del circalitorale (*Lithophyllum stictaeforme*, *Peyssonnelia rosa-marina*). La limitata abbondanza delle alghe coralline fa ritenere che attualmente vi sia un limitato contributo della componente vegetale all'edificazione delle formazioni organogene, come ipotizzato anche recentemente da CASELLATO & STEFANON (2008).

Da quanto osservato appare che gli affioramenti rocciosi del Golfo di Venezia differiscono dalla definizione del classico Coralligeno del Mediterraneo ("substrati duri dell'infrafralitorale e circalitorale di origine biogenetica prodotti principalmente dall'accumulo di alghe calcaree incrostanti che si sviluppano in basse condizioni di luce" RAC/SPA, 2003; BALLESTEROS, 2006), in particolare per quelli più vicini alla costa.

La biodiversità macroalgale risulta elevata, malgrado siano presenti molte specie criptiche non sempre evidenti, mentre la componente algale macroscopica, spesso ricoperta da sedimento fine, è rappresentata quasi esclusivamente dalle alghe rosse calcaree e a tallo foglioso di affinità sciafila. Le numerose altre macroalghe pure presenti, risultano però poco evidenti perché sono poco abbondanti o di piccola dimensione o microscopiche (es. le alghe verdi *Entocladia viridis*, *Tellamia* sp., *Ulvela lens*). Tra le altre specie a tallo non calcareo significative per abbondanza sui substrati sono le alghe rosse a tallo foglioso del genere *Rhodomenia* (*R. ardissoni* e *R. pseudopalmata*), *Cryptonemia lomation*, *Rhodophyllis divaricata* e le alghe brune *Sphacelaria plumula* e *Cutleria chilosa*, sempre di affinità sciafila. Queste ultime macroalghe, riconducibili alle comunità sciafile dell'infrafralitorale, sono state più frequentemente rinvenute sugli affioramenti rocciosi meno profondi (Malamocco e Caorle); in questi affioramenti poco profondi si rinvenivano comunità algali simili a quelle poste sui 8-10 m alla base dei moli foranei (CURIEL *et al.*, 1999, 2008). Solo nella *tegnùe* di Caorle si rinvenivano abbondanze signifi-

cative di specie con affinità fotofila riconducibile a comunità dell'infralitorale (*Dictyopteris polypodioides* e *Dictyota dichotoma* var. *dichotoma*) anch'esse presenti nei livelli intermedi dei moli foranei o delle due barriere emerse realizzate nell'ambito delle opere mobili alle bocche di porto (RISMONDO *et al.*, 2008).

Quanto rilevato negli affioramenti indagati per biodiversità complessiva, per rapporti tra le tre divisioni algali (alghe rosse, verdi e brune) e per livelli di abbondanza, è in accordo con i pochi lavori che riportano dati algologici delle *tegnùe* (MAGISTRATO ALLE ACQUE, 2006 - 21 affioramenti rocciosi tra la bocca di Porto di Lido e di Chioggia e CURIEL *et al.*, 2001 - 6 affioramenti rocciosi al largo di Grado e Marano).

Le analisi statistiche hanno evidenziato che pur essendo le macroalghe numerose e diversificate, la reale struttura e composizione della comunità è nel complesso semplificata e rappresentata da circa una decina di specie caratteristiche.

Pur avendo verificato una buona omogeneità anche statistica tra i campioni della stessa *tegnùe*, soprattutto negli affioramenti di maggiore dimensioni, esistono anche delle differenze che si manifestano, sia nell'analisi per campione, sia per transetto, quando questi sono più di uno. È il caso appunto dell'affioramento Caorle, che mostra una certa disomogeneità tra i due transetti.

L'analisi multivariata indica un ordinamento degli affioramenti rocciosi lungo un gradiente che, dal largo verso la linea di costa determina una semplificazione della comunità algale.

Questo gradiente, ragionevolmente atteso sulla base di valutazioni ecologiche generali, è conseguenza di più variabili abiotiche (distanza dalla costa, correnti, torbidità e profondità degli affioramenti) che, interagendo tra loro, determinano differenti livelli di organizzazione e strutturazione nella comunità algale. La profondità, sembra essere uno dei fattori più importanti perché, in associazione con la torbidità dell'acqua, determina la riduzione e la selezione della radiazione luminosa. Il solo fattore abiotico che non sembra in qualche modo connesso con la distanza dalla costa sembra essere la dimensione dell'affioramento che, aumentando, può isolare in modo via via maggiore la comunità macroalgale dai fondali circostanti.

Le *tegnùe* prossime alla costa presentano una comunità algale simile a quella che si rinviene su profondità paragonabili nei substrati duri delle barriere emerse o moli foranei essendo predominanti le specie sciafile a tallo foglioso quali *Rhodomenia*, *Rhodophyllis* e *Dictyopteris* mentre le macroalghe calcaree prevalgono nelle *tegnùe* poste al largo dove le condizioni ecologiche sono più stabili. L'analisi statistica conferma infatti che oltre il 50% della similarità macroalgale tra gli affioramenti posti al largo (affioramenti Sorse e Venezia) deriva dalle macroalghe calcaree.

Negli affioramenti rocciosi posti al largo e in posizione intermedia, la comunità macroalgale è caratterizzata per abbondanza dalle alghe rosse sciafile coralline dei generi

Peyssonnelia, *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, e in misura minoritaria dalle alghe rosse *Gelidium pusillum* e *Rhodomenia* spp. e dall'alga bruna *Cutleria chilosa*.

Il differente livello di similarità che accomuna i raggruppamenti di *tegnùe* deriva dalla combinazione di presenza/assenza delle alghe e della loro abbondanza: gli affioramenti D'Ancona e Cavallino Vicina, sono soprattutto caratterizzati dalla presenza-abbondanza delle alghe rosse calcaree *Peyssonnelia harveyana* e *Peyssonnelia* sp. e delle alghe rosse a tallo foglioso *Cryptonemia lomation* e *Rhodomenia ardissoni*. Gli affioramenti Sorse e Venezia sono invece caratterizzati dalle calcaree rosse *Lithophyllum stictaeforme*, *Peyssonnelia rosa-marina* e dall'alga bruna *Cutleria chilosa*.

L'analisi relativa ai gruppi morfologici (alghe erette, turf forming e incrostanti) o funzionali in relazione alla loro struttura (alghe filamentose, fogliose, corticate e crostose), evidenzia una differenziazione tra le *tegnùe* prossime alla linea di costa (Caorle e Malamocco) e quelle poste più al largo. Per i gruppi morfologici, nelle due *tegnùe* vicine alla costa (Caorle e Malamocco), prevalgono per abbondanza le alghe a tallo eretto sulle turf forming e sulle incrostanti.

Significative abbondanze delle alghe incrostanti e delle turf forming si hanno nell'affioramento Malamocco. Il ricoprimento dei substrati da parte delle alghe turf forming nell'affioramento Malamocco non è diffusa, ma limitata solamente ad uno dei quattro campioni e limitatamente ad una sola tipologia algale (*Anthitamnion*). Pur presentando un incremento rispetto agli altri affioramenti, la componente algale delle turf forming appare però sempre nel complesso limitata essendo inferiore all'1% della superficie di campionamento. Tale valutazione appare avvalorata dagli elevati valori di copertura (40-60%) che raggiungono invece le turf algae in siti dove si ritiene siano presenti impatti da torbidità e da sedimentazioni (VIRGILIO *et al.*, 2006; FERDEGHINI *et al.*, 2000; AIROLDI *et al.*, 1995).

L'analisi relativa ai gruppi funzionali, indica che le *tegnùe* Caorle e Malamocco si differenziano dalle altre per il prevalere sui substrati delle alghe rosse a tallo foglioso *Rhodomenia ardissoni*, *Cryptonemia lomation* e *Rhodophyllis divaricata* e dell'alga bruna *Dictyopteris polypodioides*. Secondariamente, nell'affioramento Caorle si rileva poi una buona abbondanza di alghe incrostanti, mentre a Malamocco di quelle filamentose.

Tenuto conto del limitato ricoprimento delle macroalghe sulle superfici campionante (2-6%) in nessun affioramento appare evidente un incremento delle specie turf forming o a tallo filamentoso a scapito delle specie a tallo eretto. Appare invece più ragionevole attribuire il limitato ricoprimento algale a delle generali condizioni di stress che limitano lo sviluppo dell'intera comunità algale.

Le analisi sui dati abiotici disponibili hanno messo in evidenza che la profondità, la posizione geografica e la

distanza dalla costa influiscono sulla comunità macroalgale. La profondità dell'affioramento appare il parametro abiotico più rilevante per le macroalghe perché incide sulla riduzione e selezione dei livelli di radiazione luminosa che giungono al fondo.

Per la minore profondità e per la vicinanza alla costa negli affioramenti Caorle e Malamocco si rinvengono macroalghe caratteristiche dell'infralitorale sciafile e fotofilo. Negli affioramenti più profondi e posti più al largo, dove giunge una minore radiazione luminosa ma le condizioni ambientali sembrano più stabili, si rinvengono soprattutto specie del piano circalitorale sciafile.

Parallelamente al parametro profondità, sui livelli della radiazione luminosa agisce sinergicamente anche il particolato sospeso, che da un lato riduce la trasparenza dell'acqua e dall'altro determina costante sedimentazione sui talli.

Su questo parametro un ruolo importante è svolto dalle correnti che possono dar luogo a differenti livelli di torbidità, sia lungo il profilo batimetrico, sia anche spazialmente a distanze limitate.

L'esistenza del gradiente mare-costa, lungo il quale si sono raggruppati e ordinati gli affioramenti rocciosi, può essere messo in relazione agli apporti terrigeni provenienti dai principali fiumi che fanno sentire il loro maggiore effetto soprattutto lungo la fascia costiera aumentando la torbidità (minore radiazione luminosa al fondo) e la deposizione di sedimento fine sui talli. La stretta correlazione tra il gradiente mare-costa e le caratteristiche delle comunità bentoniche osservate trova conferma anche per la tipologia dei sedimenti che si rinvengono tra gli affioramenti con granulometria francamente sabbiosa solo al largo e sabbiosi-limosi verso la costa, in particolare nell'affioramento Cavallino Vicina.

La tipologia del substrato dell'affioramento non appare essere un fattore determinante per le macroalghe. Le analisi mineralogiche hanno evidenziato che gli affioramenti indagati sono riconducibili a due tipologie rocciose: nelle *tegnùe* Malamocco e Caorle predominano le rocce di origine clastica o formatesi per azione geochimica (dolomite che deriva dal trasporto fluviale del Piave e Tagliamento) mentre, nelle *tegnùe* Cavallino Vicina, Cavallino Lontana, Venezia, Sorse e D'Ancona, le rocce sono di origine più organogena e dovuta ad organismi biocostruttori. Le abbondanze delle alghe calcaree rilevate sui substrati sembrano però attribuire alle alghe calcaree almeno attualmente, un ridotto ruolo biocostruttivo rispetto a quello della componente zoobentonica.

Tenendo conto delle elevate coperture che gli organismi zoobentonici hanno sui substrati (anche 70-80%), a limitare lo sviluppo della componente calcarea, oltre alla torbidità e alla sedimentazione, come ampiamente riporta la letteratura scientifica, appare corretto considerare anche il ruolo degli organismi biodemolitori e in particolare dei Poriferi perforatori (CALCINAI *et al.*, 2001; BRESSAN *et al.*, 2001; BIANCHI, 2001).

Sebbene macroscopicamente non evidente, la diversità e la ricchezza algale nelle *tegnùe* risulta elevata. La scarsa rilevanza data finora a questa componente è dovuta al fatto che molte specie sono criptiche, di piccole dimensioni o di complessa identificazione. Tutto ciò ha determinato nei lavori scientifici non algologici una semplificazione della componente algale e una poco approfondita valutazione a livello sistematico. La componente algale macroscopica e visibile durante le immersioni è rappresentata negli affioramenti al largo dalle alghe calcaree ad affinità sciafile mentre, in quelli verso la costa, dalle alghe a tallo foglioso.

In analogia a quanto si rileva per la componente animale, la composizione algale delle *tegnùe* prossime alla costa denota l'esistenza di pressioni che si manifestano ragionevolmente tramite idrodinamismo, apporti terrigeni, deposizione e risospensione dal fondo. Questi fattori rendono questi affioramenti affini a quelli rinvenibili nell'infralitorale delle dighe foranee o delle barriere artificiali di pari profondità. Dagli affioramenti posti al largo verso quelli la costa si nota una lieve diminuzione della biodiversità e soprattutto un cambiamento funzionale che vede una riduzione delle specie incrostanti a favore di quelle a tallo eretto e foglioso.

Comunità macrozoobentonica di substrato solido

Emiliano Molin, Giuseppe Pessa, Andrea Rismondo

Introduzione

L'area di indagine e la comunità bentonica

Come è già stato evidenziato, la presenza, nel tratto di mare tra Chioggia e Trieste, di strutture di natura rocciosa od organogeno-detritica, che si elevano dal piano del fondo per pochi decimetri o per alcuni metri è nota da tempo (STEFANON, 1966; 1967; NEWTON & STEFANON, 1982; MIZZAN, 1995), così come ne sono sostanzialmente noti, sul piano generale, gli aspetti collegati a distribuzione geografica, profondità, distanza dalla costa, problematiche legate alla pesca (OREL *et al.*, 1993) e a volontà conservazionistiche. Del pari, è noto che le *tegnùe* costituiscono ambienti del tutto particolari, veri e propri ecosistemi nonché autentiche riserve naturali per la riproduzione e l'insediamento di taxa altrimenti rari od assenti in questo tratto di mare, caratterizzato com'è da sedimenti sabbiosi-limosi.

La fauna ittica neobentonica e demersale (Figg. 1,3,4), caratteristica o frequente in queste aree, comprende infatti numerose specie commercialmente pregiate quali saraghi (*Diplodus* spp.), orate (*Sparus auratus*), spigole (*Dicentrarchus labrax*), corvine (*Sciaena umbra*), occhiate (*Oblada melanura*), astici (*Homarus gammarus*), granseole (*Maja crispata*) e tartufi (*Venus verrucosa*) (MIZZAN, 1995).



Fig. 1 - Esempio di *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758)



Fig. 2 - Esempio di comunità bentonica nella *tegnùe* del Sorse



Fig. 3 - Esempio di *Scorpaena notata* Rafinesque, 1810

La composizione e la struttura delle comunità che si sviluppano e si stratificano su questi substrati di fondo ed in particolare della componente bentonica – organismi sia fissi in quanto adesi ed incrostati al substrato, che mobili ma fortemente legati alla vita di fondo – rappresenta un'interessante chiave di lettura della qualità degli affioramenti e del loro pregio e risulta decisamente meno nota. Questo per l'esiguità dei lavori di ordine bentologico che sono stati condotti fino ad ora, ma soprattutto per l'esiguità dei lavori di vasto respiro geografico, indirizzati alla comprensione di fenomeni generali quali il ruolo della distanza della costa e della profondità, della dimensione e delle forme delle strutture di fondo, della qualità della colonna d'acqua – per rimanere alle questioni di maggior ordine – nel regolare e caratterizzare i popolamenti di fondo delle numerose *tegnùe* delle coste venete. Queste, di diversa forma ed estensione, solo in qualche caso sono state accuratamente caratterizzate sotto il profilo bentologico e nella maggioranza dei casi tali indagini sono scaturite da specifiche necessità progettuali – prelievo di sabbia per ripascimento, interventi da svolgere nelle loro vicinanze, installazioni varie - più che dall'esigenza di dare valore alla composizione e alla strutturazione delle comunità degli affioramenti nelle diverse aree, in modo da poterne delineare le caratteristiche generali ed evidenziare affinità e differenze. Manca in sostanza un approccio ecologico e manca un censimento completo di questo tipo di habitat, dato che molte informazioni esistenti, come detto, sono parziali e più tecniche che veramente scientifiche (GIACCONE, 2007).



Fig. 4 - Gruppo di *Trisopterus minutus* (Linnaeus 1758) nella *tegnù* Venezia

Materiali e metodi

Alla luce di quanto esposto, il presente programma di indagini rappresenta un importante passo in questa direzione, sia per il numero di affioramenti studiati - ben sette localizzati al largo della costa Veneta in un'area compresa tra Malamocco e Caorle - sia per l'integrazione di survey bentologiche a indagini geologiche che per la realizzazione di un robusto piano di rilievi topo-batimetrici propedeutici alle attività di prelievo.

La scelta di un'unica campagna di prelievo - una sorta di immagine istantanea delle comunità - è stata certamente dettata anche da ragioni di risorse disponibili, ma pur in mancanza di possibili indicazioni di variabilità su scala stagionale e annuale, ha permesso un primo confronto significativo tra importanti affioramenti che sono quindi stati compiutamente investigati, secondo gli obiettivi del progetto, che ha dovuto tenere conto, nella distribuzione dei punti di raccolta dei campioni, dell'elevata eterogeneità dell'ambiente oggetto di studio su piccola scala spaziale, elemento caratteristico delle *tegnù* (MIZZAN, 2000), come peraltro anche accertato per biotopi di substrati solidi artificiali (BENEDETTI-CECCHI *et al.*, 2003).

La strategia di campionamento della comunità di substrato duro si è basata sull'ipotesi di stratificazione ambientale, in particolare su gradiente verticale (BACCHIOCCHI & AIROLDI, 2003). L'esame dei dati topobatimetrici ha consentito quindi di identificare un'area ambientalmente omogenea

su cui effettuare i campionamenti, individuando nell'elevazione dal fondo uno dei fattori più importanti nel generare stratificazione ambientale nei biotopi delle *tegnù* (GABRIELE *et al.*, 1999; MIZZAN, 2000). Tale processo ha consentito di eliminare per quanto possibile la variabilità dovuta a fattori edifici e morfologici-strutturali.

I campionamenti sono stati condotti lungo transetti comprendenti ognuno quattro stazioni localizzate nella parte più elevata degli affioramenti e il più possibile orizzontali. Le stazioni di campionamento sono risultate posizionate casualmente lungo il transetto, di 12 o 24 m, grazie a targhette posizionate a distanza variabile sulle sagole prima dell'immersione. In Fig. 5 si riporta la mappa di inquadramento generale delle *tegnù* studiate; all'interno delle aree in oggetto sono state evidenziate con un pallino verde la posizione degli affioramenti principali, aree in cui sono state eseguite le campagne batimetriche di precisione e i campionamenti di tipo biologico, granulometrico e chimico-mineralogico. Un esempio dell'ubicazione dei transetti e dei punti di campionamento è invece riportata in Fig. 6 per uno degli affioramenti studiati (*tegnù* del Sorse).

L'attività di campionamento per la raccolta degli organismi è stata condotta nel periodo compreso tra il 18 e il 27 ottobre del 2005, con alcune interruzioni dovute alle condizioni meteomarine, che in alcuni momenti hanno reso proibitivo il campionamento. Il fattore discriminante per la scelta delle stazioni è stato l'elevazione dal fondale: infatti, una volta georeferenziate le tracce *Side Scan Sonar* e le batimetrie, in base ad esse, sulle mappe sono stati tracciati i transetti nella sezione dell'affioramento caratterizzata da maggiore elevazione media e da superfici grossomodo pianeggianti.

I transetti così identificati, in numero di dodici, sono risultati di lunghezza di 12 o 24 metri, in ragione della morfologia e dimensione propria della *tegnù* del caso, come segue:

- 2 nella *tegnù* Caorle;
- 4 nella *tegnù* D'Ancona;
- 1 nella *tegnù* Malamocco;
- 2 nella *tegnù* Sorse;
- 1 nella *tegnù* Venezia;
- 1 nella *tegnù* Cavallino Vicina;
- 1 nella *tegnù* Cavallino Lontana.

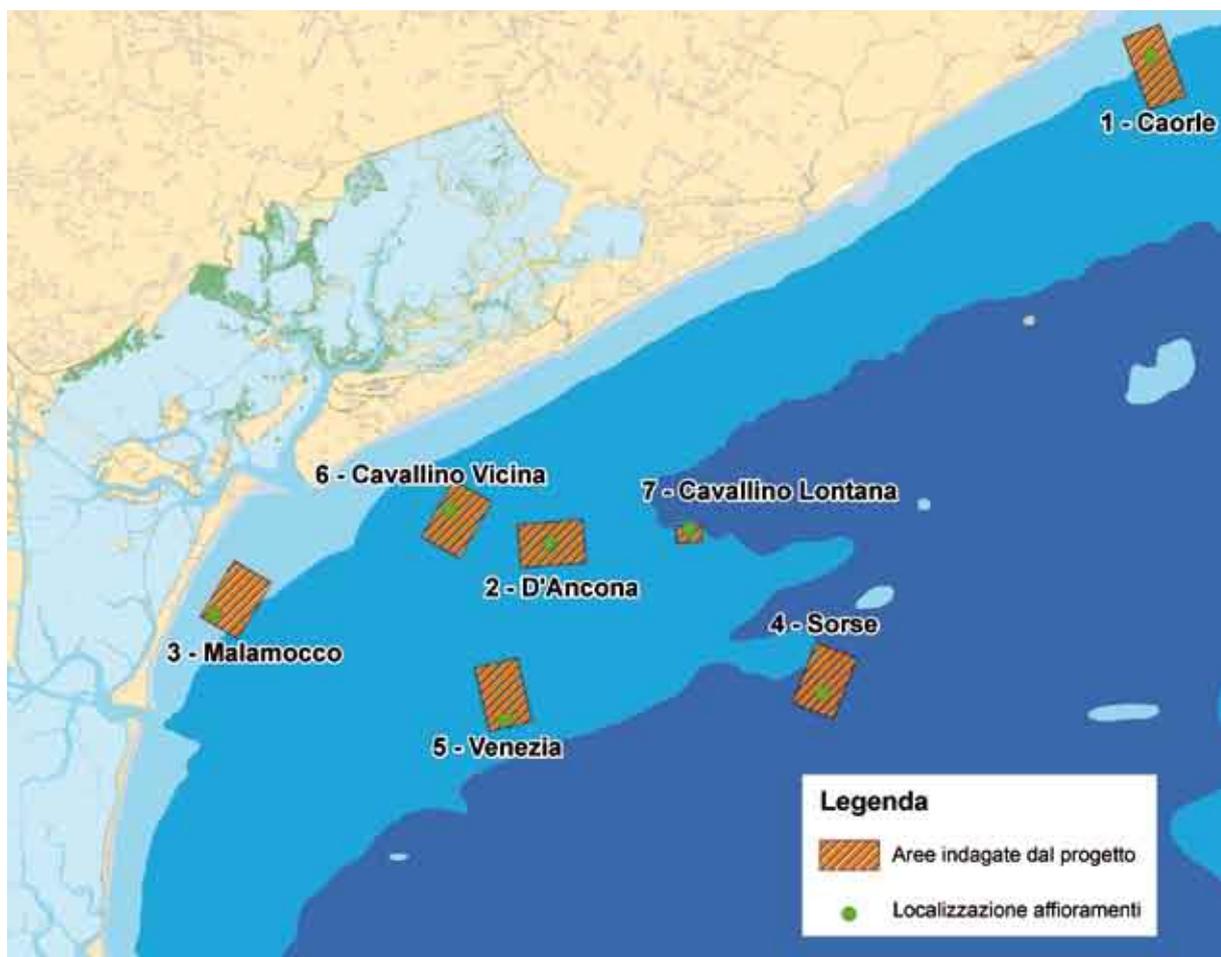


Fig. 5 - Inquadramento spaziale delle aree rocciose monitorate



Fig. 6 - Esempio di posizionamento dei transetti di campionamento del benthos di substrato solido (barra viola) e di substrato mobile (barra grigia) nella tagna del Sorse

Attività di campionamento in mare

Le operazioni sul fondo, coordinate da un biologo marino, sono state condotte con attrezzatura ARA e con l'ausilio di attrezzature per il grattaggio ed il contemporaneo sorbonamento del materiale biologico incrostante asportato e di quelle necessarie per i rilievi fotografici.

La squadra immersa, in comunicazione con la superficie per mezzo di un sistema interfono, ha operato per i vari prelievi, predisponendo dapprima il telaio flessibile di materiale plastico, quadrato, con lato di 1 m. L'area contrassegnata è stata fotografata con la tecnica del fotomosaico con macchina subacquea dotata di opportuno obiettivo fissata a telaio di 50 x 50 cm (Fig. 2, pag. 61). Successivamente, è stato effettuato il prelievo manuale del materiale incrostante, con spatola e raschietto ed aspirazione con sorbona dotata di retino con maglia di 1,0 mm di luce; contemporaneamente al prelievo con sorbona, per integrazioni di carattere qualitativo su infauna e fauna incrostante fragile, è stato effettuato anche un prelievo di materiale superficiale il più possibile integro, individuando possibilmente un "masso" di dimensioni ridotte (di circa 2 l di volume) in prossimità della stazione.

Il materiale asportato per mezzo della sorbona, contenuto entro il retino, è stato riposto per una sicura identificazione, unitamente ad un contrassegno di etichettatura di materiale plastico opportunamente numerato, all'interno di un sacchetto robusto. Anche la frazione di substrato solido (masso), analogamente, è stata insacchettata sul fondo.

Il materiale campionato è stato quindi lavato in superficie utilizzando un setaccio di maglia 1 mm in modo da eli-

minare la parte più grossolana presente e quindi trattato con soluzione narcotizzante, per evitare la contrazione di alcuni organismi e trasferito all'interno di un robusto sacchetto di nylon etichettato sia all'interno che all'esterno. Lo stoccaggio temporaneo è stato realizzato a bordo dell'imbarcazione stessa, avendo cura di refrigerare al meglio i campioni fino al loro trasferimento al laboratorio di analisi dove sono stati congelati (- 20°C) per una duratura conservazione.

Sorting dei campioni

Tutti i campioni, una volta scongelati, sono stati sottoposti in laboratorio al sorting o smistamento, operazione che consiste nella separazione della frazione detritica e di quella ascrivibile alla tanatocenosi dalla frazione viva del campione al momento della raccolta.

Il campione è stato quindi sciacquato delicatamente con acqua corrente e su di esso è stato condotto un primo esame ad occhio nudo per verificarne l'integrità e la corrispondenza; successivamente il campione è stato setacciato a 0,5 mm così da eliminare la componente sottile del sedimento eventualmente ancora presente. Il campione è stato quindi adagiato su un vassoio a fondo bianco e con l'ausilio di una lampada e di eventuali lenti di ingrandimento si sono separati gli organismi dal detrito, dai resti di altri organismi (ad es. conchiglie vuote) e da frammenti vari. Una volta completato lo smistamento, il campione sgocciolato è stato pesato utilizzando una bilancia digitale così da determinare il peso umido sgocciolato. Per determinare il volume il campione è stato immerso in una caraffa graduata.

TEGNA	denominazione vertici deltrasetto	Long. (GB) X	Lat (GB) Y	lunghezza transetto (m)
CAORLE	CAO_S01_A	1806668	5056094	24
CAORLE	CAO_S01_B	1806678	5056072	
CAORLE	CAO_S02_A	1806731	5056001	24
CAORLE	CAO_S02_B	1806733	5055977	
D'ANCONA	ANC_S01_A	1779367	5033681	12
D'ANCONA	ANC_S01_B	1779359	5033672	
D'ANCONA	ANC_S02_A	1779277	5033527	24
D'ANCONA	ANC_S02_B	1779268	5033505	
D'ANCONA	ANC_S03_A	1779235	5033365	12
D'ANCONA	ANC_S03_B	1779223	5033363	
D'ANCONA	ANC_S04_A	1779239	5033404	12
D'ANCONA	ANC_S04_B	1779232	5033394	
MALAMOCCO	MAL_S01_A	1763890	5030273	24
MALAMOCCO	MAL_S01_B	1763870	5030261	
SORSE	SOR_S01_A	1791621	5026607	24
SORSE	SOR_S01_B	1791598	5026602	
SORSE	SOR_S02_A	1791906	5026691	24
SORSE	SOR_S02_B	1791884	5026683	
VENEZIA	VEN_S01_A	1777260	5025365	12
VENEZIA	VEN_S01_B	1777248	5025361	
CAVALLINO VICINA	CVV_S01_A	1774699	5035040	24
CAVALLINO VICINA	CVV_S01_B	1774720	5035029	
CAVALLINO LONTANA	CVL_S01_A	1784948	5033924	24
CAVALLINO LONTANA	CVL_S01_B	1784926	5033914	

Tab. 1 - Denominazione dei transetti e coordinate dei vertici in Gauss Boaga fuso Est

Determinazione tassonomica

La determinazione tassonomica ha incluso il riconoscimento degli organismi a livello di specie. Per questo ci si è avvalsi delle chiavi dicotomiche più recenti disponibili e di confronti con le collezioni di riferimento raccolte in precedenti monitoraggi e disponibili in laboratorio. Per la nomenclatura si è fatto riferimento alla Check List della Fauna Italiana (MINELLI *et al.*, 1993, 1995) aggiornata secondo quanto riportato dal sito della Società Italiana di Biologia Marina (www.sibm.it).

Il campione è stato prima suddiviso mediante l'utilizzo di microscopio stereoscopico nei macrogruppi tassonomici: Poriferi, Antozoi, Idrozoi, Nematodi, Priapulidi, Molluschi, Policheti, Sipunculidi, Crostacei, Briozoi, Tunicati, Cefalocordati, Echinodermi, Vertebrati ed altri taxa non identificati. Per ogni taxon rilevato si è cercato di giungere quando possibile alla determinazione della specie. In caso opposto, ci si è limitati alla determinazione del genere o ad un livello tassonomico superiore. I risultati della determinazione sono stati riportati in un apposito foglio di lavoro.

Determinazione di abbondanze e biomassa

Contestualmente alla determinazione tassonomica si è provveduto al conteggio degli organismi, con valutazione ponderata degli organismi frammentati. Quando impossibilitati alla conta degli organismi, come nel caso di alcune specie di Tunicati, Poriferi, Idrozoi e Briozoi coloniali, si è provveduto alla determinazione della loro copertura specifica, operando in modo analogo a quanto generalmente viene fatto per la componente algale, cioè determinando lo spazio occupato dall'organismo (cm²) in proiezione sul substrato.

Per ciascun campione e per ciascun taxon identificato si è provveduto alla determinazione del peso umido sgocciolato utilizzando una bilancia digitale. Per i Molluschi il peso determinato è comprensivo della conchiglia.

Il peso secco (g) degli organismi è stato misurato mediante trattamento in stufa a 90° C fino a raggiungimento del peso costante.

Analisi dei dati

Il trattamento analitico dei dati è stato effettuato mediante l'utilizzo di tecniche di statistica univariata e multivariata ampiamente utilizzate in letteratura per analisi di tipo biologico e in particolare per studi sul benthos. La comunità animale è stata analizzata sia da un punto di vista tassonomico che ecologico; è stata presa in considerazione inoltre la distribuzione spaziale dei principali gruppi tassonomici e trofici e quella di alcuni taxa maggiormente rappresentativi.

Sono stati ricavati i principali indici biotici utilizzati per le analisi delle comunità quali indici di similarità, di diversità, di equipartizione delle specie ecc., indici in grado di descrivere la struttura della comunità animale e di fornire

precise indicazioni sulla qualità e lo stato delle comunità stesse.

Le elaborazioni realizzate hanno cercato di evidenziare le caratteristiche strutturali delle comunità animali nelle diverse aree; le eventuali peculiarità, quando presenti, sono state messe in relazione con le principali variabili ambientali che possano agire come forzanti nell'ecologia delle diverse specie e nel caratterizzare le comunità dei diversi affioramenti.

Risultati

Analisi di similarità dei campioni

Per confrontare il grado di somiglianza tra i campioni raccolti e la loro rappresentatività rispetto alle comunità animali indagate si è utilizzato un approccio basato sugli indici di similarità appositamente sviluppati per lo studio delle comunità biologiche (SORENSEN, 1948; JACARD, 1901; BRAY CURTIS, 1957). L'indice di similarità di BRAY CURTIS (1957) ¹, utilizzato nell'ambito di questo studio, ha evidenziato innanzitutto valori elevati di somiglianza tra i campioni di una stessa *tegnù* e finanche tra quelli di uno stesso transetto. Questa evidenza è risultata chiaramente dall'analisi delle similarità ² (ANOSIM), che è stata svolta su tutti e tre i data - set analizzati (CLARKE & GREEN, 1988): abbondanze degli organismi non coloniali, copertura superficiale degli organismi coloniali e biomassa di tutti i taxa raccolti, i cui risultati sono riportati nella *Tab.3*.

Matrice d'origine dei dati	Factor	R	P (%)
Biomassa (tutte le specie)	<i>tegnù</i>	0.791	0.01
	transetto	0.745	0.01
Abbondanza (specie non coloniali)	<i>tegnù</i>	0.717	0.01
	transetto	0.613	0.01
Copertura (specie coloniali)	<i>tegnù</i>	0.751	0.01
	transetto	0.682	0.01

Tab. 2 - Risultati del test ANOSIM sulle matrici di dati di biomassa di tutti gli organismi, di abbondanza degli organismi non coloniali e di copertura superficiale delle specie coloniali

Queste somiglianze tra campioni di uno stesso affioramento sono state confermate dalle analisi dei cluster (FIELD *et al.*, 1982) che sono riportate nella *Fig. 8* (a, c, e), dove si possono individuare inoltre quattro raggruppamenti principali di campioni che si differenziano ad un grado di similarità di circa il 40% e che corrispondono a

quelli raccolti rispettivamente nelle *tegnùe* D'Ancona e Cavallino Vicina, in Sorse e Venezia, in Malamocco e Carole e infine quelli della *tegnùa* Cavallino Lontana. Questi gruppi sono più evidenti nella figura che inquadra la comunità di organismi coloniali (c) mentre sono meno distinti in quella che rappresenta le forme non coloniali (b). Le similarità dei campioni sono state inoltre rappresentate con tre MDS, sempre relativi ai tre data - set, che visualizzano graficamente la distribuzione dei campioni in uno spazio bidimensionale (Fig. 8 b, d, f). Tale rappresen-

tazione è in grado di evidenziare la distribuzione spaziale dei campioni e la presenza di particolari *trend* distributivi che possono essere interpretati come frutto di particolari gradienti delle variabili ambientali. Come si può osservare lo stress delle rappresentazioni, indicatore di quanto queste siano distorte rispetto alla reale distribuzione dei campioni, ha valori compresi tra lo 0.19 per la rappresentazione delle biomasse di tutti i taxa e 0.2 per quella delle abbondanze delle specie non coloniali e delle coperture superficiali delle specie coloniali.



Fig. 7 - Esempio di *Conger conger* (Linnaeus 1758)

1 Indice di Similarità di Bray Curtis (1957):

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

y_{ij} = dato di abbondanza o biomassa o copertura della specie i nel campione j ;

y_{ik} = dato di abbondanza o biomassa o copertura della specie i nel campione k .

2 Questo test, che si basa sulla verifica dell'ipotesi nulla di assenza di differenze statisticamente rilevanti tra gruppi di campioni, utilizza un confronto a ranghi tra le similarità dei campioni dello stesso gruppo e tra quelle di gruppi diversi. Il confronto viene svolto tra il coefficiente R calcolato sulla matrice di similarità e i valori dei coefficienti R attesi dopo n permutazioni delle celle della matrice stessa ($n = 9999$). Se non ci sono differenze tra gruppi e l'ipotesi nulla è vera, il valore di R deve ricadere all'interno della distribuzione degli R attesi dalle permutazioni; se questo non avviene, si hanno evidenze che esistono delle differenze tra i gruppi di campioni.

$$R = (rb - rw) / \frac{1}{2} M$$

$M = n(n - 1) / 2$ dove: n = numero totale delle repliche;

rb = media dei ranghi di similarità entro le repliche;

rw = media dei ranghi di similarità tra repliche di gruppi diversi.

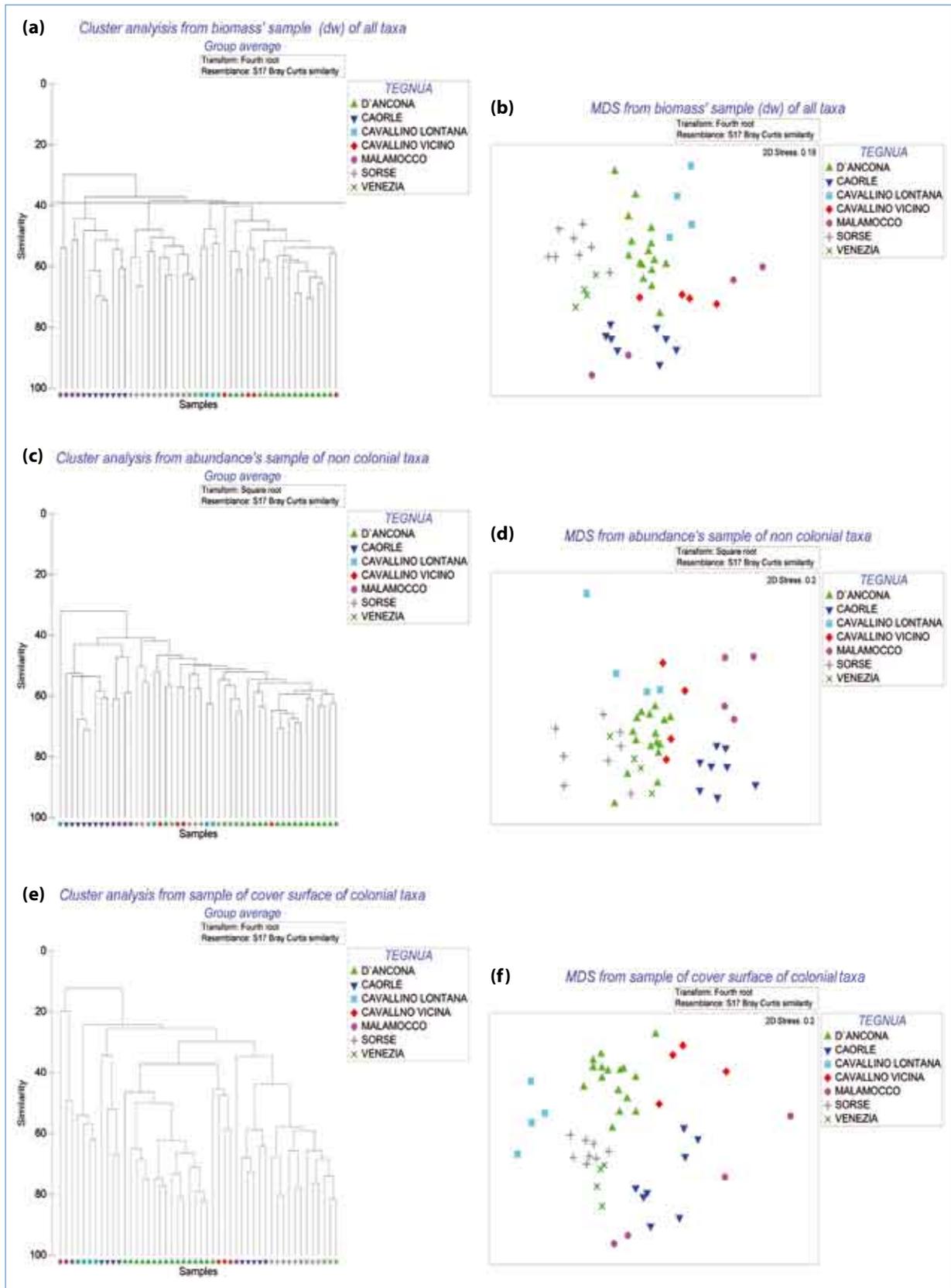


Fig. 8 - Cluster analisi e Non Metric – Multi Dimensional Scaling ricavati dalle matrici di similarità di Bray Curtis dei dati di biomassa (peso secco) degli organismi (a, b), dai dati di abbondanza delle specie non coloniali (c, d) e dai dati di copertura delle specie coloniali (e, f)

Gruppi sistematici e trofici della comunità

L'indagine bentologica, sul totale delle aree campionate, ha consentito la raccolta e l'individuazione di ben 288 taxa (6 appartenenti all'ittiofauna catturati accidentalmente) di cui 198 (69%) determinati fino al livello di specie. Sono stati identificati, 20 Poriferi, 2 Idrozoi, 42 Molluschi Bivalvi, 42 Molluschi Gasteropodi, 28 Anellidi Policheti, 25 Crostacei Decapodi, 10 Briozoi, 5 Echinodermi, 8 Tunicati ed altre specie appartenenti a gruppi minori.

La ripartizione percentuale dei taxa nei principali gruppi sistematici evidenzia una sostanziale omogeneità tra gli affioramenti; i gruppi mediamente più rappresentati, sempre in termini di numero di specie, sono costituiti dai Bivalvi (22%), dai Policheti (19%) e dai Gasteropodi (17%) (Fig. 9). Per quanto riguarda il contributo dei vari gruppi alla biomassa totale espressa in peso secco, risulta degno di nota il ruolo dei Poriferi e dei Tunicati, soprattutto negli affioramenti più lontani dalla costa, dove alcune colonie di Poriferi raggiungono talvolta valori di biomassa per metro quadro di poco inferiori al chilogrammo mentre alcune sinascidie sfiorano l'ettogrammo. I valori medi di copertura totale risultano compresi tra i 2521 cm² (25,2%) nell'affioramento di Caorle e i 341 cm² (3,4%) nella *tegnù*a Cavallino Lontana. Il principale apporto è dato da Poriferi e Tunicati (Fig. 10).

Le *tegnù*e del Sorse, di Venezia e di Caorle sono caratterizzate da una maggior presenza di biomassa e copertura superficiale. In particolare, a Caorle sono stati raggiunti i 900 g/m² di biomassa secca in uno dei due transetti. Tali concentrazioni di biomassa sono sostanzialmente dovute alla presenza di grandi colonie di spugne e sinascidie, come evidenziano le analisi della ripartizione della biomassa nei diversi gruppi sistematici a conferma del notevole apporto di questi due gruppi. Anche Molluschi Bivalvi e Gasteropodi contribuiscono, in subordine, al raggiungimento di questi valori elevati di biomassa totale (Fig. 11).

Tra i Poriferi, le specie più frequenti risultano *Ircinia variabilis* e *Cliona viridis* mentre, tra i Tunicati, in particolare nella *tegnù*a del Sorse, *Aplidium conicum* e *Polycitor adriaticus* raggiungono le maggiori coperture.

Altre specie coloniali come il briozoo *Schizobrachiella sanguinea* risultano ricoprire vaste aree di substrato, ma solamente nei transetti degli affioramenti di Caorle e Cavallino Vicina, dove questo organismo risulta molto abbondante (Fig. 12). Gli Idrozoi sono invece piuttosto scarsi, dal momento che la loro presenza è documentata solo negli affioramenti D'Ancona e Malamocco, ma in quest'ultimo sito essi raggiungono però, con il genere *Eudendrium* (Fig. 13), i valori massimi di copertura, pari a 600 cm² (6%), corrispondenti a 203 g di peso umido. Tali valori, se confrontati a quelli riscontrati in altre zone del Mediterraneo, risultano molto elevati ed evidenziano la grande produttività del Nord Adriatico ed in particolare delle aree più vicine alla costa; BOERO *et al.*, (1986), infatti, riporta per il Mar Ligure valori decisamente inferiori

di biomassa umida per *Eudendrium glomeratum*, pari a solo 5 g/m².

Gli organismi non coloniali risultano maggiormente abbondanti nelle *tegnù*e più vicine a costa. Negli affioramenti di Caorle e Malamocco si sono rilevate infatti concentrazioni che hanno superato i 600 ind/m², mentre negli affioramenti più lontani (Sorse e Venezia) le concentrazioni sono mediamente inferiori, dell'ordine dei 2-300 ind./m²; nelle altre *tegnù*e le concentrazioni si sono attestate su valori intermedi di ca. 3-400 ind./m² (Fig. 14).

Tra i non coloniali i gruppi sistematici più abbondanti sono i Gasteropodi ed i Bivalvi; i primi risultano particolarmente frequenti nella *tegnù*a di Caorle, mentre i secondi sono in numero maggior nell'affioramento di Malamocco. Le specie più rappresentate, che contribuiscono in modo determinante alla biomassa di questi due gruppi, sono il Gasteropode *Hexaplex trunculus* e il Bivalve *Arca noae*.

Non è stato possibile osservare, invece, particolari trend areali nella distribuzione dei Policheti. Il loro numero oscilla ampiamente tra i 34 e i 92 individui per m², ma senza seguire un preciso gradiente. In termini di biomassa (peso secco) questo gruppo fornisce un contributo decisamente limitato, con valori che oscillano tra 0.08 g/m² nella *tegnù*a del Sorse e 0.55 g/m² nella *tegnù*a di Cavallino Vicina.

L'analisi distributiva dei vari gruppi sistematici ha invece evidenziato come i Crostacei Decapodi siano più frequenti negli affioramenti localizzati più al largo e nell'affioramento di Malamocco, dove il loro numero raggiunge 86 ind/m², mentre nelle *tegnù*e Sorse e Venezia le concentrazioni hanno raggiunto rispettivamente i 67 e i 68 ind/m². Le specie più abbondanti sono *Paguristes eremita* e quelle appartenenti ai generi *Pisidia* e *Pilumnus*.

Va senz'altro sottolineata l'elevata abbondanza di Echinodermi presenti nell'affioramento di Caorle, dove sono state trovate un gran numero di ofiure (*Ophiothrix fragilis*) con valori che toccano, per alcuni punti di campionamento, i 441 individui per m².

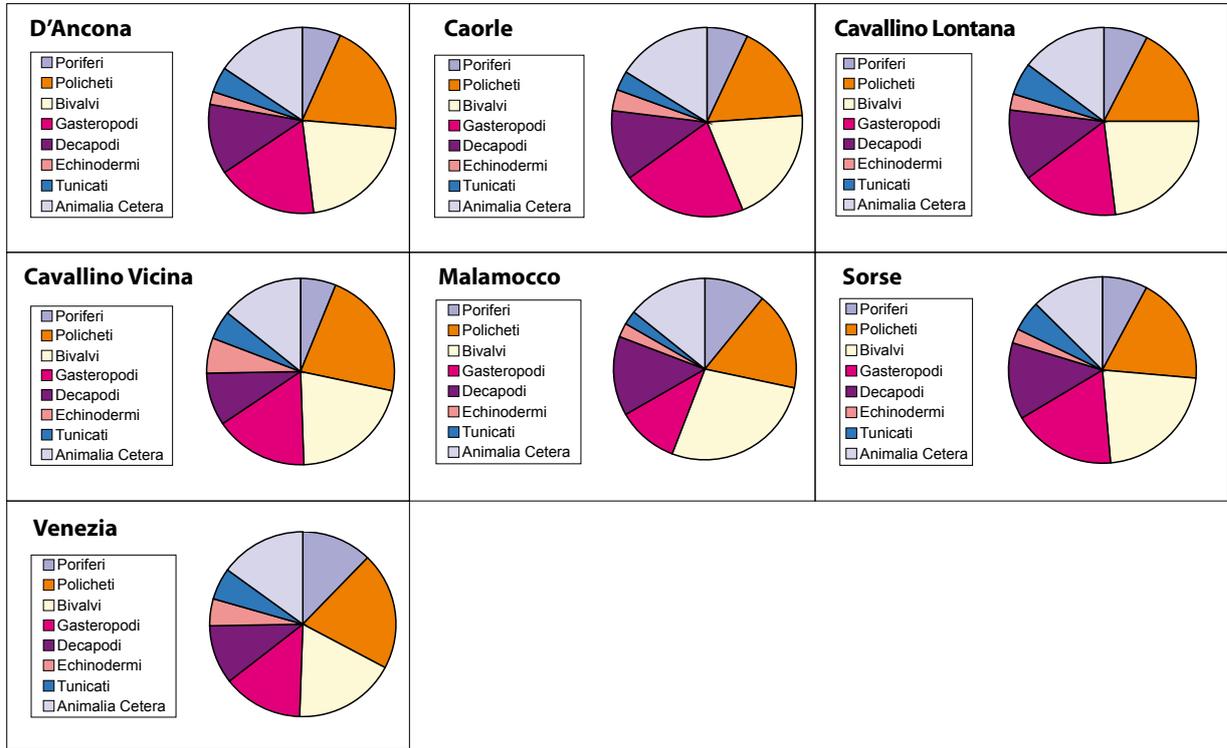


Fig. 9 - Ripartizione dei taxa determinati nelle principali categorie sistematiche

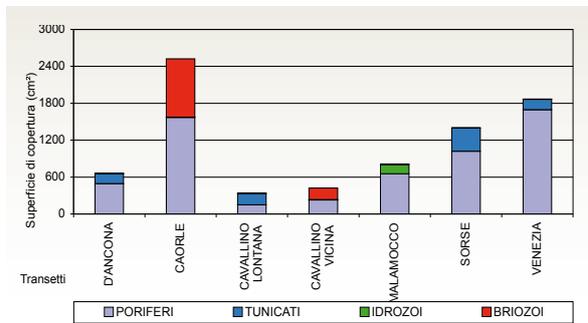


Fig. 10 - Distribuzione spaziale delle coperture superficiali medie degli organismi coloniali degli affioranti

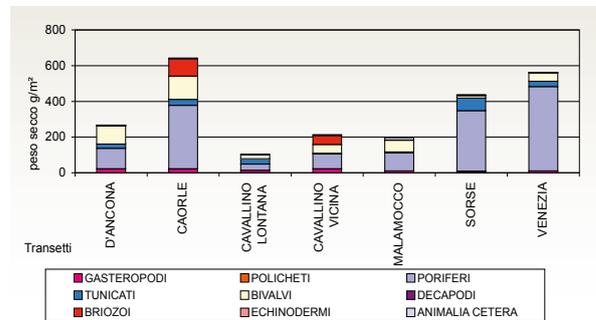


Fig. 11 - Andamento della biomassa media come peso secco negli affioranti



Fig. 12 - Esemplare del briozoo *Schizobrachiella sanguinea* (Normal, 1868) (da MOLIN et al., 2006)



Fig. 13 - Idrozoi del genere *Eudendrium* fotografati in prossimità della costa Nord Adriatica (MOLIN et al., 2006)

Dal punto di vista trofico-funzionale della comunità, cioè considerando i rapporti presenti tra le diverse componenti della catena trofica - produttori primari, consumatori primari e secondari - l'analisi della comunità, condotta secondo gli approcci metodologici adottati per i fondi molli (ASMUS & ASMUS, 1990; GASTON & NASCI, 1988) e per le comunità di fondo roccioso (HISCOCK & HOARE, 1975; JONES, 1973; GABRIELE *et al.*, 1999), può evidenziare quali siano le diverse strategie ecologiche adottate dalle specie e quali siano quelle che meglio si adattano alle condizioni esistenti nell'ambiente di studio.

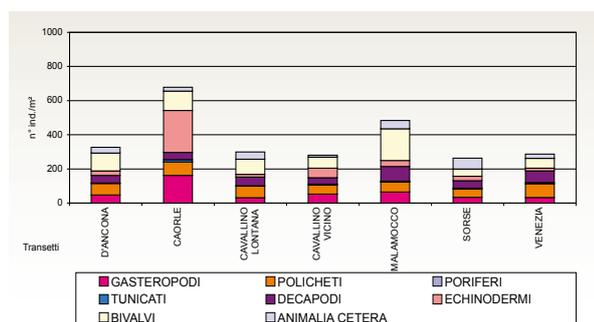


Fig. 14 - Distribuzione spaziale dei valori di abbondanza media degli organismi non coloniali degli affioramenti

A questo scopo, i taxa determinati con le relative biomasse in peso secco sono stati ripartiti, in termini percentuali, nei principali gruppi trofici individuati secondo letteratura, come segue:

- Carnivori: macrofagi in grado di nutrirsi di animali vivi o morti (es. molti Gasteropodi e Crostacei);
- Erbivori: corrispondenti ai consumatori primari che si nutrono di alghe (es. i ricci di mare);
- Onnivori: si nutrono sia di animali vivi che morti e sia di vegetali (es. Gasteropodi e Crostacei);
- Filtratori e Sospensivori: organismi microfagi che si nutrono di minuscole particelle organiche o di plancton sospese nella colonna d'acqua (es. Poriferi, Bivalvi ed Ascidiacei);
- Limivori: organismi che ingurgitano grosse quantità di limo e sedimento da cui estrarre le particelle organiche e/o il film batterico (es. molte specie di Policheti);
- Detritivori: microfagi che si nutrono di detrito organico presente nel sedimento (es. alcuni Bivalvi ed oloturie).

Gli organismi per i quali non è stato possibile determinare il gruppo trofico, vuoi per le scarse informazioni presenti in letteratura, vuoi per la grande varietà nel tipo di dieta seguito, sono stati raggruppati in un gruppo di "indeter-

minati". Dai campioni raccolti è stato possibile attribuire complessivamente il gruppo trofico di appartenenza a 194 taxa su di un totale di 282 taxa determinati.

I filtratori e i sospensivori sono risultati essere i gruppi più rappresentati come numero di specie, con valori in percentuale compresi tra il 40% (*tegnù*a Cavallino Vicina) e il 49% (*tegnù*a di Venezia) delle specie totali; a seguire il gruppo dei carnivori con valori compresi tra il 14% (*tegnù*a di Malamocco) e il 20% (*tegnù*a Cavallino Lontana). Il gruppo formato dagli organismi detritivori è il terzo per importanza con valori compresi tra il 10% (*tegnù*a del Sorse) ed il 15% (*tegnù*a di Malamocco) mentre i limivori hanno una presenza piuttosto bassa come numero di taxa che si attesta sull'1-2% (Fig. 15). La ridotta o nulla presenza della componente degli erbivori è da collegare alla limitata presenza delle macroalghe che, in termini di copertura dei substrati, è mediamente inferiore al 5-10%.

In quest'ottica l'affioramento di Malamocco spicca rispetto a tutte le altre *tegnù*e indagate in quanto a detritivori, che risultano essere i più rappresentati. La sua vicinanza alla costa giustifica, come possibile spiegazione, una maggiore presenza di materiale organico nel fondale e, di conseguenza, la disponibilità di pabulum per gli organismi favoriti dal detrito. Nella *tegnù*a del Sorse, localizzata a maggior distanza dalla costa e, quindi, dalle fonti di apporti terrigeni costieri questa componente è risultata infatti minoritaria.

Anche per quanto riguarda la ripartizione delle biomasse in peso secco degli organismi nelle diverse categorie trofiche sono i filtratori e i sospensivori a contribuire in modo determinante. In termini percentuali questo gruppo trofico rappresenta valori compresi tra l'85% (*tegnù*a Cavallino Lontana) e il 98% (*tegnù*a Venezia) del totale della biomassa presente.

E' d'altronde evidente che l'alta produttività della colonna d'acqua, la sua ricchezza in particolato organico ed organismi planctonici rappresenta un'abbondante fonte energetica per questi organismi, praticamente illimitata. Le evidenze disponibili indicano inoltre che le grandi colonie di spugne e tunicati sarebbero poco soggette a forme di predazione ad opera di altri organismi bentonici o neptonici forse per la presenza di sostanze tossiche all'interno delle strutture di alcune specie (GOODBODY & GIBSON, 1974; DAVIS & WRIGHT, 1990; TEO & RYLAND, 1994). Anche l'assenza di epibionti favorirebbe questa ipotesi (MOLIN *et al.*, 2003).

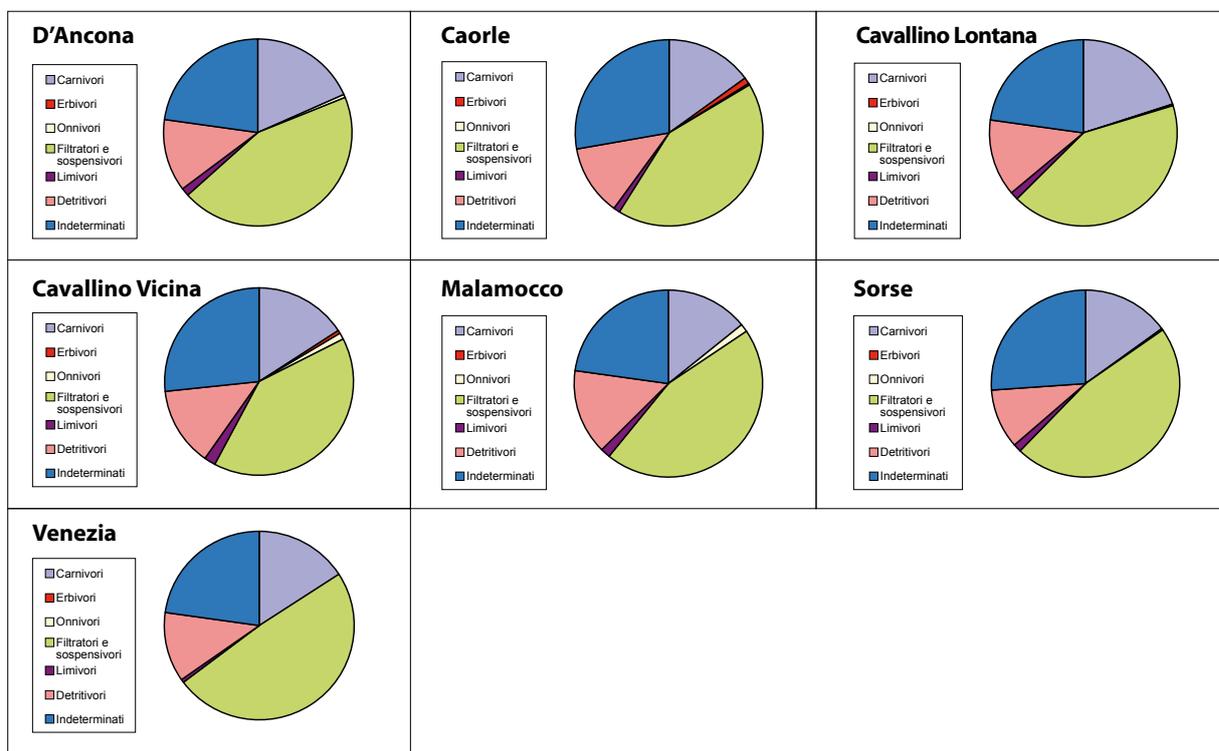


Fig. 15 - Ripartizione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche

Indici ecologici

L'analisi dei principali indici ecologici delle comunità indagate consente principalmente l'effettuazione di valutazioni comparative tra i popolamenti rilevati sulle diverse *tegnùe* e di porre in risalto le loro caratteristiche in quanto a biodiversità, biomassa, strategie d'alimentazione, dinamiche di insediamento, ecc. Gli indici biologici che sono stati considerati sono di seguito elencati:

- indice di ricchezza in specie (S) che rappresenta il numero totale di specie del campione;
- indice di abbondanza (N), di copertura (C) e di biomassa (B) che rappresentano i valori totali di abbondanza, copertura e biomassa del campione;
- indice di ricchezza in specie di Margalef-d (MARGALEF, 1958) che tiene conto del numero di specie e del numero totale di individui del campione;
- indice di Pielou-j' (PIELOU, 1966), che considera la distribuzione degli individui nelle varie specie che compongono la comunità;
- indice di diversità di Shannon H' (SHANNON E WEANER, 1949) che rappresenta la proporzione, in termini di abbondanza o biomassa, tra ogni singola specie ed il totale delle specie.

Il calcolo degli indici sui valori di abbondanza delle specie non coloniali, sui valori di copertura delle specie coloniali e, infine, sulle biomasse di tutte le specie delle sette *tegnùe*

indagate ha permesso di evidenziare l'esistenza di significative differenze tra i diversi gruppi di organismi rilevati, caratterizzati dall'applicazione di diverse strategie ecologiche, da diverse strutture anatomiche e da diverse modalità di approvvigionamento del cibo.

Le specie non coloniali, ascrivibili a Bivalvi, Gasteropodi, Policheti ecc., sono risultate relativamente meno diversificate rispetto a quanto riscontrato per le forme coloniali che sono relativamente più varie sia in termini di specie sia come forma ed estensione dei popolamenti sui diversi affioramenti. Tale varietà corrisponde a differenze degli indici calcolati che sono risultate infatti statisticamente significative. Non altrettanto significatività, sul piano statistico, è emersa analizzando gli stessi dati per le forme non coloniali, per le quali solamente il numero complessivo di individui e la loro distribuzione nelle diverse specie (indice di Pielou-j) sono risultati statisticamente differenti (Tab. 3).

Alla domanda circa la possibilità di individuare, nella globalità, comportamenti caratteristici delle diverse *tegnùe* attraverso l'espressione di comunità differenti può essere data attraverso questi indici una risposta parzialmente positiva: per quanto riguarda le specie non coloniali ascrivibili a Bivalvi, Gasteropodi, Policheti etc., i popolamenti dei diversi affioramenti presentano una differenziazione scarsamente significativa o comunque minore rispetto a quanto emerge dall'analisi dei popolamenti coloniali. Mentre per quest'ultimi tutti gli indici

convergono su una peculiare specificità delle comunità delle diverse *tegnùe*, per i non coloniali risultano evidenti differenze statisticamente significative tra *tegnùe* solamente a livello del numero complessivo di individui e della loro distribuzione nelle diverse specie (indice di Pielou-j) (Tab. 3).

Esiste quindi uno schema distributivo dei popolamenti delle *tegnùe* dei litorali veneti? E può esistere in condizioni di così forte eterogeneità sul piano batiale, morfologico e delle caratteristiche sedimentologiche e idrologiche? In linea generale le *tegnùe* di Caorle e di Malamocco sono risultate essere caratterizzate da una maggiore ricchezza di specie ed individui e da valori più elevati degli indici di diversità (Margalef-d e Shannon-H), indici che considerano non solo il numero di specie ed individui totale, ma anche la loro distribuzione relativa (Fig. 16 e 17). Il confronto tra i valori medi degli indici per transetto, operato mediante analisi della varianza (ANOVA)³ ad un fattore (=Transetto), ha confermato un'elevata variabilità presente nell'ecosistema, in particolare per quelle specie che necessitano di vaste estensioni rocciose per la loro crescita e di condizioni chimico-fisiche piuttosto stabili. Da questi risultati, che valorizzano l'approccio metodologico utilizzato, emerge una forte propensione da parte delle comunità a svolgere un ruolo passivo rispetto alle forzanti idro-morfologiche, evidenza emersa, con i dovuti distinguo, anche per le comunità costiere e lagunari, dove le energie in gioco e le caratteristiche chimico-fisiche e idrologiche, sembrano soverchiare sia possibili pattern distributivi legati a strategie di insediamento e di successione che l'azione di fattori edifici e di competizione, di difficile individuazione.

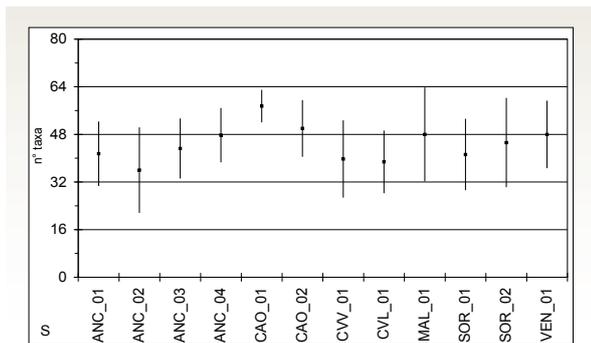


Fig. 16 - Valori medi degli indici di Ricchezza Specifica per transetto

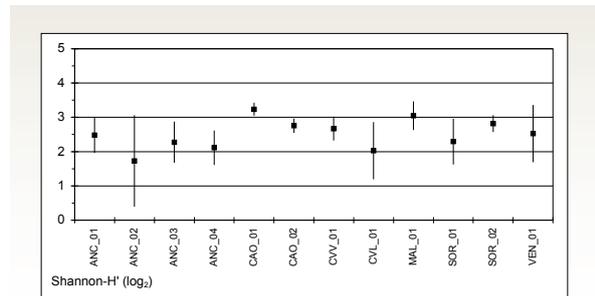


Fig. 17- Valori medi per transetto dell'indice di diversità di Shannon calcolato sulle biomasse di tutti gli organismi

Ulteriore conferma della validità dell'approccio teso ad un'immagine istantanea della realtà, pur limitata sotto il profilo della variabilità, proviene dalla distribuzione numerica degli organismi, che risulta per tutti gli affioramenti ben ripartita tra le diverse specie ed i valori dell'indice di Pielou - j sono sempre prossimi all'unità, valore ideale a cui corrisponde una totale equiripartizione degli individui nelle diverse specie presenti. Valori leggermente inferiori sono stati trovati solamente in uno dei transetti dell'affioramento di Caorle, dove, ancorché siano presenti un elevato numero di specie ed individui, alcune di queste specie risultano dominanti numericamente rispetto alle altre. In particolare la presenza in quest'area di un elevato numero di esemplari di *Ophiotrix fragilis* sposta significativamente l'equilibrio della composizione specifica (Fig. 18).

La maggiore biodiversità presentata dagli affioramenti vicini a costa di Caorle e Malamocco può essere giudicata un risultato interessante sia nel metodo che nel merito ed è spiegabile con la maggiore ricchezza in specie ed individui di Molluschi Bivalvi e Gasteropodi. La loro presenza è imputabile alla vicinanza di questi siti rispetto alle aree lagunari da dove provengono specie con una maggiore affinità per le zone costiere che si aggiungono a quelle più tipiche marine al largo delle *tegnùe*. Nell'affioramento di Caorle è stata osservata, infatti, una maggior presenza di Gasteropodi, mentre nell'affioramento di Malamocco sono i Bivalvi a dare il maggior contributo. Un numero inferiore di specie è stato invece riscontrato nelle *tegnùe* D'Ancona, Cavallino Lontana e nella *tegnùe* del Sorse.

³ Questo test si basa sulla verifica dell'ipotesi nulla (H0) che non ci siano differenze tra le medie degli indici biotici dei transetti; confrontando la variabilità (varianza) tra campioni del transetto con quella tra campioni di differenti transetti. Tale confronto viene effettuato calcolando il rapporto tra le due varianze (F) e confrontandolo con il valore di F critico teorico associato ad una determinata probabilità d'errore (P<0.05 pari al 5 % delle probabilità che il risultato del test sia errato). Il valore di F critico è fisso ed è associato ai gradi di libertà all'interno dei gruppi e totale. Quando il nostro valore di F calcolato supera quello di F critico significa che la variazione della media dei gruppi di campioni confrontati è statisticamente significativa e l'ipotesi nulla di assenza di differenze tra gruppi di campioni viene rigettata (FOWLER & CHOEN, 2002).

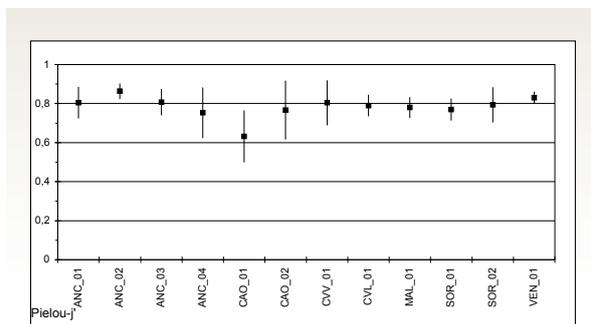


Fig.18 - Valori medi dell'indice di Pielou per le specie non coloniali

Come detto, i popolamenti composti dalle specie coloniali presentano una distribuzione significativamente diversificata nelle diverse aree campionate. Le *tegnùe* con i transetti più ricchi di specie e con elevate estensioni di substrato ricoperte dalle colonie sono quelle più distanti dalla linea di costa, *tegnùe* del Sorse e di Venezia, e la *tegnù*a di Caorle. Tale risultato consente di valorizzare tale componente faunistica come elemento discriminante e in grado di ben rappresentare le caratteristiche degli affioramenti e di consentirne la loro mappatura, secondo valori di qualità o pregio, tenuto conto del significato ecologico di questa ricchezza. A livello di singolo affioramento - ed è il caso della te-

Data - set			Non coloniali (Abbondanze)			Coloniali (Coperture)			Tutti i taxa (Biomasse)		
	<i>gdl</i>	<i>Fcritic</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Indice biotico											
Richness ln(S)											
Tra transetti	11	2,067	0,076	1,463	0,188	0,513	4,550	<0,001	0,073	1,812	0,088
Entro transetti	36		0,052			0,113			0,040		
Abbondanza totale, Copertura totale e Biomassa totale*											
Tra transetti	11	2,067	0,81	2,995	0,006	2,909	3,423	0,003	2,125	4,363	<0,001
Entro transetti	36		0,27			0,850			0,487		
Margalef (d)**											
Tra transetti		2,067	0,74	0,608	0,809						
Entro transetti			1,216								
Pielou (j)											
Tra transetti	11	2,067	0,013	2,197	0,007	0,047	2,376	0,025	0,020	3,207	0,004
Entro transetti	36		0,004			0,020			0,006		
Shannon-Wiener (H)											
Tra transetti	11	2,067	0,223	1,305	0,261	1,242	5,372	<0,001	0,761	3,643	0,002
Entro transetti	36		0,171			0,231			0,209		

** Per l'abbondanza totale, la copertura totale e la biomassa totale i dati sono stati trasformati con il logaritmi naturale per omogeneizzare la varianza

* Non sono stati ricavati gli indice di Margalef e di Sanders sui valori di copertura e biomassa poiché questi richiedono di essere calcolati su valori non continui, come le abbondanze numeriche, e non su valori continui come le coperture e le biomasse.

Tab. 3 - Risultati dell'analisi della varianza (ANOVA) ad un fattore (Transetti) effettuata sui principali indici biotici calcolati sui tre data - set: abbondanze degli organismi non coloniali; coperture degli organismi coloniali; biomasse (peso secco) di tutti gli organismi

gnù di Caorle - i popolamenti dei due transetti campionati presentano differenze rilevanti statisticamente, a significare come le stazioni dei due transetti siano piuttosto diverse per composizione faunistica. Per comprendere meglio quanto si differenzino i popolamenti dei diversi transetti di una stessa *tegnù*, sono state eseguite analisi della varianza anche tra i valori medi dei transetti delle *tegnù* di Caorle, D'Ancona e Sorse. Nei rimanenti affioramenti è infatti stato individuato solamente un transetto per *tegnù*.

Nel caso dell'affioramento D'Ancona i popolamenti risultano molto omogenei tra loro e non hanno mostrato differenze strutturali significative, mentre i popolamenti della *tegnù* del Sorse si differenziano in quanto a ricchezza di specie e grado di copertura delle colonie presenti. La presenza di specie di grandi dimensioni il cui apporto in termini di biomassa è molto elevato si è riflessa sui valori di biomassa totale che ha raggiunto i valori più elevati negli affioramenti di Caorle, del Sorse e di Venezia. Questo parametro, come precedentemente discusso, ha rispecchiato la presenza delle grosse colonie di Poriferi e di Ascidiacei presenti in alcuni affioramenti siti più al largo (Sorse, Venezia, Caorle) e comunque in posizione più defilata rispetto alle bocche di porto della laguna di Venezia nel caso di Caorle. Come vedremo più avanti, tali evidenze pongono all'attenzione il possibile ruolo della distanza dalla costa - a significare valori limitati di deposizione di particolato fine - nel consentire lo sviluppo di estesi popolamenti coloniali, particolarmente sensibili in questo senso.

E' stata più volte evidenziata l'importanza del gradiente costa-largo nel determinare la diversa distribuzione delle specie. Alcuni organismi o alcune strategie insediative, infatti, possono risultare più esposti a fattori di stress che caratterizzano gli ambienti più vicini a costa. Per la comprensione degli schemi distributivi degli organismi all'interno della comunità e per verificare le condizioni di equilibrio delle comunità con l'ambiente circostante o, in caso contrario, se

queste siano sottoposte a fattori di stress che ostacolano la loro evoluzione verso stadi a maggior stabilità risulta molto utile l'applicazione di tecniche grafico - distributive. Nelle *tegnù* indagate infatti sono diverse le condizioni edafiche del substrato e le caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua ed esistono inoltre gradienti e livelli di variabilità piuttosto spinti sia tra diversi affioramenti sia all'interno degli stessi affioramenti: aree più esposte alle correnti, aree prossime al fondale sabbioso-limoso, cavità più protette dalla deposizione e dalle correnti fredde invernali ecc.

L'analisi distributiva delle abbondanze sotto forma di curve dette di k-dominanza ha permesso di valutare quanto le comunità delle *tegnù* siano dominate da poche specie ma abbondanze elevate o, viceversa, siano composte da molte specie con abbondanze comparabili (SOLOMON, 1979; LAMBHEAD *et al.*, 1983).

Il confronto tra le curve riportate in Fig. 19a evidenzia come i popolamenti degli affioramenti di Caorle e Cavallino Lontana siano caratterizzati da un maggior grado di dominanza, evidenziata da una curva rappresentativa della comunità caratterizzata da maggior altezza, a significare una comunità sottoposta a situazione di disturbo ambientale. Negli affioramenti di Malamocco, Cavallino Vicina e Sorse le comunità sono caratterizzate da una minor dominanza, evidenziata da una curva di minor altezza, a significare maggior equilibrio.

Tuttavia in tutti gli affioramenti non si registrano situazioni di estrema dominanza; solamente in uno dei transetti dell'affioramento di Caorle il popolamento appare condizionato da una dominanza più spinta di alcune specie (Fig. 19b), fatto collegato all'elevata concentrazione di Ofiure, già segnalato più sopra.

Il confronto tra le curve relative ai singoli transetti evidenzia per la *tegnù* D'Ancona popolamenti con dominanze alquanto simili, mentre le curve relative ai transetti effettuati nella *tegnù* del Sorse e ancor più di Caorle evidenziano una qualche differenza tra le comunità dei due transetti.

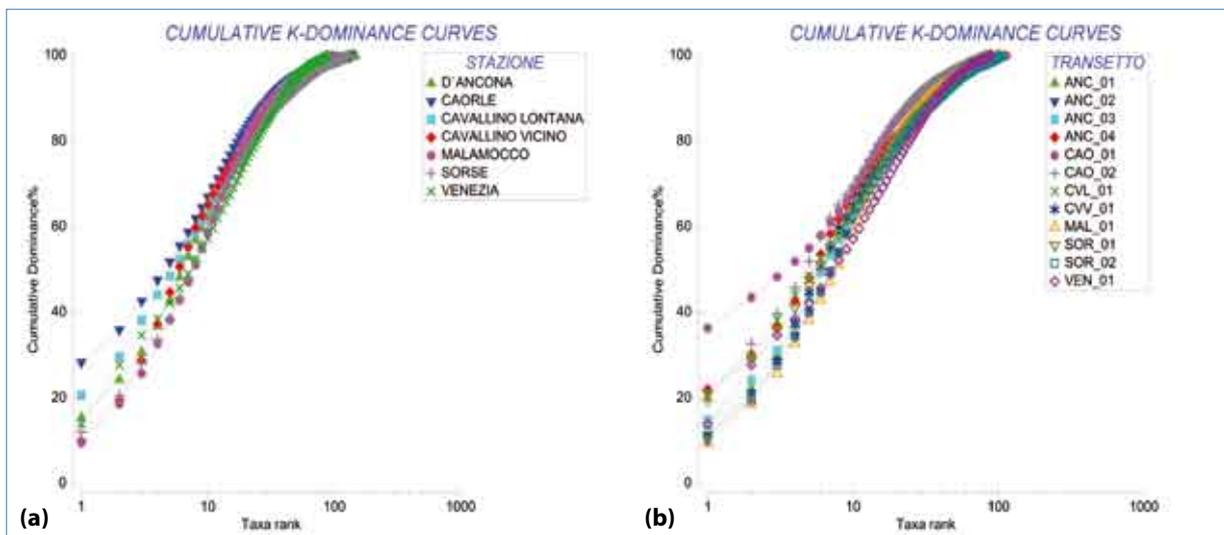


Fig. 19 - Curve di k-dominanza ricavate dai dati di abbondanza degli organismi non coloniali per affioramento (a) e per transetto (b)

Locali condizioni di stabilità o al contrario la presenza di eventuali fenomeni di stress, possono essere ulteriormente evidenziati procedendo alla comparazione delle distribuzioni delle biomasse e delle abbondanze delle specie non coloniali. Questa tecnica, denominata ABC comparison (abundance/biomass comparison) consente, tramite il confronto dell'andamento delle due curve distributive, di valutare se i popolamenti sono composti da molte specie di piccole dimensioni oppure da poche specie di grandi dimensioni (WARWICK, 1986; WARWICK *et al.*, 1987).

Nel caso in esame, i popolamenti appaiono caratterizzati sempre da un buon grado di stabilità e le curve di distribuzione della biomassa, infatti, sono sempre abbondantemente al di sopra delle curve di distribuzione delle abbondanze, indicando popolamenti ben strutturati (Fig. 21), con un modello di crescita di tipo K (comunità dominata da organismi di maggior dimensioni e lento turnover) all'interno dei quali non sembrano esistere fenome-

ni di stress che possano influire sulla distribuzione delle curve, neanche quelle degli affioramenti più vicini a costa soggette alle maggiori fonti di perturbazione antropica e naturale. A conferma di quanto fin qui esposto l'indice di Warwick (W) che rappresenta la distanza tra le due curve (Warwick) (CLARKE, 1990) è sempre risultato positivo. Quest'indice infatti può variare da +1 a -1, a seconda che la distribuzione delle abbondanze sia simile tra le specie e siano presenti specie di grandi dimensioni oppure che prevalgono poche specie con un gran numero di individui di biomassa ridotta (=presenza di specie di piccola dimensione). Si è in presenza quindi di popolamenti che non sembrano fortemente disturbati e il confronto tra *tegnùe* evidenzia come i valori più elevati dell'indice W siano stati riscontrati nelle *tegnùe* Venezia, lontana dalla costa e Malamocco e Cavallino Vicina, aree soggette all'influenza degli apporti costieri che tuttavia non sembrano presentare comunità animali disturbate.



Fig. 20 - Fittissime colonie di poriferi su di un affioramento suborizzontale

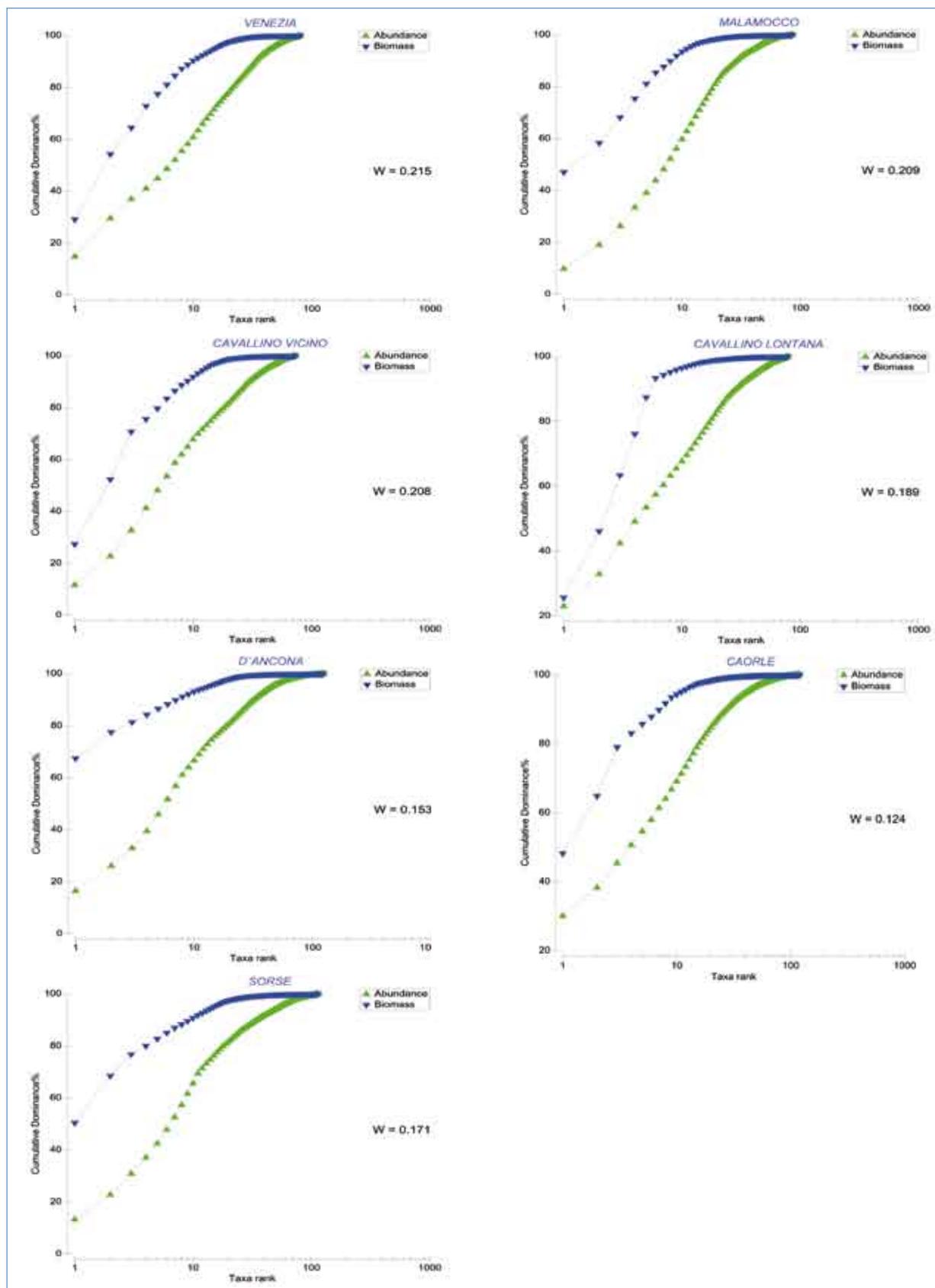


Fig. 21- ABC comparison tra dati di abbondanza e biomassa (peso secco) per le specie non coloniali

Analisi biocenotica della comunità di substrato solido

I risultati fin qui sopra riportati indicano come le comunità biologiche dei sette affioramenti studiati siano caratterizzate da popolamenti in vario modo diversificati tra loro nella composizione specifica, nella abbondanza relativa delle specie e in biomassa. Lo schema di aggregazione delle diverse specie – fino a formare precise biocenosi – può spiegare il differenziamento dei popolamenti delle diverse aree così come è stato rilevato dall'indagine.

Lo studio delle biocenosi – complesso di comunità di specie che vivono in un determinato ambiente - ha una lunga tradizione nell'ambito della biologia marina mediterranea (PERÉS e PICARD, 1964; GAMULIN-BRIDA, 1974). Seppure messa in discussione da alcuni Autori, rimane una tecnica di analisi delle comunità largamente utilizzata, anche attualmente, in particolare negli studi relativi al bacino Mediterraneo. Si ritiene quindi utile aggiungere questo ulteriore livello di analisi ai risultati di questo studio.

I popolamenti delle *tegnùe* ai quali è stato possibile attribuire una precisa collocazione appartengono in prevalenza alle biocenosi dei piani infralitorale e circalitorale (Tab. 4), anche se molte specie non sono contraddistinguibili da una precisa collocazione e vengono definite specie a "Larga Ripartizione Ecologica", senza quindi un preciso significato ecologico. Sono queste le specie a rappresentare in tutti gli affioramenti la componente predominante (circa il 40%).

E' vero peraltro che l'elenco delle biocenosi mediterranee è tuttora oggetto di discussione e aggiornamento (BELLAN-SANTINI *et al.*, 1994; RELINI, 2000); è comunque possibile, sulla base di elenchi di specie appartenenti in

modo esclusivo e caratteristico alle diverse biocenosi e sulla loro abbondanza percentuale, classificare il popolamento di un determinato campione bentonico come appartenente ad una o più biocenosi.

Escludendo le specie a larga ripartizione ecologica dalle valutazioni effettuate, è possibile notare che le rimanenti appartengono in maggioranza alla biocenosi del Detritico Costiero, rappresentata nel popolamento delle *tegnùe* dai molluschi *Aporrhais pespelecani* e *Mimachlamys varia* oltre che da altri piccoli bivalvi, da Tunicati come il limone di mare (*Microcosmus vulgaris*) e da Crostacei Decapodi come il paguro *Paguristes eremita* e il granchio *Ebalia edwardsi*. Assieme alle specie del Detritico Costiero ne risultano altre appartenenti alle biocenosi del Coralligeno (C) e delle Alghe Fotofile (AP), seguite dalle specie delle praterie a Posidonia (HP) e di altre biocenosi di substrato incoerente. La composizione biocenotica appare quindi caratterizzata da un'estrema variabilità, venendo a comprendere aggregazioni appartenenti a piani ed ambienti molto diversi. Tale situazione rispecchia l'estrema variabilità ambientale che caratterizza l'area di studio e i gradienti in essa presenti. La presenza di specie appartenenti al Detritico Costiero e al Coralligeno, appartenenti al circalitorale, insieme a specie del Posidonieto in ambiente Fotofilo, già notato da Mizzan (MIZZAN, 1992; 1994), conferma inoltre la grande variabilità ambientale all'interno dei singoli biotopi, con presenza di microhabitat altamente differenziati.

Un confronto completo, che consideri tutti i popolamenti delle *tegnùe* indagate (Fig. 22), permette comunque di evidenziare la maggiore affinità per le biocenosi del Detritico Costiero per le D'Ancona, Sorse, Caorle e per quelle di Cavallino (sia Vicina che Lontana).

Nome Biocenosi	Sigla Biocenosi	Piano bionomico	Tipo di Substrato
Alghe Fotofile	AP	Infralitorale	Solido
Coralligeno	C	Circalitorale	Solido
Detritico Costiero	DC	Circalitorale	Incoerente
Posidonieto - praterie di fanerogame	HP	Infralitorale	Incoerente
Invertebrati delle acque molto inquinate	IETP	Infralitorale	Solido
Sabbie Fini Ben Calibrate/Classate	SFBC	Infralitorale	Incoerente
Sabbie Grossolane con Correnti di Fondo	SGCF	indipendente	Incoerente
Sabbie relativamente protette dal moto ondoso	SRPV	Infralitorale	Incoerente
Sabbie fangose di moda calma	SVMC	Infralitorale	Incoerente
Fanghi terrigeni costieri	VTC	Circalitorale	Incoerente
Specie a larga ripartizione ecologica*	Lre		
Specie senza significato preciso*	Sspr		

* Le ultime due righe non si riferiscono a biocenosi ma a codifiche di specie

Tab. 4 - Elenco delle Biocenosi a cui appartengono le specie caratteristiche esclusive rinvenute nei campioni di substrato solido

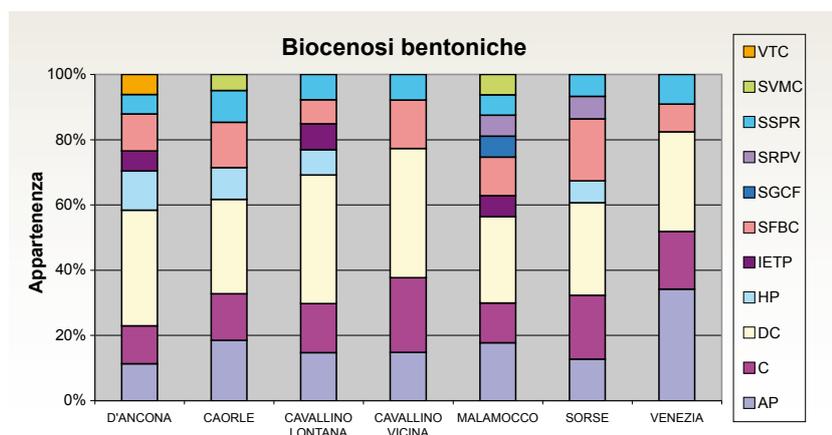


Fig. 22 - Inquadramento biocenotico della comunità rinvenute nelle sette tegnùe indagate

La tegnùa di Malamocco, invece, posta a minori profondità e più vicina alla costa, è quella che ha affinità per un maggior numero di biocenosi appartenenti a piani diversi, confermando ancora una volta, come già ipotizzato più sopra, la situazione intermedia di questi affioramenti fra aree lagunari o francamente litorali e ambienti più tipicamente marini del largo, con il robusto ruolo del condizionamento fisico esistente nell'area (sedimentazione ed idrodinamismo) nei confronti dei popolamenti, che risultano più diversificati ma probabilmente meno stabili. In questo affioramento, come in quello di Caorle e Cavallino Vicina, alcune specie contribuiscono a caratterizzare maggiormente i campioni. Le comunità sono caratterizzate infatti dalla forte presenza del briozoo *Schizobrachiella sanguinea*, del bivalve *Arca noae* e del gasteropode *Hexaplex trunculus*.

A livello generale la ricerca di taxa maggiormente rappresentativi dei diversi affioramenti indica, grazie all'impiego di opportuni test statistici (BEST-BVSTEP, CLARKE e WARWICK, 1998; 2001), il ruolo fortemente rappresentativo dei Poriferi (10 taxa, di cui tre non determinati a livello specifico e per questo non inseriti nelle tabelle delle determinazioni) e in subordine dei Molluschi Bivalvi (7 taxa), dei Molluschi Gasteropodi (5 taxa) e degli Ascidiacei (5 taxa).

Limitandoci agli affioramenti più lontani dalla costa, per i quali la componente coloniale – si è visto – assume un ruolo determinante e anche un preciso significato di indicatore di stato ecologico, le specie che contribuiscano in modo statisticamente significativo e rilevante a differenziare i popolamenti sono in particolare le spugne *Sarcotragus spinosulus*, *Ircinia variabilis* e *Cliona viridis*, gli ascidiacei *Polycitor adriaticus* e *Aplidium conicum* (Fig. 23, 24) e il bivalve *Arca noae* (Tab. 5). Mentre i Poriferi *C. nucula*, *I. variabilis*, *S. spinosulus* predominano nelle tegnùe al largo, *Cliona viridis* è abbondante anche in quelle intermedie (Fig. 25a,b).



Fig. 23 - Colonie dell'ascidiaceo *Polycitor adriaticus* (Von Drasche, 1983)

PORIFERA	<i>Aplysina aerophoba</i> Schmidt, 1862
	<i>Cliona viridis</i> Schmidt, 1862
	<i>Dysidea fragilis</i> Montagu, 1818
	<i>Geodia</i> sp.
	<i>Ircinia variabilis</i> Schmidt, 1862
	<i>Sarcotragus spinosulus</i> Schmidt, 1862
	<i>Tethya aurantium</i> (Pallas, 1766)
SIPUNCULIDA	Sipunculidae sp. 1
POLIPLACOPHORA	Polyplacophora indet.
GASTROPODA	<i>Diodora gibberula</i> (Lamarck, 1822)
	<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Muricopsis cristata</i> (Brocchi, 1814)
BIVALVIA	<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758
	<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758
	<i>Hiatella rugosa</i> (Linnaeus, 1767)
	<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Nucula nucleus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Striarca lactea</i> (Linnaeus, 1758)
DECAPODA	<i>Paguristes eremita</i> (Linnaeus, 1767)
	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)
BRYOZOA	Microporellidae indet.
ASCIDIACEA	<i>Aplidium conicum</i> (Olivieri, 1792)
	<i>Microcosmus vulgaris</i> Heller, 1877
	<i>Phallusia fumigata</i> Grube, 1864
	<i>Polycitor adriaticus</i> (von Drasche, 1883)
	<i>Pyura dura</i> (Heller, 1877)

Tab. 5 - Specie principali che identificano i popolamenti degli affioramenti

Tra i Tunicati rinvenuti, *Microcosmus vulgaris* risulta in particolare abbondante presso la *tegnù* di Caorle, mentre le colonie di *Polycitor adriaticus* e gli esemplari di *Phallusia fumigata* sono più abbondanti nelle *tegnù* D'Ancona, Sorse e Venezia. Tali particolari vanno considerati tenendo comunque in evidenza il trend generale contraddistinto dalla marcata presenza di organismi coloniali soprattutto nelle aree più al largo (Fig. 26a,b). I Bivalvi *Arca noae* (Fig. 27a), i Gasteropodi *Hexaplex trunculus* e il Briozoo *Schizobrachiella sanguinea* raggiungono, invece, i valori più elevati di biomassa nelle aree intermedie e in quelle più prossime alla costa, risultando quasi assenti nelle *tegnù* del Sorse e di Venezia. Per una nutrita lista di macrobentoni sembra quindi riscontrabile un ruolo marcatamente condizionato dalla vicinanza o dalla lontananza dalla costa, ruolo già segnalato da specifici contributi, del tutto recenti, relativi



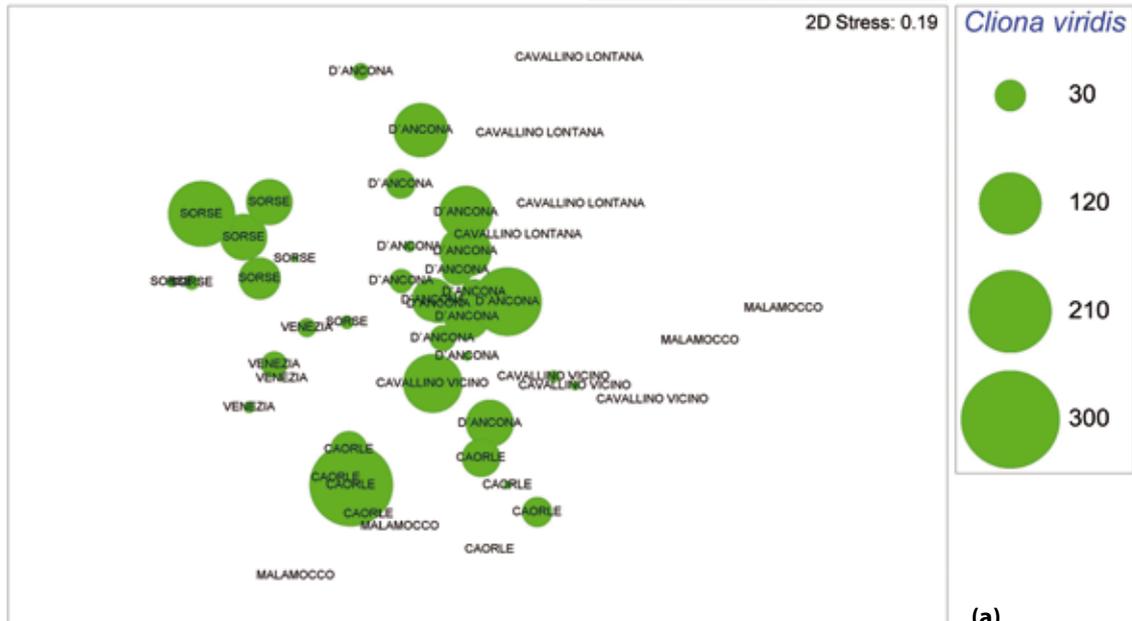
Fig. 23 - Grossa colonie dell'ascidiaceo *Aplidium conicum* e vaste estensioni di poriferi nella *tegnù* del Sorse

ad altri studi (MIZZAN, 1992; GABRIELE *et al.*, 1999; MIZZAN, 2000; MOLIN *et al.*, 2003; MAG.ACQUE – MIZZAN, 2006; PONTI *et al.*, 2006; PONTI & MASTROTOTARO, 2006; CASELLATO & STEFANON, 2008; FAVA *et al.*, 2009; MOLIN *et al.*, 2009a).

MDS from biomass' sample (dw) of all taxa

Transform: Fourth root
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

2D Stress: 0.19



MDS from biomass' sample (dw) of all taxa

Transform: Fourth root
Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

2D Stress: 0.19

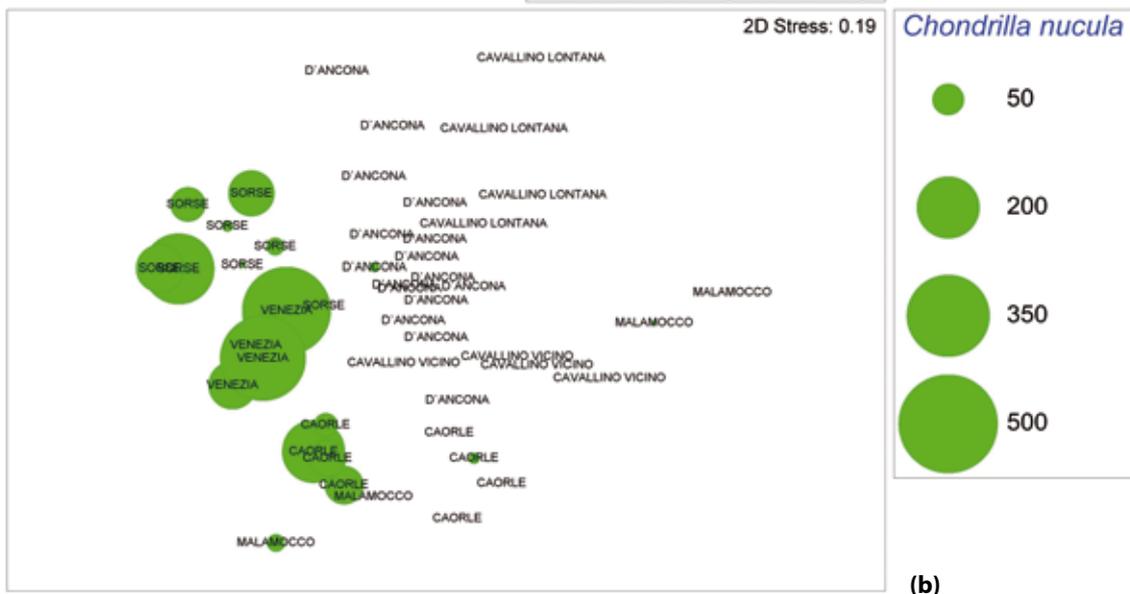


Fig. 25 - Non metric-MDS dei valori di similarità tra campioni (dati di biomassa in peso secco) con superimposti i valori di biomassa di alcuni taxa più rappresentati di Poriferi, Bivalvi, Briozoi e Ascidiacei

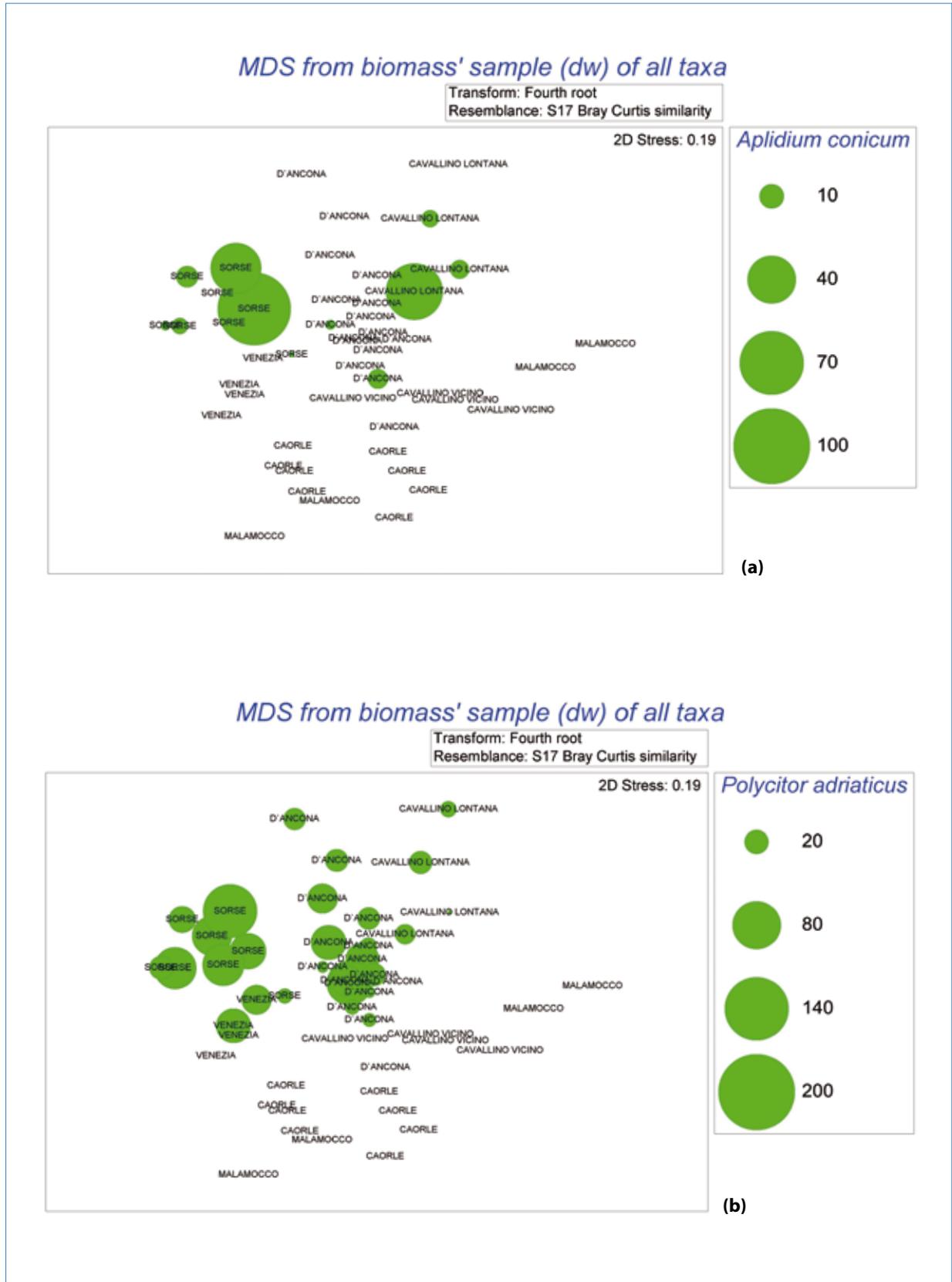
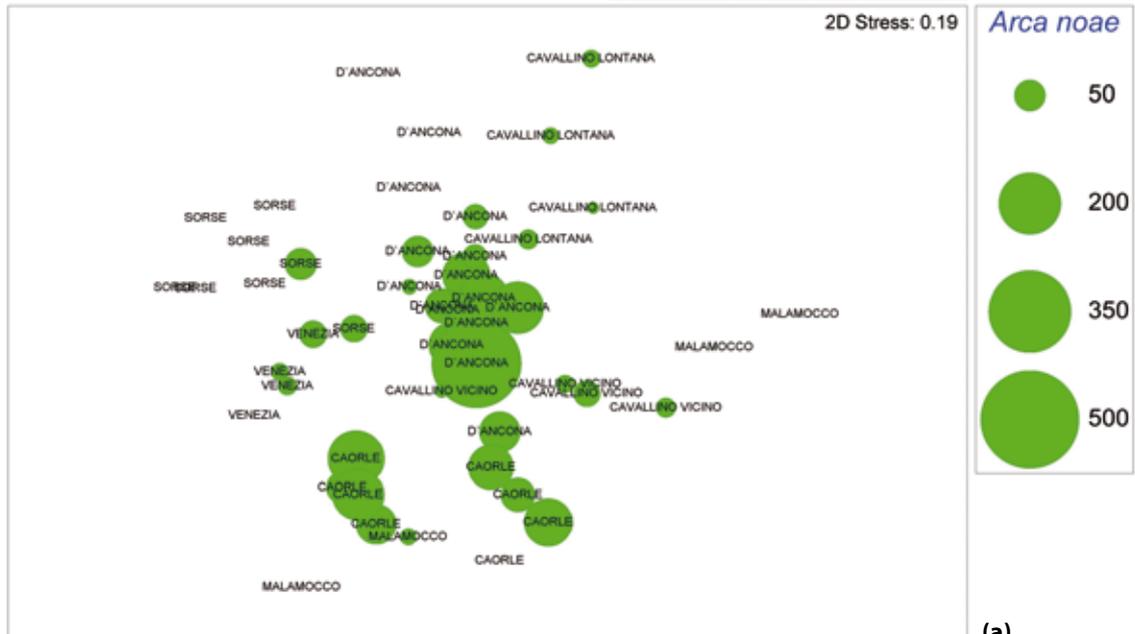


Fig. 26 - Non metric-MDS dei valori di similarità tra campioni (dati di biomassa in peso secco) con superimposti i valori di biomassa di alcuni taxa più rappresentati di Poriferi, Bivalvi, Briozoi e Ascidiacei

MDS from biomass' sample (dw) of all taxa

Transform: Fourth root
 Resemblance: S17 Bray Curtis similarity



MDS from biomass' sample (dw) of all taxa

Transform: Fourth root
 Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

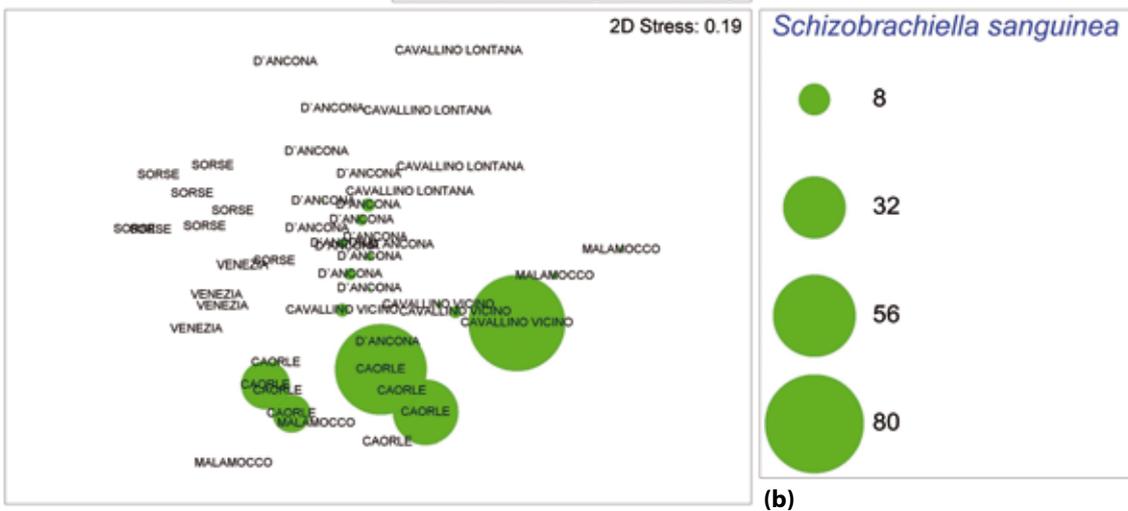


Fig. 27 - Non metric-MDS dei valori di similarità tra campioni (dati di biomassa in peso secco) con superimposti i valori di biomassa di alcuni taxa più rappresentati di Poriferi, Bivalvi, Briozoi e Ascidiacei

Relazioni tra la comunità bentonica di substrato duro e le variabili ambientali

Nel complesso le comunità animali studiate sono risultate essere influenzate da molti fattori. Come noto, infatti, le caratteristiche chimico-fisiche delle masse d'acqua, le condizioni idrodinamiche, le caratteristiche morfologiche del substrato possono determinare significative differenze nei popolamenti macrobentonici (SEAPY & LITTLER, 1982; ALEFFI *et al.*, 1995; AIROLDI, 2003; MIZZAN, 1995; 2000; GABRIELE *et al.*, 1999; MORGANTI *et al.*, 2001; MOLIN *et al.*, 2003; MOLIN *et al.*, 2009a; PONTI & MA-STROTOTARO, 2006; CASELLATO *et al.*, 2007).

L'estensione dell'area marina che comprende gli affioramenti studiati fa sì che vi sia presente una grande variabilità ambientale tra un affioramento e l'altro. Questa è evidentemente dovuta sia a fattori legati alle caratteristiche chimico-fisiche ed ai movimenti delle masse d'acqua, quali gli apporti di materiale terrigeno e i fenomeni di moto ondoso e corrente sia a fattori edafici legati alle caratteristiche geologiche e morfologiche degli affioramenti rocciosi stessi.

Il carico di nutrienti e di materiale sospeso (organico ed inorganico) e le variazioni in idrodinamismo, dovute alla maggior o minor vicinanza a riva e al battente idrico, hanno una notevole influenza sulle concentrazioni di ossigeno disciolto lungo la colonna d'acqua e sui tassi di sedimentazione al fondo. Questi due fattori influenzano i meccanismi di respirazione e approvvigionamento del cibo di molti organismi degli affioramenti, che come abbiamo visto appartengono in prevalenza al gruppo trofico dei filtratori e utilizzano quindi i loro apparati filtranti non solo per la respirazione ma anche per l'approvvigionamento del cibo. Gli apparati branchiali necessitano di un continuo afflusso di ossigeno e non devono essere meccanicamente occlusi dal materiale filtrato (AIROLDI, 2003). In zona sono in effetti documentati fenomeni di stress quali minor tasso di crescita e maggiore mortalità in allevamenti di mitili a causa di locali fenomeni di eccesso di sedimentazione in sospensione.

Anche i fattori ambientali legati alle caratteristiche del substrato giocano un importante ruolo nel determinare la composizione specifica dei popolamenti macrobentonici (GUIDETTI *et al.*, 2004; GUARNIERI *et al.*, 2005); la disponibilità di microanfratti e di cavità può infatti notevolmente influenzare lo sviluppo di alcuni taxa coloniali piuttosto che di altri; si pensi ad esempio alle grandi colonie di Poriferi ed Ascidiacei che necessitano di vaste estensioni di substrato per la loro crescita. L'insieme di questi fattori agisce in maniera sinergica determinando, come visto nei precedenti paragrafi, una certa variabilità delle comunità animali; risulta quanto mai determinante quindi comprendere quali siano e quanto importanti siano i diversi contributi delle forzanti che agiscono sull'ecosistema.

I principali fattori che sono stati qui considerati sono:

1. il gradiente geografico (latitudinale e longitudinale);
2. la distanza dalla costa;
3. la profondità della colonna d'acqua;
4. la torbidità media al fondo;
5. le caratteristiche morfologiche degli affioramenti;
6. le caratteristiche mineralogiche delle rocce che formano gli affioramenti.

La distribuzione dei popolamenti negli affioramenti è risultata essere caratterizzata da una forte dipendenza dalla loro posizione, dalla distanza dalla costa e dai relativi battente idrico e torbidità al fondo. Questi fattori, infatti, sono strettamente legati tra loro; gli affioramenti che distano maggiormente da riva, come le *tegnùe* del Sorse e Venezia, sono infatti caratterizzati da maggiori profondità e acque più limpide. La conformazione della costa del nord Adriatico, inoltre, fa sì che il gradiente largocosta sia associato a quello latitudinale per cui anche questi due fattori risultano altamente correlati alla composizione dei popolamenti macrobentonici delle *tegnùe*.

Tutti questi fattori sono risultati significativamente correlati ad alcuni dei principali gruppi sistematici che caratterizzano i popolamenti delle *tegnùe* tra i quali Poriferi, Briozoi, Bivalvi, Crostacei Decapodi, Tunicati mentre non sembrano avere una grossa influenza per altri gruppi come i Policheti e gli Echinodermi.

Le analisi svolte⁴ hanno infatti evidenziato come la quantità di biomassa totale di Poriferi, Briozoi, Idrozoi, Bivalvi, Crostacei, Tunicati e Decapodi sia significativamente correlata al gradiente latitudinale, alla distanza dei punti di campionamento dalla linea di costa, alla loro profondità e al valore medio di torbidità al fondo.

La biomassa di Antozoi, Echinodermi, Policheti, e Gasteropodi non è invece risultata significativamente correlata a nessuna delle variabili ambientali considerate.

Briozoi, Bivalvi e Idrozoi sono risultati significativamente più abbondanti, a livello di biomassa, nelle *tegnùe* vicino a riva e meno profonde dove maggiore e più persistente è il livello di torbidità. Qui, particolarmente abbondante è risultato il briozoo *Schizobrachiella sanguinea* che nelle aree costiere nord Adriatiche riesce a raggiungere un notevole sviluppo (MOLIN *et al.*, 2006).

Poriferi, Tunicati e Decapodi, sempre per biomassa, sono risultati invece significativamente più abbondanti e tipici delle zone più al largo e a maggior battente idrico e sono correlati alle minori concentrazioni di solidi sospesi della colonna d'acqua.

⁴L'analisi di correlazione di Spearman si basa sul confronto gerarchico a ranghi tra due set di dati; si confronta cioè il loro ordinamento e si calcola mediante uno specifico algoritmo il grado di somiglianza dei due ordinamenti. Se i due set di dati sono ordinati allo stesso modo ($Rho = 1$) è evidente che le due variabili sono in qualche modo correlate tra loro. Ciò non significa una relazione di causa effetto, poiché una terza variabile, correlata ad entrambe le precedenti, potrebbe influenzare i risultati del test (FOWLER & COHEN, 2002).

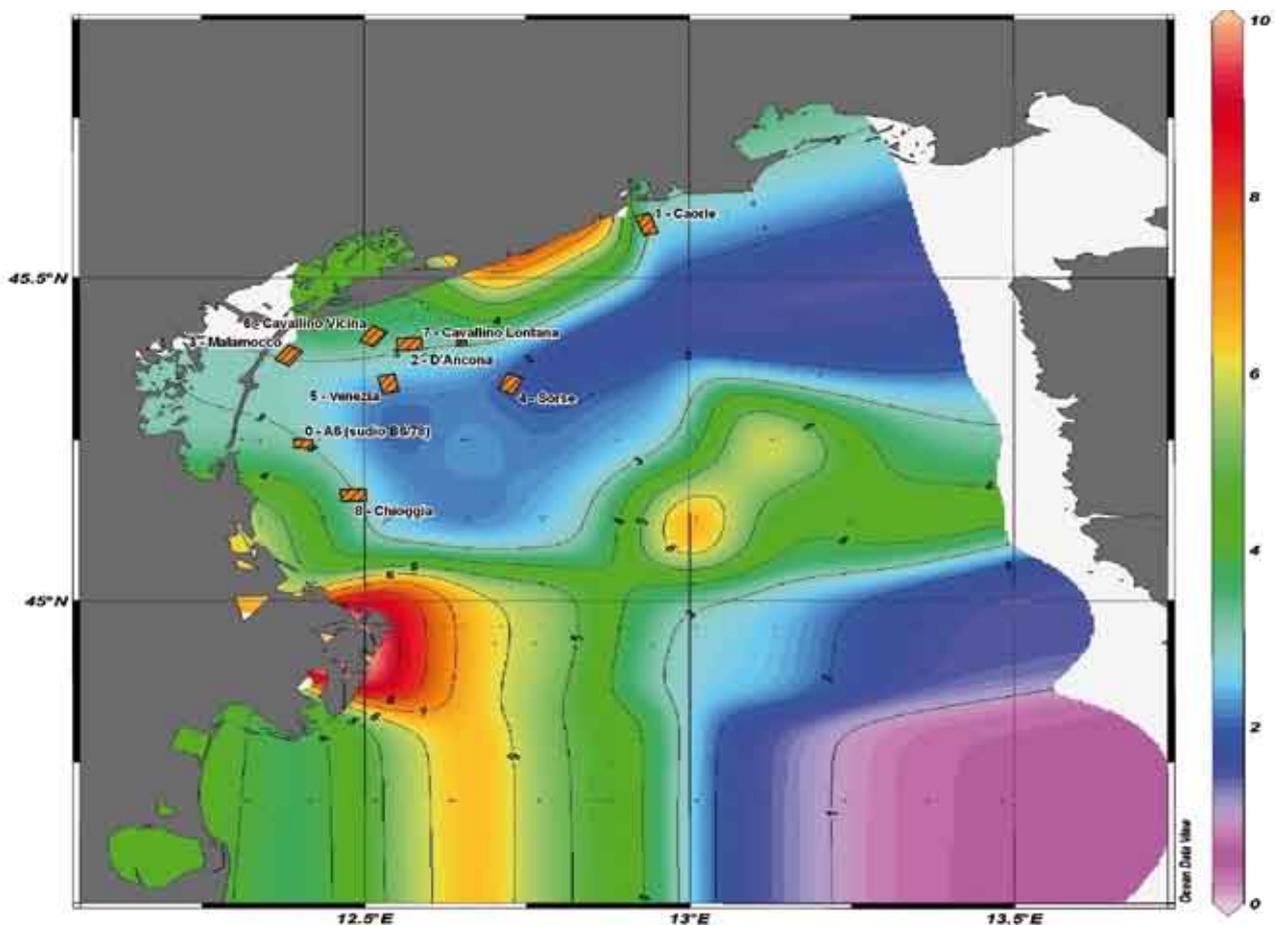


Fig. 28 - Valori medi di torbidità al fondo - area Nord Adriatico anni 2003-2006 (ISMAR dati misurati nell'ambito del Progetto "OBAS Oceanografia Biologica dell'Adriatico Settentrionale" e dalla Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Marino Costiere)

Sembra dunque che questi gruppi di organismi prediligano le acque più profonde e limpide e con minor trofia che caratterizzano gli affioramenti localizzati più al largo (MCQUAID & BRANCH, 1984; GABRIELE *et al.*, 1999; MOLIN *et al.*, 2003; PONTI *et al.*, 2006; CASELLATO *et al.*, 2007; CASELLATO & STEFANON, 2008; MOLIN *et al.*, 2008; MOLIN *et al.*, 2009a). Per i valori di torbidità al fondo delle aree di campionamento si è fatto riferimento ai dati messi a disposizione da ARPAV e misurati nell'ambito del Progetto "OBAS Oceanografia Biologica dell'Adriatico Settentrionale" dalla Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Marino Costiere (Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia). I valori medi di torbidità degli anni 2003 – 2006 delle aree di *tegnù*a sono stati ottenuti per interpolazione mediante IDW (Inverse Distance Weight) dal Software Ocean Data View (Fig. 28).

Esiste quindi un preciso comportamento dei gruppi sistematici indagati, con le dovute eccezioni e tenendo sempre conto di una ragionevole variabilità, ed un collegamento con gli affioramenti più vicini o più lontani dalla costa. Molti autori hanno descritto tali comportamenti

delle comunità bentoniche mettendoli in relazione con le principali caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua (BENEDETTI-CECCHI *et al.*, 2000; AIROLDI, 2003), mentre pochi di essi hanno invece concentrato le loro ricerche sugli effetti delle caratteristiche del substrato sulle comunità epibentoniche GUIDETTI *et al.*, (2004), in particolare, hanno trovato evidenze di significative differenze tra comunità presenti su diverse tipologie di roccia: graniti e calcari. Per approfondire anche quest'aspetto, l'indagine ha compreso l'analisi mineralogica di campioni rocciosi degli affioramenti investigati per determinare la natura chimica delle rocce al fine di comprendere se vi sia un possibile legame tra le caratteristiche delle rocce esaminate e la distribuzione degli organismi. Tuttavia da un punto di vista litologico le *tegnù*e risultano sempre costituite da rocce carbonatiche, (composte da almeno il 50% di minerali carbonatici: calcite, aragonite, dolomite). Tali rocce possono però avere un'origine sedimentaria ed essere più ricche in dolomia (minerale di origine terrigena) o origine organogena, quindi più ricche in aragonite (minerale presente in quantità nei

gusci di alcuni di questi organismi). I parametri mineralogici considerati al fine di capire quali siano le relazioni tra comunità biologiche e litologia del substrato sono state:

- la presenza in termini percentuali degli elementi maggiori;
- la concentrazioni degli elementi in tracce;
- la percentuale di calcite e dolomite delle rocce.

I risultati ottenuti hanno evidenziato come nei casi osservati i popolamenti non appaiano sostanzialmente influenzati dalla tipologia del substrato su cui vivono; malgrado ci sia una certa differenziazione delle diverse *tegnùe* a livello di composizione chimico-mineralogica esiste solo una debole correlazione tra composizione chimica e biomassa delle comunità, come evidenziato nella Tab. 6. Una lieve correlazione con la biomassa può essere appunto individuata relativamente al tenore in silice e agli ossidi di calcio in *primis*, più abbondanti negli affioramenti vicini a costa e quindi maggiormente esposti agli apporti terrigeni a causa della loro prossimità alla costa (affioramenti di Malamocco e Caorle). Tuttavia questa correlazione non necessariamente imputa un rapporto di causa effetto tra le due variabili, ma potrebbe nascondere altre relazioni quali quelle con la torbidità e/o la profondità e/o il gradiente latitudinale già discusse e anch'esse legate al gradiente costa-largo. A tal proposito si veda la Fig. 29 dove si propone il grafico con l'analisi di correlazione di Spearman tra la matrice di dati biologici e quella ricavata dai risultati delle calcimetrie che non evidenzia nessuna relazione significativa anche se, come già evidenziato, il rapporto calcite/dolomite è in grado di discriminare le *tegnùe* più vicine alla costa (Malamocco e Caorle) da quelle più lontane.

Variables		
1 Calcite	11 K2O	21 Sr
2 Dolomite	12 P2O5	22 Y
3 SiO2	13 V	23 Zr
4 TiO2	14 Cr	24 Nb
5 Al2O3	15 Co	25 Ba
6 Fe2O3	16 Ni	26 La
7 MnO	17 Cu	27 Ce
8 MgO	18 Zn	28 Nd
9 CaO	19 Ga	29 Pb
10 Na2O	20 Rb	30 Th

Best results N=4
 No.Vars. Corr. Selections
 4 0.543 3;9;20;22

Tab. 6 - Test BIO-ENV: elementi e composti minerali che più si correlano alla matrice di similarità di Bray-Curtis ricavata dai dati biologici (biomassa dei taxa)

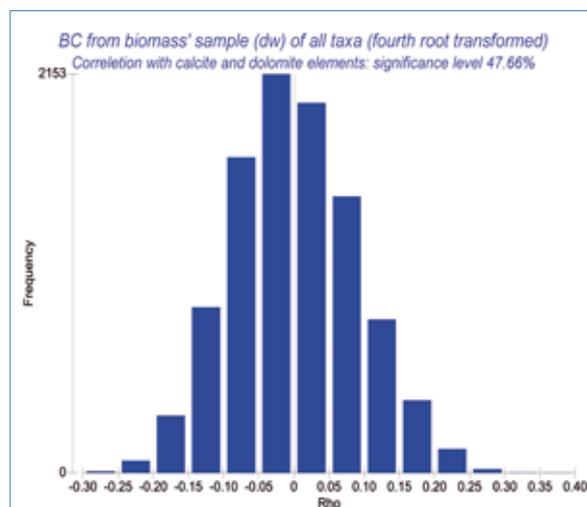


Fig. 29 - Analisi di correlazione tra matrice biologica e matrice euclidea ricavata dai risultati delle calcimetrie

Le comunità animali non sembrano quindi particolarmente condizionate dalle caratteristiche mineralogiche e dalla natura organogena o clastica degli affioramenti; è apparso invece che sono le caratteristiche morfologico - strutturali delle *tegnùe* ad influenzare la distribuzione degli organismi. Si tratta di un risultato importante, che sottolinea il ruolo delle forzanti fisiche e delle forme dell'ambiente nel guidare lo sviluppo degli insediamenti, evidenza che, come si vedrà, verrà richiamata più oltre anche a proposito delle comunità di substrato incoerente circostanti gli affioramenti.

Tra le *tegnùe* studiate, grazie all'analisi e allo studio dei rilievi Side Scan Sonar e Multibeam e all'utilizzo di analisi GIS (ZANETTO *et al.*, 2006), si sono potute infatti individuare diverse tipologie di affioramenti caratterizzati da forme, estensione, elevazione e numero di unità rocciose differenti. Tali caratteristiche sono state individuate e organizzate in modo da evidenziare la presenza, la dove presente, di relazioni con la distribuzione degli organismi. I principali parametri analizzati sono stati:

- numero di unità rocciose presenti nei diversi affioramenti;
- loro composizione in piccole, medie, grandi e molto grandi;
- superficie totale delle unità;
- superficie per classe dimensionale di unità rocciosa;
- numero di unità per grado di elevazione dal fondale;
- superficie relativa per grado di elevazione dal fondale.

I parametri relativi alla dimensione e alla elevazione dal fondale degli affioramenti sono stati suddivisi in classi di appartenenza (Tab. 7). Le informazioni così ottenute e le correlazioni svolte hanno evidenziato che esiste una relazione tra distribuzione degli organismi e morfologia degli affioramenti. Una particolare influenza sui popolamenti sembra ascrivibile sia alla struttura frammentata dell'affioramento in piccole unità morfologiche che all'elevazione degli affioramenti dal fondale (Tab. 8). Il primo di questi due fattori influenza la disponibili-

tà di superficie colonizzabile dalle specie mentre l'elevazione dal fondale determina la maggiore o minore presenza di materiale risospeso dal moto ondoso che influenza quindi la distribuzione degli organismi filtratori: un loro maggior sviluppo nelle aree a maggior elevazione e di maggior superficie è quindi prevedibile date le caratteristiche di queste specie.

I rilievi batimetrici hanno identificato l'affioramento di Malamocco come quello che presenta minori elevazioni ed una maggiore frammentazione in piccole unità rocciose; in esso risultano assenti gli Ascidiacei coloniali. Sono assenti sia le grandi specie *P. adriaticus* e *A. conicum* sia quelle, di minori dimensioni, quali il Didemnide *Didemnum maculosum* e *Cystodytes dellechiaiei*. La tipologia di questa *tegnù*, denominata *lastrura*, è costituita da estesi strati di roccia orizzontali che si elevano molto poco dal circostante fondale sabbioso

e possono essere sommersi in alcuni tratti determinandone la sua frammentarietà *Fig. 30*. Questo affioramento è caratterizzato da un ridotto battente idrico (ca. 9 m), da una maggior influenza del moto ondoso e da maggiori effetti in termini di risospensione. Sono questi, probabilmente, i fattori che possono risultare determinanti per l'assenza di queste specie.

I Poriferi sembrano meglio adattarsi a questa situazione, anche se all'interno di questo gruppo sistematico esiste una varietà di comportamenti, di modo che alcune specie come *Geodia sp.*, *Cliona viridis*, *Haliclona mediterranea* e *Dysidea fragilis* risultano assenti da condizioni spinte di questo tipo, mentre *Ircinia variabilis* è risultata la più comune tra le spugne.

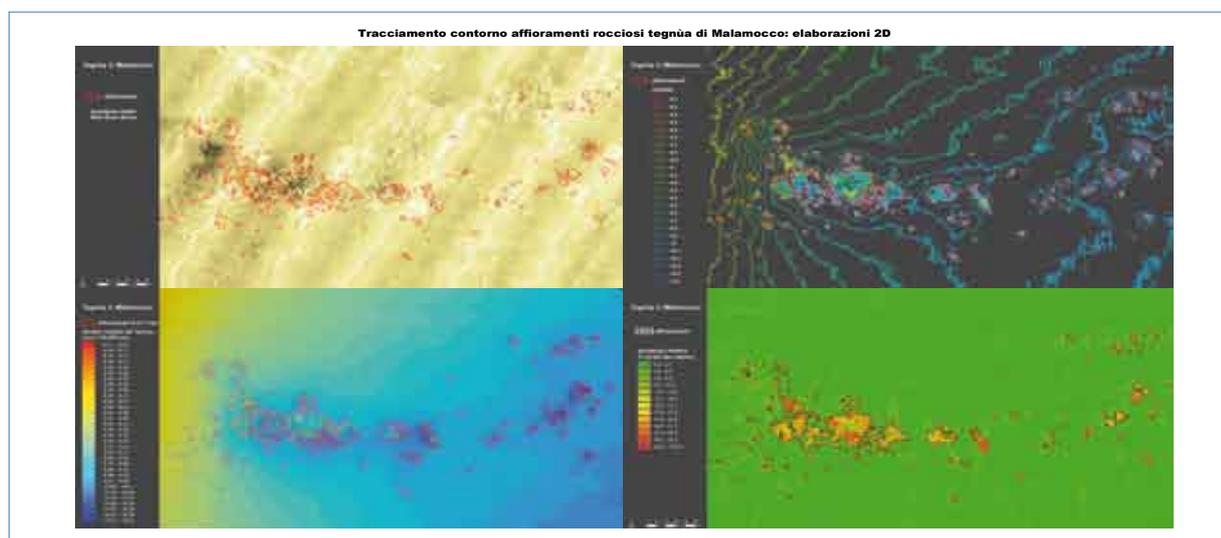


Fig. 30 - Visualizzazione 3D dell'affioramento di Malamocco (a) e rilievo delle isobate nell'area di affioramento (b)

Dimensioni delle unità rocciose	
classe	descrizione
piccoli	< 500 mq
medi	500 - 5.000 mq
grandi	5.000 - 10.000 mq
molto grandi	> 10.000 mq
Elevazione dal fondale	
classe	descrizione
molto bassi	< 0.5 m
bassi	0.5 - 1 m
medi	1 - 2 m
alti	> 2 m

nota: le classi sono state impostate arrotondando gli intervalli di Janks calcolati sui DB totali di superficie e altezza

Tab. 7 - Classi dimensionali e di elevazione delle unità rocciose considerate

Variabili morfologiche delle unità rocciose						
1 n unità piccola superficie				10 superficie totale affioramento		
2 n unità media superficie				11 n unità con elevazione molto bassa		
3 unità di grande superficie				12 n unità con bassa elevazione		
4 unità di superficie molto grande				13 n unità con media elevazione		
5 n totale di unità				14 n unità con alta elevazione		
6 superficie piccole unità				15 superficie unità con elevazione molto bassa		
7 superficie medie unità				16 superficie unità con elevazione bassa		
8 superficie grandi unità				17 superficie unità con elevazione media		
9 superficie unità molto grandi				18 superficie unità con elevazione alta		
Best results N=3			Best results N=3			
No.Vars.	Corr.	Selections	No.Vars.	Corr.	Selections	
3	0,567	5; 17; 18	5	0,580	3; 5; 12; 17; 18	

Tab. 8 - Test BIO-ENV: variabili morfologiche la cui matrice di distanza euclidea è maggiormente correlata con la matrice di similarità di Bray Curtis ricavata dai dati di biomassa in peso secco di tutti i taxa

Conclusioni

Lo studio compiuto sulle comunità macrobentoniche degli affioramenti ha permesso di evidenziare una loro spiccata rappresentatività nei confronti delle diverse aree indagate. E' risultata inoltre evidente una certa differenza tra i popolamenti dei diversi affioramenti, in particolare tra quelli più lontani tra loro.

Nelle aree campionate sono stati raccolti complessivamente 288 taxa di cui 198 determinati a livello specifico. I gruppi più rappresentati sono stati i Molluschi Bivalvi e Gasteropodi e i Policheti. Il numero di taxa risulta confrontabile con quello raccolto da altri autori nell'ambito di altri studi (MIZZAN, 1992; GABRIELE *et al.*, 1999; CASELLATO *et al.*, 2005, 2007).

Il numero totale di individui per metro quadrato è risultato mediamente dell'ordine dei 400 ind./m² con i valori massimi raggiunti nella *tegnù* di Caorle di 1390 ind./m², tali valori sono comparabili con quelli ottenuti da CASELLATO *et al.* (2005, 2007).

La biomassa totale raccolta è risultata molto elevata; in alcuni affioramenti, come a Caorle, sono stati superati i 1000 g/m² in peso secco in alcune stazioni del transetto CAO_01 per le sole specie coloniali.

L'analisi dei principali indici biotici ha evidenziato come le macrofaune degli affioramenti al largo siano caratterizzate da maggiore ricchezza specifica e diversità di forme coloniali, mentre le *tegnù* più vicine a riva possiedono maggior ricchezza e diversità di organismi non coloniali.

I valori di diversità (indice di Shannon), compresi tra 3.4 e 4.4, sono confrontabili con quelli misurati nell'ambito di altri studi (GABRIELE *et al.*, 1999) e sottolineano la grande biodiversità di questi ambienti. Tale biodiversità è evidenziata se viene confrontata con i valori misurati in ambiente lagunare, dove le specie censite diminuiscono e i valori dell'indice di Shannon sono mediamente inferiori; solamente nelle aree con presenza di prateria di fanerogame si avvicinano a quelli misurati nelle *tegnù* (MAG.ACQUE - SELC, 2005).

Particolarmente rilevante è risultato il contributo in biomassa delle grandi colonie di organismi filtratori rappresentate principalmente dalle spugne e dalle sinascidie (ascidie coloniali). E' evidente l'importanza di questo gruppo di organismi; alcune specie, infatti, possono colonizzare e ricoprire vaste estensioni del substrato a scapito di altri taxa, soprattutto della componente algale. La competizione per lo spazio risulta quindi fortemente influenzare lo sviluppo di alcune specie piuttosto che di altre (DAYTON, 1971). E' anche vero che solamente di recente la comunità algale degli affioramenti è stata oggetto di studi approfonditi (CURIEL *et al.*, 2001; CASELLATO *et al.*, 2008).

In linea generale la composizione dei popolamenti è caratterizzata da una minor copertura algale rispetto ad altri ambienti del Coralligeno, dove la componente delle alghe calcaree, in particolare dell'associazione

Lithophyllo-Halimedetum tunae GIACCONE 1965, risulta fondamentale per la biocostruzione (PERES E PICARD, 1964; GABRIELE, 2007). La riconducibilità complessiva di questi biotopi, nella loro evidente diversificazione, ad un generico Coralligeno, appare pertanto poco precisa. Ad una minore produzione primaria si contrappone però la forte presenza di organismi filtratori che riescono a metabolizzare grosse quantità di particolato organico immesso nel sistema e proveniente dalla costa. Questo gruppo trofico riesce a rendere questi ecosistemi altamente produttivi fungendo da condensatore di energia, che viene convertita in biomassa e che altrimenti sarebbe dispersa e non più recuperabile.

Se da un lato però questa enorme fonte di energia risulta molto utile in un sistema in cui la produttività primaria macroalgale è limitata, d'altro canto l'accumulo di sostanza organica nel fondo e gli elevati tassi di sedimentazione possono risultare essere fattore limitante per lo sviluppo di alcune specie. Ad esempio sembra che tra le ascidie coloniali *Polycitor adriaticus* riesca a resistere di più ai tassi di sedimentazione rispetto ad *Aplidium conicum*, grazie alla capacità della colonia di contrarsi e di chiudere i sifoni inalanti dei singoli individui, evitando così l'intasamento dei cestelli branchiali (TURON & BACERRO, 1992; MOLIN *et al.*, 2003). *Aplidium*, invece, non sembra in grado di resistere agli elevati tassi di sedimentazione presenti in alcune aree vicine a riva, dove la sua numerosità diminuisce sensibilmente (GABRIELE *et al.*, 1999). Spesso, inoltre, questa specie tende a colonizzare con grosse colonie di colore arancio le pareti laterali e/o le porzioni di affioramento più elevate e più esposte alle correnti (osserv. pers) Fig. 31.

Le capacità adattative di alcuni Ascidiacei nei confronti delle caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua sono da porre in relazione alle differenti strategie ecologiche adottate (forme pioniere, solitarie e coloniali) e alla diversa capacità selettiva di filtrazione del particolato organico sospeso. Alcune specie, infatti, sono in grado di resistere agli alti tassi di sedimentazione.

Osservazioni simili sono state svolte da NARAJO *et al.*, (1996) in base a ricerche effettuate nella baia di Algeciras, nella Spagna meridionale. E' stata evidenziata l'utilità di alcune specie di Ascidiacei quali bioindicatori rispetto ad alcuni fattori idrologici come le concentrazioni di solidi sospesi totali e di particolato di origine organica nella colonna d'acqua. Gli autori hanno suddiviso le specie in base alla loro tolleranza alle diverse concentrazioni di particolato.

Se si confrontano le specie raccolte negli affioramenti nell'ambito di questo studio con quelle elencate da NARAJO *et al.*, (1996) è possibile osservare come alcune, classificate come *regressive* cioè non tolleranti, siano più abbondanti nelle *tegnù* più lontane dalla costa, dove le condizioni ambientali sono migliori: minore concentrazione di materiale in sospensione, minori tassi di sedimentazione, minore effetto dell'idrodinamismo per il maggior battente presente.

Da questo studio è emerso inoltre che molte specie non

coloniali (Bivalvi e Gasteropodi, Policheti ecc.) presentano una minor abbondanza di individui nelle *tegnùe* più lontane dalla costa e alcune specie, più legate ad ambienti di transizione lagunari, risultano assenti. Tale fenomeno è speculare rispetto a quello descritto per i grandi organismi coloniali (Poriferi e Ascidiacei) che si concentrano nelle aree al largo.

Gli affioramenti di Caorle e Malamocco possiedono una maggior ricchezza specifica e maggiori abbondanze di forme non coloniali. La loro maggior vicinanza alla costa e alle aree lagunari influisce probabilmente sulla capacità di reclutamento di forme larvali provenienti da queste aree dove sono presenti specie con maggiore affinità per gli ambienti lagunari e costieri. In tal senso il Nord Adriatico potrebbe fungere come una grande area di transizione tra le estese zone lagunari e deltizie della pianura padana e gli ambienti prettamente mediterranei delle coste centrali e meridionali di questo mare.

Le caratteristiche chimico fisiche delle acque, concentrazione di nutrienti e di materiale in sospensione si modifi-

cano man mano che ci si allontana dalla costa e ci si spinge al largo. Mentre le masse d'acqua lagunari e deltizie hanno caratteristiche fortemente eutrofiche, procedendo verso il largo si passa a condizioni di mesotrofia fino ad arrivare a condizioni di oligotrofia sostanzialmente paragonabili a quelle del resto del bacino Mediterraneo. Tale gradiente svolge ragionevolmente un attivo ruolo nel determinare la distribuzione dei popolamenti animali.

Le comunità animali delle *tegnùe* sono quindi il frutto di lunghi e complessi meccanismi inter- e intraspecifici che coinvolgono l'autoecologia delle specie, ma soprattutto la sinecologia dell'intero ecosistema (MOLIN *et al.*, 2006) come, in generale anche per tutti gli ambienti del Coralligeno (GIACCONE & DI MARTINO, 1997). Le strategie evolutive e il loro successo sono strettamente legate alle caratteristiche edafiche, morfologiche, dimensionali e tipologiche dei singoli affioramenti e chimico-fisiche delle masse d'acqua. Ciò si ripercuote sulla diversificazione distributiva delle specie e sui rapporti tra di esse e con i principali fattori ambientali.



Fig. 31 - Colonie di *Aplidium conicum* e di *Polycitor adriaticus* fotografate nella *tegnùe* D'Ancona

Comunità macrozoobentonica di substrato incoerente

Andrea Rismondo, Emiliano Molin, Giuseppe Pessa

Introduzione

L'area di indagine e la comunità bentonica

Lo sforzo e le risorse dell'indagine sono stati indirizzati ad un approccio comparativo finalizzato alla descrizione qualitativa e quantitativa degli ambienti considerati, che ha ricompreso, oltre alla comunità macrozoobentonica e macrofitobentonica delle *tegnùe*, anche la comunità bentonica di substrato incoerente. Per verificare eventuali influenze e interazioni determinate dalla presenza degli affioramenti sulle comunità animali dei substrati incoerenti circostanti è stato infatti predisposto un ampio piano di campionamento sui fondi prossimi agli affioramenti. A questo scopo, utilizzando il complesso dei risultati dei rilievi acustici, sono stati identificati una serie di transetti di campionamento sul substrato incoerente, a partire dal margine esterno dell'affioramento ed in allontanamento da esso, secondo uno schema ripetuto nei diversi siti di indagine. Lo spirito, come detto, nasce dalla volontà di verificare i rapporti, in termini di biomassa, abbondanza e struttura dei popolamenti, tra affioramento vero e proprio e fondo incoerente circostante e determinare l'estensione di tale effetto di interazione con le comunità circostanti di substrato mobile allontanandosi dalle *tegnùe*. Questo, sapendo che l'interfaccia tra i due compartimenti non è spesso definita, anzi spesso non lo è dal momento che le *tegnùe* "terminano" con una caduta delle quote lenta o drammatica e con una irregolare rarefazione delle strutture affioranti, caso per caso. I fondi circostanti, poi, spesso si avvantaggiano dell'innesco di processi di deposizione ed accumulo risultando talvolta particolarmente consolidati da un mix favorevole di detrito grossolano e fine e organismi biocostruttori. Tutte le aree, nella generalità dei casi indagati, presentano uno strato di materiale a componente fine, dello spessore variabile tra pochi decimi di millimetro fino a qualche millimetro nei casi e nei momenti meno favorevoli che costituisce una frazione in equilibrio tra consolidamento e mobilitazione in dipendenza di diversi fattori meteomarinari.

Il rapporto tra la *tegnùe* ed aree circostanti deve tenere conto che se da un lato è lecito caratterizzare gli affioramenti veri e propri come centri di attrazione e nuclei di innesco per la complessazione delle comunità e per l'incremento dei valori di biodiversità, dall'altro non va dimenticato che i popolamenti dei substrati incoerenti – nord adriatici in genere e circostanti le *tegnùe* nello specifico – presentano comunque interessanti abbondanze e varietà delle specie presenti e anche se talvolta possono evidenziare una certa banalità e monotonia, non sono certamente da considerare poveri.

Materiali e metodi

La campagna per il substrato incoerente, caratterizzata dal prelievo di sedimento superficiale in aree di fondo molle prossime agli affioramenti rocciosi, è stata condotta in sostanziale contemporaneità con quella dedicata al prelievo sui substrati duri.

In *Fig. 1* viene evidenziata l'ubicazione delle aree di indagine, all'interno delle quali è visibile (pallino verde) la posizione degli affioramenti principali oggetto delle campagne batimetriche di precisione e dei campionamenti biologici e chimico-mineralogici.

La campagna di substrato incoerente, prevista su 60 stazioni di campionamento, è stata condotta nel periodo compreso tra il 13 settembre e il 16 ottobre 2005. Sono state individuate ed investigate tutte le 60 stazioni di campionamento previste, distribuite nelle 7 aree di indagine secondo il seguente schema:

- 9 nella *tegnùe* Caorle,
- 23 nella *tegnùe* D'Ancona,
- 8 nella *tegnùe* Malamocco,
- 8 nella *tegnùe* Sorse,
- 4 nella *tegnùe* Venezia,
- 4 nella *tegnùe* Cavallino Vicina,
- 4 nella *tegnùe* Cavallino Lontana.

Ad ogni stazione è corrisposto il prelievo di un campione, costituito da quattro repliche identiche. Il prelievo è stato eseguito mediante utilizzo di sordona idraulica. Su tutti i campioni raccolti sono state eseguite determinazioni di laboratorio finalizzate all'individuazione dei taxa componenti la comunità macrozoobentonica. Su 48 delle 60 stazioni si è inoltre provveduto al prelievo di un'aliquota di sedimento per l'esecuzione dell'analisi granulometrica. I campionamenti sono stati curati da una squadra di subacquei, supportati da un biologo marino che ha collaborato alle operazioni assicurando la corretta ed intera applicazione delle procedure di rilievo e campionamento.

Tutti i punti di campionamento sono stati individuati su transetti distribuiti nelle diverse aree di affioramento ed in allontanamento da questi. I campioni sono stati ubicati su punti a distanze standard dal margine delle *tegnùe* di 5 – 25 – 50 – 75 – 100 metri, o su solo alcuni di questi.

L'attività di campionamento è consistita nell'infissione di un anello metallico di 40 cm di diametro nel sedimento della prima delle quattro repliche costituenti il campione, per una profondità di 20 cm. All'infissione è

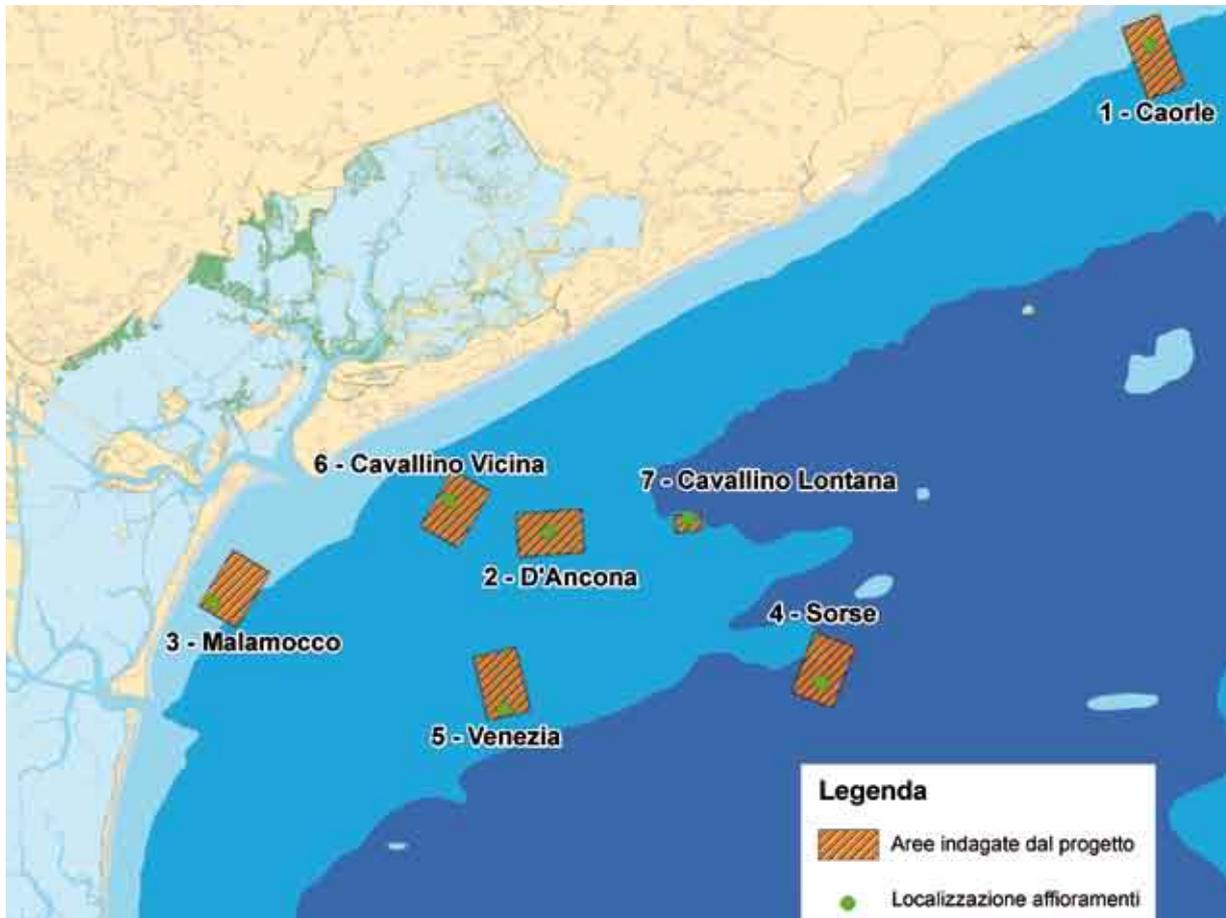


Fig. 1 - Aree di indagine interessate dalle campagne di campionamento su substrato incoerente e su substrato solido

seguita l'aspirazione del sedimento presente nell'area delimitata dall'anello per una superficie risultante di circa 1.250 cm² ed un volume di circa 25 litri, con sordona idraulica dotata di sacco con maglia a luce di 1 mm (Fig. 2). Al termine dell'aspirazione il sacchetto retato è stato asportato e collocato, per una sicura identificazione, unitamente ad un contrassegno di etichettatura di materiale plastico all'interno di un sacchetto robusto. Il campione, infine è stato riposto all'interno di una cesta presente sul fondo e collegata con una sagola ad una boa in superficie. L'attrezzatura è stata quindi spostata sul punto di campionamento corrispondente alla seconda replica e sono state ripetute le attività di campionamento con le stesse modalità sopra descritte. Una volta a bordo dell'imbarcazione, il campione è stato trattato con soluzione narcotizzante per evitare la contrazione di alcuni organismi. Lo stoccaggio temporaneo è stato realizzato a bordo dell'imbarcazione stessa, avendo cura di refrigerare al meglio i campioni fino al loro trasferimento al laboratorio di analisi dove sono stati congelati (-20°C) per una duratura conservazione.

Risultati

Il campionamento della comunità macrozoobentonica di substrato incoerente ha portato alla raccolta di 240 campioni in 60 punti, con 4 repliche per punto, nelle aree sabbiose circostanti le sette aree rocciose; ciascun campione è stato raccolto da un'area di superficie pari a 0.125 m².

Gli organismi sono stati divisi in coloniali e non coloniali. Per i primi sono stati ricavati i valori di copertura superficiale e di biomassa in peso umido e peso secco, mentre per i secondi sono stati calcolati i valori di abbondanza come n° di ind. per campione e di biomassa in peso umido e peso secco. La componente di organismi coloniali è risultata essere minima in numero di specie per cui le elaborazioni statistiche sono state effettuate sulle abbondanze degli organismi non coloniali e sui valori di biomassa di tutti gli organismi, trascurando i valori di copertura. In Tab. 1 si riportano tutti i taxa riscontrati nei campioni di substrato incoerente, raggruppati in coloniali e non coloniali.



Fig. 2 - Fasi del campionamento – Infissione dell'anello metallico (Ø 40 cm) nel sedimento ed aspirazione del sedimento con la sorbona idraulica. La foto centrale ritrae il sommozzatore nel prelievo delle carote di sedimento per le analisi granulometriche

Taxa	Abbreviazione	Taxa non coloniali	Taxa coloniali
Antozoi	ANT	ANT	
Briozoi	BRY		BRY
Cefalocordati	CEP	CEP	
Crostacei Arpacticoidi	CRA	CRA	
Crostacei Decapodi	CRD	CRD	
Crostacei Leptostraci	CRL	CRI	
Crostacei Isopodi	CRI	CRL	
Crostacei Misidiacei	CRM	CRM	
Crostacei Ostracodi	CRO	CRO	
Crostacei Tanaidacei	CTA	CTA	
Crostacei Cumacei	CUM	CUM	
Echinodermi	ECH	ECH	
Idrozoï	HYD		HYD
Molluschi Bivalvi	MLB	MLB	
Molluschi Gasteropodi	MLG	MLG	
Molluschi Poliplacofori	MLP	MLP	
Molluschi Scafopodi	MLS	MLS	
Nemertini	NEM	NEM	
Policheti	POL	POL	
Poriferi	POR		POR
Sipunculidi	SIP	SIP	
Priapulidi	PRI	PRI	
Tunicati*	TUN	TUN	TUN
Vertebrati**	VTR		

* taxa per i quali alcune specie sono considerate coloniali ed altre non coloniali

**questo gruppo non è stato incluso nelle elaborazioni svolte poiché raccolto accidentalmente

Tab. 1- Suddivisione degli organismi in taxa coloniali e non coloniali

Analisi della similarità tra i campioni

Un primo esame sulle caratteristiche delle comunità esistenti e sulle loro eventuali variazioni alle diverse distanze dagli affioramenti lungo i transetti e tra i campioni raccolti nelle diverse aree è stato condotto attraverso l'analisi di similarità tra i campioni raccolti.

Se infatti i risultati delle indagini relative ai substrati solidi confermano l'importante funzione dell'affioramento nell'innescare e strutturare dinamiche di insediamento e il suo ruolo come sito di protezione e richiamo per numerose componenti biotiche, con un conseguente incremento del livello di biodiversità, rimane da verificare l'effettiva capacità della *tegnù* di influenzare ed in parte modificare le comunità circostanti di substrato incoerente. Tale ipotesi appare interessante sia perché potrebbe significare l'esistenza di complesse ancorché complicate relazioni tra la *tegnù* e le aree circostanti, sia perché sottenderebbe una capacità, per la *tegnù*, di svolgere una qualche funzione di strutturazione e/o complessazione delle comunità per un'area anche molto più vasta rispetto ai suoi limiti morfologici, più o meno precisi.

In effetti, le evidenze emerse e il corpo tutto delle osservazioni – ma la letteratura scientifica-tecnica e le informazioni del mondo della pesca e della subacquea più aggiornata lo dimostrano – indicano come l'interfaccia tra affioramento inteso come struttura rilevata e il fondo circostante non sia quasi mai un limite preciso ed esistano numerose situazioni simili ma non identiche che dipendono a loro volta dalle caratteristiche altimetriche, dalle forme e dalle dimensioni dei massi e delle lastrure e – non ultimo – dalla capacità del fondo esterno di organizzarsi a sua volta in dipendenza delle sue caratteristiche tessiturali, del tenore in sostanza organica, della presenza di propaggini o forme più sparse che digradano dalla *tegnù* verso l'esterno.

L'analisi a cluster, condotta sulle matrici di similarità ricavate dai dati medi di presenza/assenza e di abbondanza e biomassa per punto di campionamento (CORMACK, 1971; FIELD *et al.*, 1982) si è basata sull'ipotesi dell'esistenza di differenze significative tra campioni vicini e lontani lungo i transetti indagati; dell'esistenza cioè di un'influenza esercitata dalla *tegnù* sull'ambiente circostante che si manifesti come un gradiente in allontanamento o avvicinamento. La valutazione di tale ipotesi, affrontata mediante strumenti statistici, evidenzia, come già indicato più sopra, la presenza di numerosi fattori fisici e morfologici – quali l'eterogeneo schema strutturale degli affioramenti, l'assenza di un passaggio chiaro e regolare tra *tegnù* e fondo incoerente ed altri ancora – che impediscono lo stabilirsi di una graduazione e una regolarità di relazioni tra affioramento e comunità biotica dell'intorno. Se generalmente, per questo motivo, va sottolineata l'assenza di relazioni specifiche tra la presenza dagli affioramenti e le caratteristiche dei popolamenti circostanti man mano che ci si avvicina alla *tegnù* vera e propria (Fig. 3), è vero invece che in alcuni casi, come negli affioramenti più grandi (Caorle e

D'Ancona), sono stati evidenziati risultati statisticamente significativi indicanti un trend di diminuzione della biomassa e della abbondanza con l'allontanamento dai margini, quindi un possibile ruolo guida dell'affioramento nella creazione di un gradiente ecologico che si riflette sulla composizione e struttura dei popolamenti di substrato incoerente.

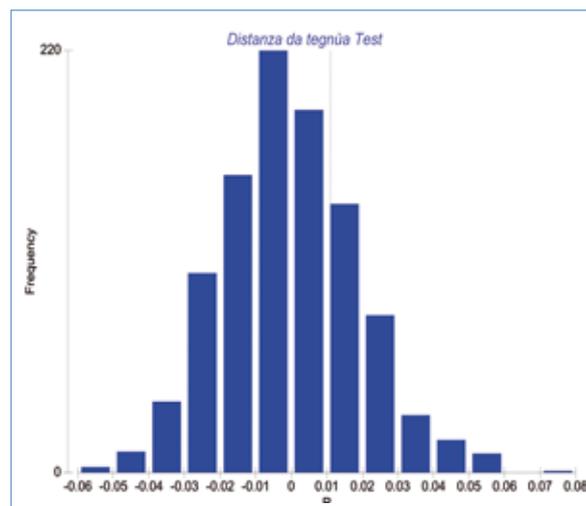


Fig. 3 - Risultati dell'Anosim test su tutti i campioni di substrato incoerente raccolti nelle aree circostanti le *tegnù*, con fattore discriminante distanza dall'affioramento

L'esistenza di complessi meccanismi intra- ed interspecifici e la forte variabilità nelle stesse caratteristiche principali degli affioramenti, quali dimensioni, struttura, elevazione e morfologia, possono spiegare le difficoltà nell'evidenziare comportamenti univoci per tutte le *tegnù* (Fig. 4).

Tale complesso di evidenze, non sempre univoche, fa ipotizzare un possibile ruolo del fattore elevazione dell'affioramento nell'instaurare possibili gradienti dei popolamenti dell'incoerente circostante: sembra infatti che negli affioramenti più elevati come Caorle, Sorse e D'Ancona ci sia un trend positivo di alcuni degli indici considerati, in avvicinamento alla *tegnù* mentre a Malamocco e nella *tegnù* Venezia, piuttosto basse, il trend è o assente o invertito – indicando cioè un progressivo decremento delle abbondanze e delle biomasse in allontanamento.

Il test ANOSIM non evidenzia, come detto, raggruppamenti in base alla distanza dall'affioramento come anche la analisi a cluster, se si tiene conto di tutte le repliche di tutti gli affioramenti. Operando una selezione delle repliche per singolo affioramento ed effettuando il test solamente su queste, si ottiene in alcuni casi un raggruppamento significativo in base alla distanza, ma tuttavia i valori di R sono sempre piuttosto bassi e non consentono di affermare univocamente l'esistenza di una netta relazione.

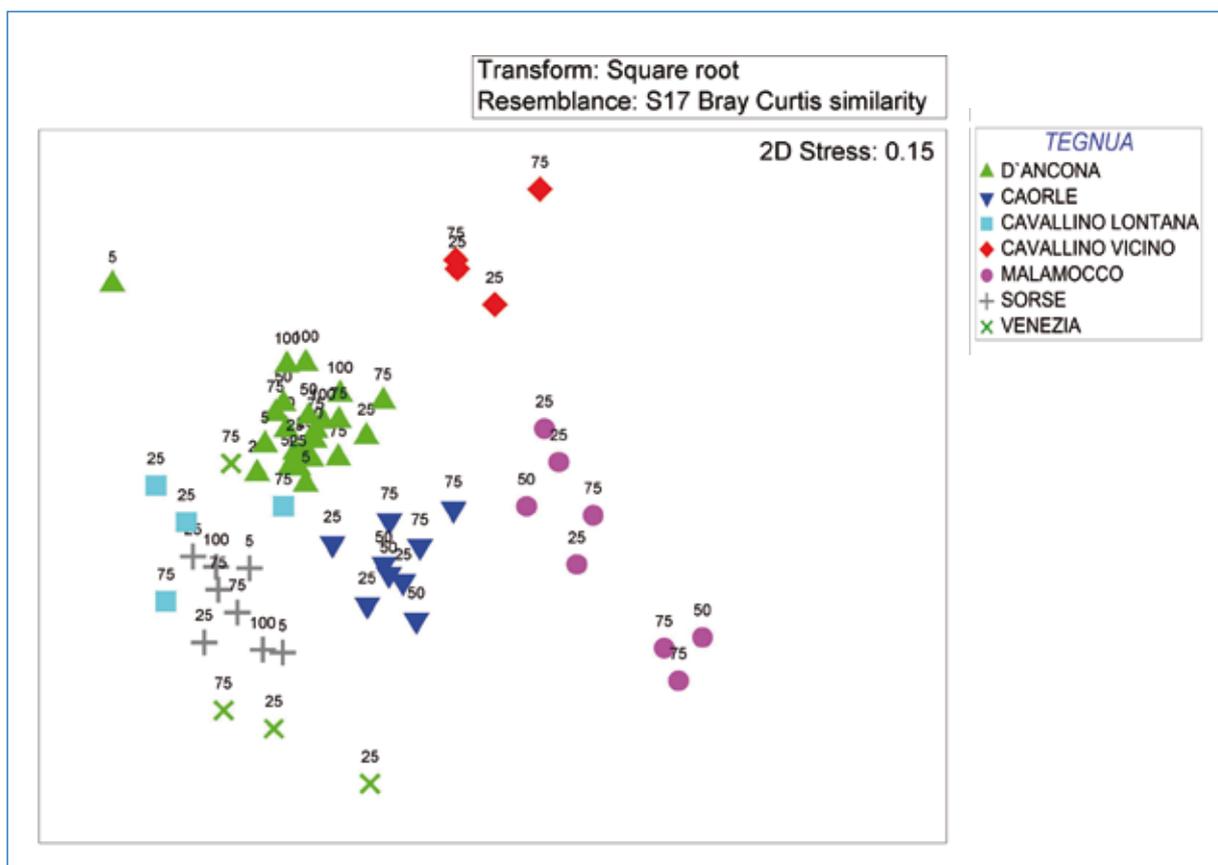


Fig. 4 - MDS ricavato dalla matrice di similarità di Bray-Curtis dai dati di abbondanza (medi per punto) con fattore discriminante distanza dall'affioramento

Ulteriori analisi, condotte al fine di verificare differenze complessive a livello di comunità circostanti le diverse *tegnùe*, evidenziano innanzitutto una discreta omogeneità all'interno dei campioni raccolti. Le stazioni di campionamento appaiono quasi sempre ben raggruppate per affioramento, elemento che può essere interpretato sia attribuendo un potenziale ruolo dello stesso affioramento nel caratterizzare le comunità di substrato mobile circostante, sia alle diversità caratterizzanti le diverse aree oggetto di indagine. Le specie rare svolgono un ruolo meno determinante delle specie più comuni nel differenziare le comunità campionate. Nel grafico di Fig. 4 evidenzia come il primo gruppo di punti di campionamento che si distingue da tutti gli altri sia rappresentato da quello corrispondente alla *tegnù* di Malamocco.

I punti di campionamento della stazione Cavallino Vicina, ancorché ben raggruppati tra loro, si distinguono come secondo gruppo omogeneo e separato rispetto agli altri, soprattutto nelle elaborazioni ricavate rispettivamente dai valori di abbondanza e biomassa in peso umido. I valori di similarità tra punti evidenziano il raggruppamento tra i transesti della *tegnù* D'Ancona, e quello tra le *tegnùe* del Sorse e Venezia. Nella Fig. 4 si evidenziano quattro gruppi di campioni che si differenziano in maniera evi-

dente (ad un grado di similarità compreso tra il 40% e il 45%); è possibile infatti ben distinguere il gruppo formato dai campioni delle stazioni D'Ancona e Cavallino Vicina, quello formato dai campioni del Sorse e Venezia, il gruppo di campioni raccolti nelle *tegnùe* di Caorle e Malamocco e infine i campioni della *tegnù* Cavallino Lontana che formano un gruppo separato da tutti gli altri.

In considerazione della mancanza di uno schema univoco a spiegare tali raggruppamenti lungo il litorale, è ragionevole ritenere che le forzanti abiotiche ed idromorfologiche in particolare, che contribuiscono a caratterizzare le comunità del substrato solido svolgano un ruolo analogo e corrispondente sulle comunità del substrato mobile.

Specie censite, gruppi sistematici e trofici

Nelle aree campionate sono stati raccolti complessivamente 368 taxa zoobentonici di cui 295 sono stati determinati fino al livello di genere e di questi 228 a livello di specie. La ripartizione del numero di taxa nelle diverse categorie sistematiche per *tegnù* è riportata in Fig. 5; da essa è possibile osservare che i Policheti sono il gruppo maggiormente rappresentato, seguito da Molluschi Bi-

valvi e Gasteropodi. Questi ultimi sono maggiormente presenti negli affioramenti più prossimi alla costa come Malamocco, Caorle e Cavallino Vicina.

I Policheti rappresentano il 34% delle specie seguiti dal 25% dei Bivalvi e dal 10% rispettivamente di Decapodi e Gasteropodi. La variabilità di questi ultimi è compresa tra il 5% della *tegnù*a del Sorse e il 13% della *tegnù*a di Malamocco.

La distribuzione degli individui nei diversi gruppi sistematici in termini di biomassa permette di osservare una significativa variabilità tra comunità dei substrati mobili circostanti i diversi affioramenti. I taxa che più contribuiscono nel differenziare tale distribuzione sono i Gasteropodi e i Bivalvi. I primi sono maggiormente presenti nelle *tegnù*e D'Ancona, Malamocco e Cavallino Vicina mentre i secondi predominano a Caorle, al Sorse, a Venezia e a Cavallino Lontana. La distribuzione del numero di individui nei diversi gruppi sistematici è riportata in Fig. 6. Da essa è possibile osservare una prevedibile costante preponderanza dei Policheti con valori percentuali che variano dal 39% (Cavallino Vicina) a 72% (Caorle) del totale. I Bivalvi sono il secondo gruppo più abbondante con percentuali comprese tra il 36% di Malamocco e 11% della *tegnù*a D'Ancona. Una componente maggiore di Crostacei Decapodi è stata riscontrata nella *tegnù*a Cavallino Lontana (13%) e di Echinodermi in Cavallino Vicina (11%).

I Gasteropodi sono maggiormente abbondanti nelle *tegnù*e Malamocco e Cavallino Vicina, mentre relativamente costante è risultata la presenza di Sipunculidi con valori compresi tra poco più dell'1% (Cavallino Lontana) a valori del 5% (*tegnù*a del Sorse).

Per quanto riguarda la ripartizione degli organismi nelle diverse categorie trofiche, le comunità sono state analizzate sia da un punto di vista della suddivisione del numero di taxa nelle diverse categorie, sia analizzando la distribuzione delle abbondanze nelle stesse categorie. In Fig. 7 sono riportati i grafici a torta con la suddivisione del numero di taxa per gruppo trofico di appartenenza. I taxa su cui è stato possibile determinare il gruppo trofico di appartenenza sono 234 su di un totale di 295 taxa; i 61 taxa non determinati sono stati raggruppati nel gruppo degli indeterminati (IND).

Dalla disamina della figura è possibile osservare come mediamente i carnivori siano il gruppo più rappresentato con valori compresi tra il 26% (*tegnù*a Venezia) e il 37% (*tegnù*a di Cavallino Vicina) dei taxa totali; a seguire il gruppo dei filtratori e dei sospensivori con valori compresi tra il 13% (*tegnù*a di Cavallino Vicina) e il 28-29% (*tegnù*e del Sorse e Venezia). Il terzo gruppo per importanza come numero di taxa è quello rappresentato dai detritivori, con valori compresi tra il 13% (*tegnù*a Cavallino Vicina) ed il 17% (*tegnù*e Cavallino Lontana, Venezia e Caorle). La presenza di questo gruppo risulta più abbondante nelle aree poste più al largo rispetto a quelle più prossime alla costa e nella *tegnù*a di Caorle. I limivori hanno una presenza costante del 4% dei taxa nelle *tegnù*e D'Ancona, Cavallino Lontana, Sorse e Venezia mentre sono più abbondanti nelle

*tegnù*e di Cavallino Vicina (8%) e Caorle (5%).

La ripartizione delle biomasse degli organismi nelle diverse categorie trofiche è riportata in Fig. 8 che descrive, nella globalità, una preponderante presenza, in termini di biomassa, degli organismi filtratori e sospensivori che rappresentano la gran parte della biomassa soprattutto nelle *tegnù*e più lontane (Sorse, Venezia e Cavallino Lontana) e nella *tegnù*a di Caorle.

Andamenti spaziali dei valori di abbondanza e di biomassa

Per quanto riguarda l'andamento areale dei dati di abbondanza, gli organismi sono stati raggruppati nei principali gruppi tassonomici e i rispettivi valori sono stati mediati per punto di campionamento.

L'abbondanza totale evidenzia che i campioni raccolti in alcuni punti di campionamento nei transetti delle *tegnù*e di Caorle e Cavallino Lontana e Sorse presentano i valori più elevati, (1300 ind/m² in una stazione della *tegnù*a Caorle). Per quanto riguarda i campioni raccolti in questa *tegnù*a, appare evidente dall'istogramma la presenza di un gran numero di Policheti; la specie più abbondante è *Aponuphis bilineata*, presente in buona quantità anche attorno agli altri affioramenti. I Policheti sembrano essere il gruppo tassonomico la cui variabilità sia interareale che tra aree diverse è maggiore, in particolare si può osservare la loro presenza minore in termini numerici nelle *tegnù*e di Malamocco e Cavallino Vicina. Queste due stazioni sono però caratterizzate dai valori più elevati per quanto riguarda la presenza di Molluschi Gasteropodi e Bivalvi.

La specie dominante la comunità a Gasteropodi di queste due aree è *Nassarius mutabilis*, specie indicatrice della biocenosi Sabbie Fini ben Calibrate comune nelle aree costiere.

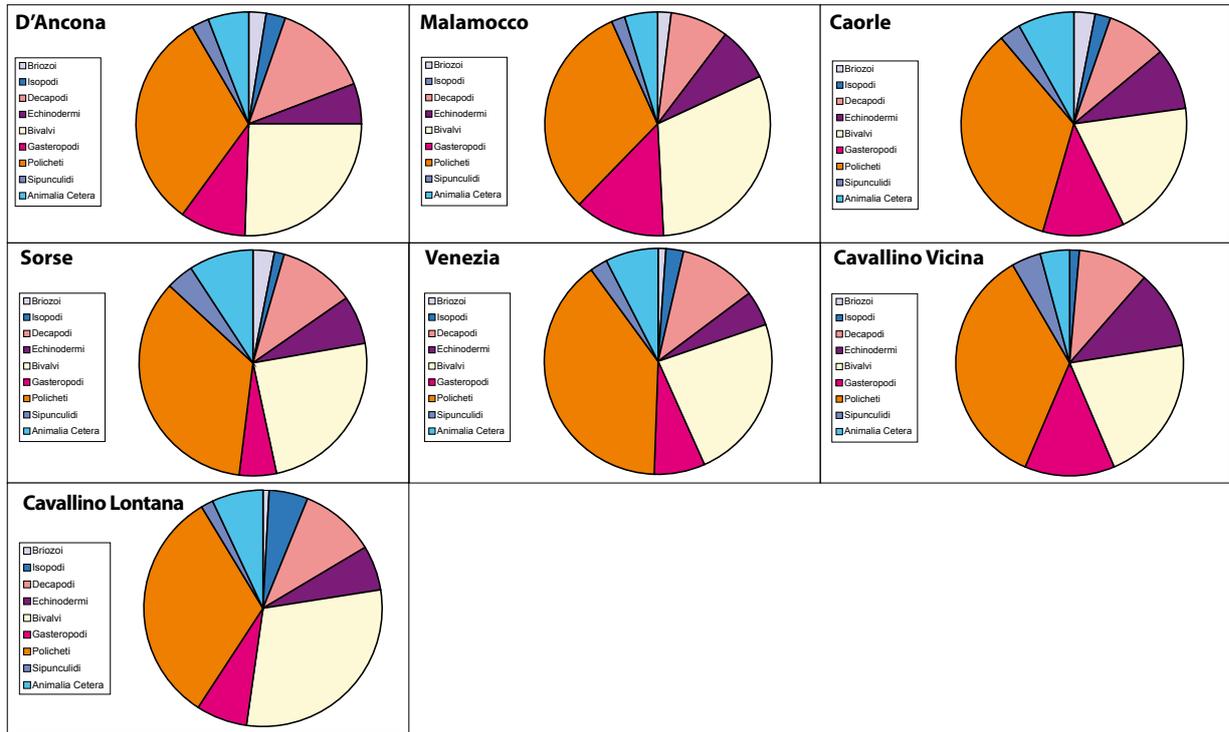


Fig. 5 - Ripartizione dei taxa nella categorie sistematiche principali

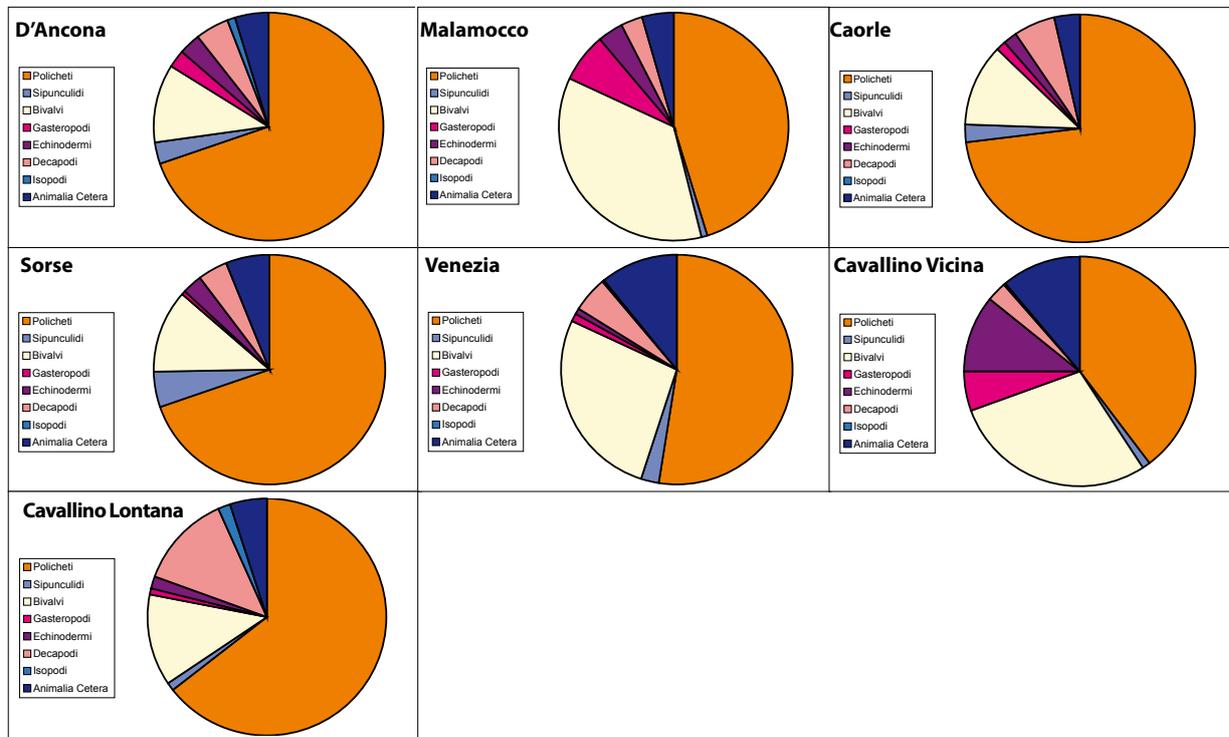


Fig. 6 - Ripartizione delle abbondanze degli organismi nelle principali categorie sistematiche

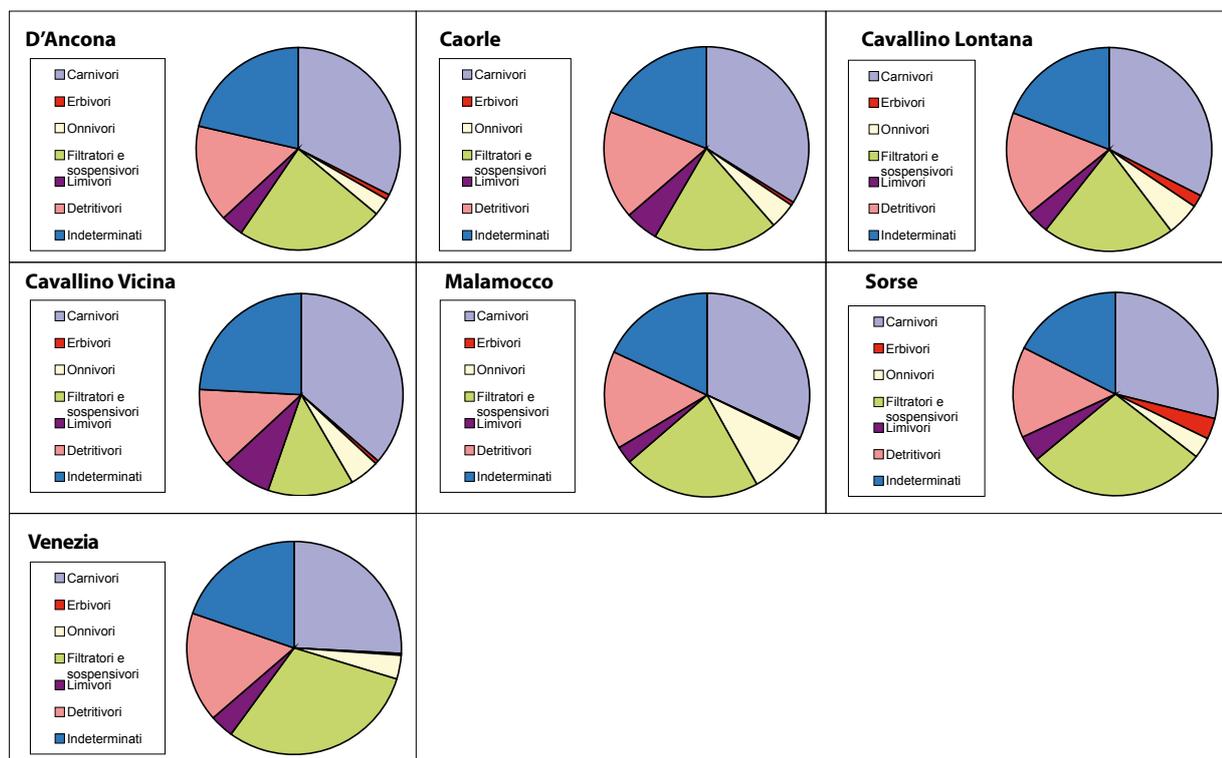


Fig. 7 - Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori)

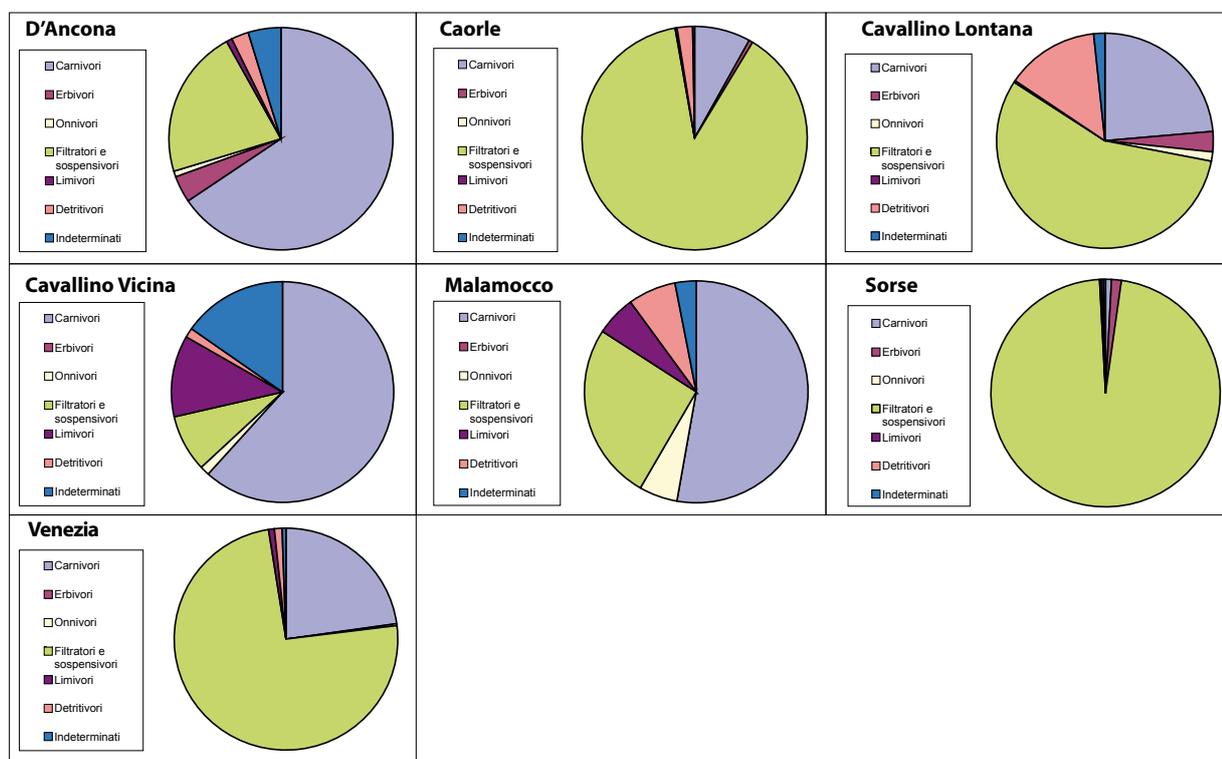


Fig. 8 - Distribuzione delle biomasse (peso secco) nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori)

Per ciò che concerne i Bivalvi, sono ancora queste due stazioni vicine alla costa che si distinguono per una loro maggior presenza in termini numerici, la specie *Abra alba* caratterizza, con le sue elevate densità, le aree campionate attorno alla *tegnù*a di Malamocco, mentre per Cavallino Vicina è *Lucinella divaricata* che raggiunge le maggiori densità.

I campioni raccolti nella *tegnù*a di Venezia presentano valori di abbondanza leggermente inferiori, compresi tra 375 e 807 ind./m²; le stazioni (punti) campionate nella D'Ancona hanno valori intermedi che raggiungono un picco di 1000 ind./m².

I dati di biomassa degli organismi sono stati raggruppati come biomassa totale e come biomassa dei principali gruppi tassonomici al fine di analizzarne gli andamenti spaziali per punto di campionamento.

La biomassa totale (media per punto campionato) evidenzia un andamento non sempre sovrapponibile, anzi talvolta opposto a quanto riscontrato per i valori di abbondanza, sia per quanto riguarda la biomassa umida che quella secca; infatti le stazioni del Sorse e Venezia presentano i valori più elevati assieme ai campioni raccolti nei transetti di Caorle.

Principali indici ecologici della comunità - Curve di k-dominanza e ABC comparison

Analogamente a quanto svolto per l'analisi dei dati di macrozoobenthos di substrato solido, anche per i campioni raccolti nei fondali sabbiosi delle immediate vicinanze gli affioramenti rocciosi sono stati calcolati i principali indici biotici, già descritti più sopra a proposito dell'analisi delle comunità di substrato duro. Come nel caso dell'analisi di similarità dei campioni, esaminata più sopra, l'obiettivo primario consiste nella verifica di particolari comportamenti delle comunità di substrato mobile lungo i tran-

setti e quindi eventuali ruoli attivi dell'affioramento nel determinare gradienti riscontrabili negli indici ecologici. Per quanto riguarda il numero di specie raccolto all'interno dei singoli transetti non sembra ci siano, nella globalità, differenze significative tra i punti dei transetti. Analogo comportamento viene segnalato dall'indice di Margalef, essendo legato al numero di specie raccolte. La *tegnù*a D'Ancona segue tuttavia un andamento diverso e gli indici ecologici segnalano prevalentemente comportamenti differenti per i diversi punti campionati. Le differenze riscontrate in quest'area potrebbero essere messe in relazione alla presenza di fanghi rossi nelle sue immediate vicinanze già osservati nell'ambito di altri studi (MOLIN *et al.*, 2009b; tale presenza è stata evidenziata infatti durante le operazioni di campionamento subacqueo da precise osservazioni effettuate dagli operatori).

In particolare, l'analisi per transetto degli indici di Margalef, di ricchezza specifica, di abbondanza totale e di biomassa totale con la differenziazione delle stazioni in base alla loro distanza dall'affioramento, evidenzia come per alcune *tegnù*e sia possibile osservare l'esistenza di trend specifici, mentre per altri tale esistenza non risulti. Malamocco, che risulta essere una *tegnù*a caratterizzata da elevazione molto limitata e morfologia molto discontinua, non evidenzia alcun trend significativo. Per Caorle (Fig. 9), i due transetti mostrano trend positivi in avvicinamento, come descritto nel paragrafo precedente. Uguale andamento è riscontrabile per i due transetti del Sorse (Fig. 10), che evidenziano un trend positivo per abbondanza totale e biomassa. Nel caso della *tegnù*a D'Ancona (Fig. 11) la situazione è più sfumata, dal momento che in alcuni transetti è riscontrabile un trend positivo per l'indice di ricchezza specifica (si veda la mappa di Fig. 12) trend che risulta meno evidente dall'osservazione degli istogrammi relativi.

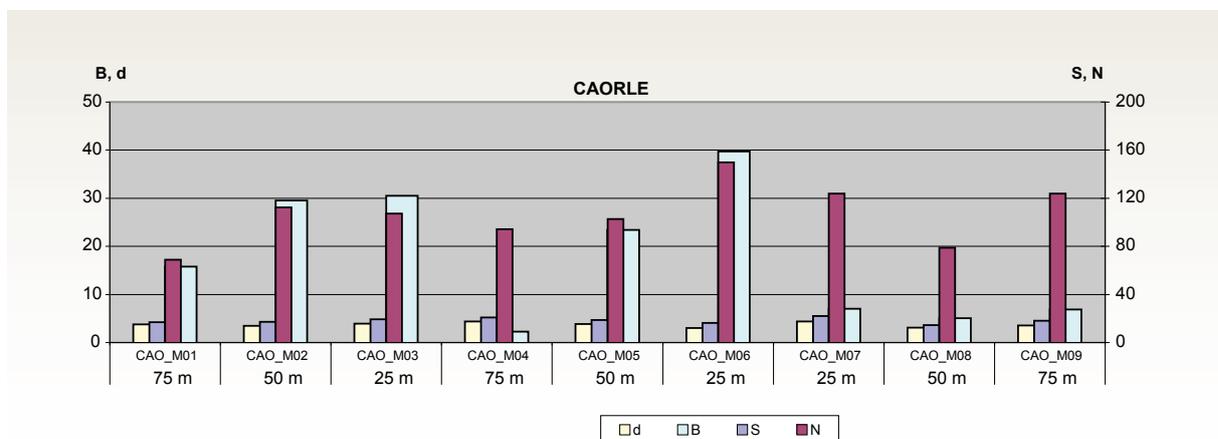


Fig. 9 - Valori medi di ricchezza specifica, abbondanza e biomassa degli organismi e valori medi dell'indice di Margalef per stazione nei tre transetti campionati nell'affioramento Caorle

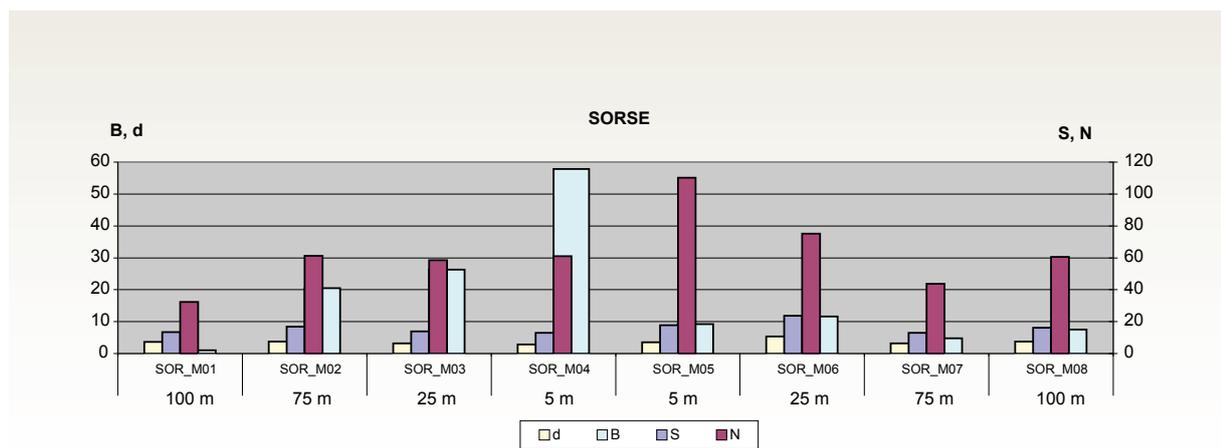


Fig. 10 - Valori medi di ricchezza specifica, abbondanza e biomassa degli organismi e valori medi dell'indice di Margalef per stazione nei due transetti campionati nell'affioramento Sorse

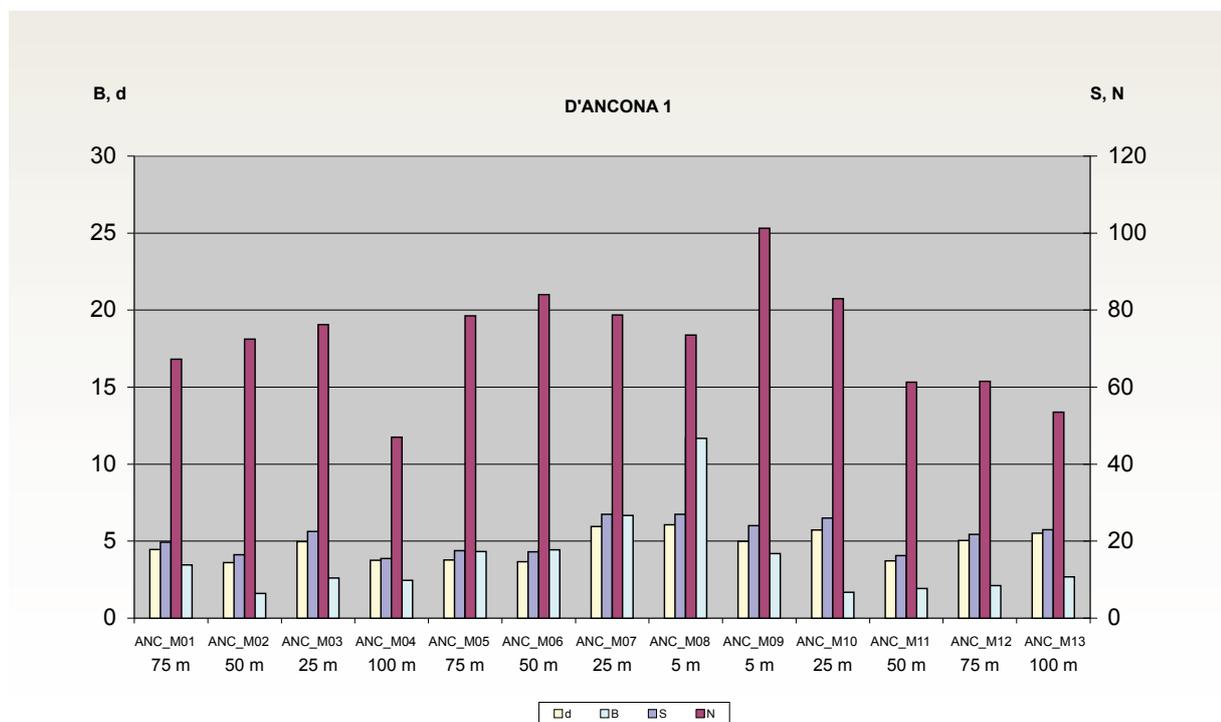


Fig. 11 - Valori medi di ricchezza specifica, abbondanza e biomassa degli organismi e valori medi dell'indice di Margalef per stazione in tre transetti campionati nell'affioramento D'Ancona

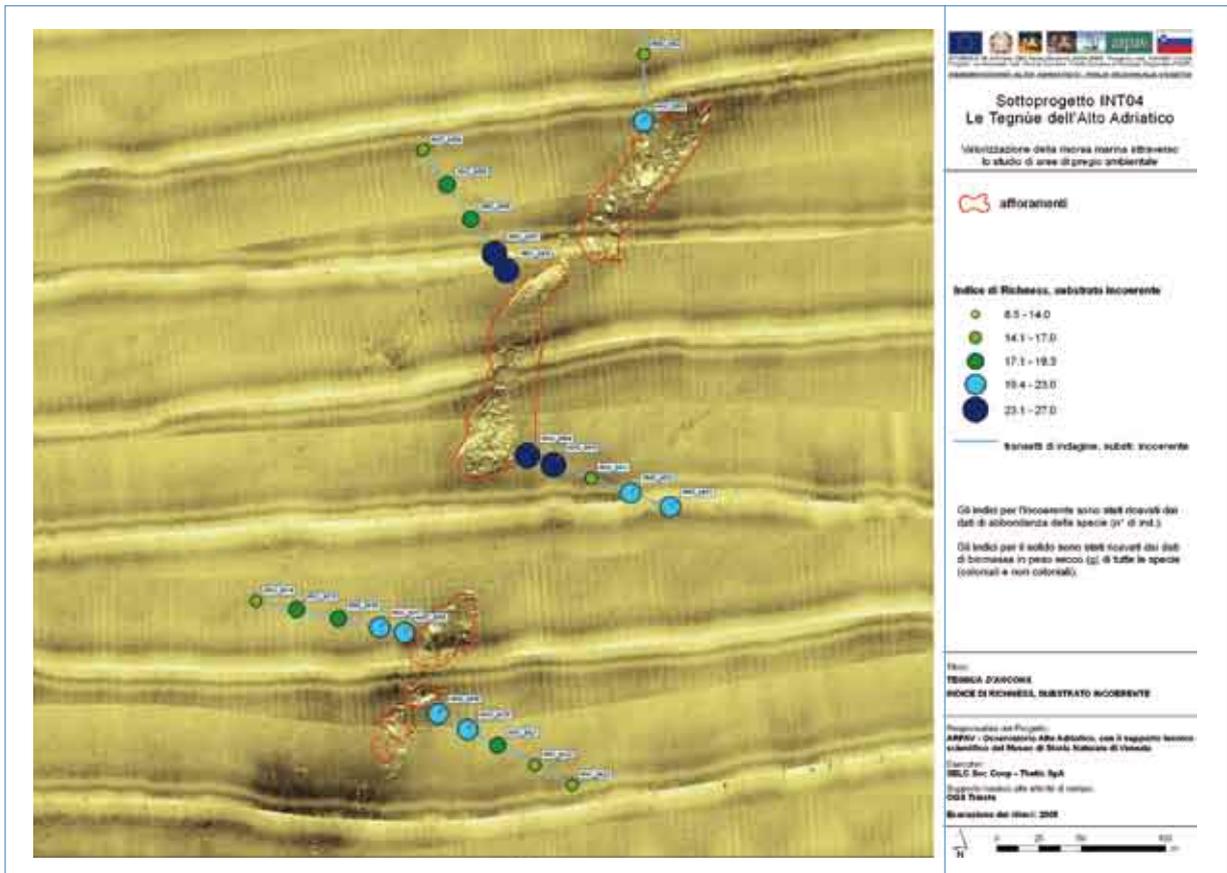


Fig. 12 - Valori medi dell'indice di Margalef per stazione nei trasetti campionati nell'affioramento D'Ancona



Fig. 13 - Il bordo esterno di affioramento offre anfratti e tane ideali rifugio per molto specie ittiche

Per un'ulteriore analisi tra le diverse aree, è stato condotto il calcolo degli indici biotici sui dati di abbondanza delle specie non coloniali. Il numero medio di specie raccolte per punto di campionamento evidenzia come i valori più elevati si riscontrino tra i campioni raccolti nelle *tegnùe* D'Ancona, Sorse e Cavallino Lontana, mentre per quanto riguarda le abbondanze totali queste appaiono mediamente più elevate nella *tegnùe* di Caorle e in Cavallino Lontana, tuttavia la loro variabilità risulta piuttosto elevata all'interno delle *tegnùe* e degli stessi transetti. L'indice di Margalef segue gli andamenti del numero di specie presenti, anche in considerazione dell'omogeneità nel numero di repliche per punto di campionamento e evidenzia come i valori più elevati siano raggiunti dai campioni raccolti nell'area della *tegnùe* D'Ancona.

Gli indici di equitabilità e dominanza (Pielou e Simpson) presentano una distribuzione più bilanciata degli individui tra le specie per le aree confinanti con l'affioramento di Malamocco e Cavallino Vicina, mentre i valori più bassi di quest'indice si hanno nei fondali circostanti la *tegnùe* di Caorle.

Gli indici di diversità di Shannon e di rarefazione di Sanders presentano valori maggiori per i campioni raccolti nella D'Ancona e a Malamocco, in particolare la prima sembra presentare valori mediamente più elevati.

Le curve di dominanza e di k-dominanza calcolate sui dati di abbondanza e biomassa in peso secco, mediati per *tegnùe* (Fig. 14) evidenziano una maggiore domi-

nanza di specie ad elevata abbondanza nella *tegnùe* di Caorle la cui curva cumulativa si distacca dalle altre ed ha un'elevazione maggiore. Le *tegnùe* di Malamocco, Cavallino Vicina e Venezia presentano un andamento rappresentativo di una più equa distribuzione delle abbondanze.

L'analisi delle curve di abbondanza e di biomassa denominata "ABC" (abundance/biomass comparison) (WARWICK, 1986; WARWICK *et al.*, 1987), effettuata sulle curve ricavate dai dati di abbondanza e biomassa in peso secco delle specie non coloniali (Fig. 15) fornisce una chiara chiave di lettura delle curve e dei loro rapporti, interpretabili sulla base della distanza tra le curve (esemplificata dal valore dell'indice W-Warwick - CLARKE, 1990).

Il valore più elevato di W contraddistingue le comunità prossime alla *tegnùe* Venezia che confermerebbe essere caratterizzata da una comunità indisturbata come già indicato dall'elevato valore dell'indice relativo ai dati delle comunità di substrato solido. Anche per le *tegnùe* del Sorse e di Cavallino Lontana le curve di biomassa sono ben al di sopra di quelle ricavate dai dati di abbondanza delle specie.

Le *tegnùe* dove le curve di biomassa delle comunità di substrati incoerenti hanno un comportamento che in base all'elaborazione in oggetto indicherebbe la presenza di livelli di stress più elevati sono invece quelle di Cavallino Vicina, Caorle e soprattutto D'Ancona dove viene raggiunto il valore minimo di W pari a 0.109.

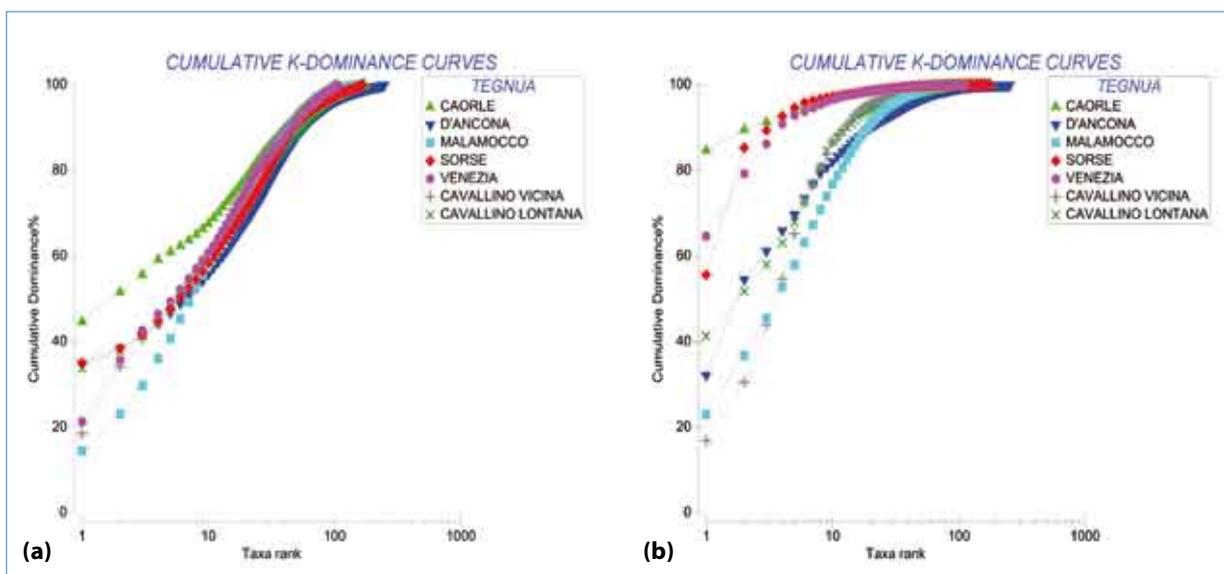


Fig. 14 - Curve di k-dominanza ricavate dai dati di abbondanza (a) e biomassa in peso secco (b) degli organismi per stazione

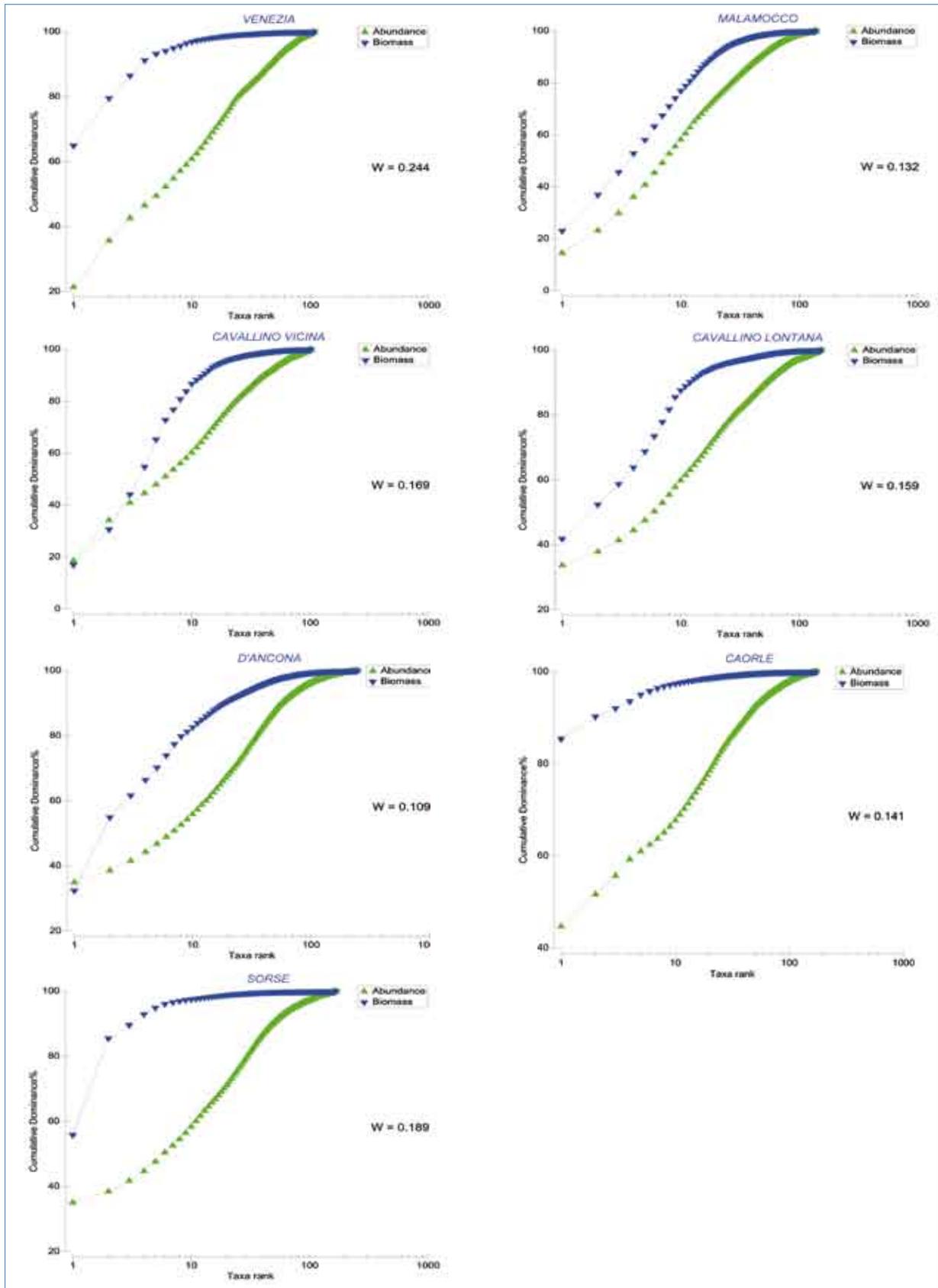


Fig. 15 - ABC comparison tra dati di abbondanza e di biomassa in peso secco degli organismi e valori dell'indice Warwick (W)

Analisi biocenotica delle comunità

Ai lavori di VATOVA (1936, 1946, 1949, 1966) sono seguiti numerosi altri studi qualitativi e quantitativi sui popolamenti bentonici dei fondali Adriatici tra i quali quelli di GAMULINBRIDA (1967, 1974), FEDRA *et al.*, (1976), OREL *et al.*, (1987), OTT (1991), ALEFFI *et al.*, (1995), BIDDITTU *et al.*, (2000), AMBROGI *et al.*, (2001). In particolare, attualmente in uso è la classificazione di bionomia bentonica proposta per il Mediterraneo da PÉRÈS E PICARD (1964) e PÉRÈS (1967), descrizione che conserva strette analogie con le analisi del Vatova e che sottolinea come sul lato occidentale dell'Alto Adriatico le biocenosi tendono a svilupparsi parallelamente alla costa, seguendo la successione dei vari tipi di substrato.

I dati del presente studio sono stati analizzati per verificare, per ciascuna stazione, quali siano le biocenosi della scuola cui appartengono i campioni raccolti.

I popolamenti indagati presentano specie esclusive e caratteristiche di diverse biocenosi dell'infraitorale e del circalitorale. La Tab. 2 è esplicativa delle sigle delle biocenosi, (sulla base della classificazione di Pérès e Picard) comprese le specie a "Larga Ripartizione Ecologica" a cui non è attribuibile un significato ecologico preciso (Fig. 16). Queste specie rappresentano in tutte le aree circostanti le *tegnùe* una componente predominante, con valori tra il 25 ed il 40% spiegabili con i notevoli disturbi di origine antropica (pesca in primis) che alterano la distribuzione naturale delle zoocenosi. Eliminando questa categoria, per meglio osservare a quali biocenosi possono essere attribuiti i popolamenti bentonici nei fondali circostanti le sette *tegnùe* studiate, emerge la generale buona appartenenza per due biocenosi della classificazione di Pérès e Picard: la biocenosi del Detritico Costiero (DC) e quella del-

le Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) seguite secondariamente dalla biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri. Questa rappresentazione è in linea con le indagini a più ampia scala condotte per i popolamenti alto Adriatici, che hanno evidenziato come aree a sedimenti fini, in aumento, si alternino a zone con correnti di fondo e sedimenti detritici (OREL *et al.*, 1987; OTT, 1991; ALEFFI *et al.*, 1995), indagini confermate dalla presenza del polichete *Aponuphis bilineata*, specie ubiquitaria, caratteristica del Detritico Fangoso (DE) e rinvenuta in discrete quantità in tutti i campioni. Le stazioni di substrato incoerente prossime alle *tegnùe* indagate si alternano tra condizioni sabbiose e condizioni detritiche.

Le stazioni più vicine alla *tegnùe* D'Ancona hanno una maggiore appartenenza con il Detritico Costiero ed allontanandosi sono più caratterizzabili dalle biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate. I sedimenti sono costituiti da sabbie limose con contributo in sabbie variabile tra il 35% ed il 60%. I fondali incoerenti attorno alla *tegnùe* di Caorle sono sensibilmente più sabbiosi, con la presenza dell'anfiosso, caratteristico delle biocenosi delle Sabbie Grossolane con Correnti di Fondo. Nella *tegnùe* di Cavallino Lontana i fondi si ripartiscono tra la dominanza delle SFBC e del DC. La distribuzione dei dati di granulometria indicherebbe una forzante idrodinamica dal largo verso terra intesa all'accumulo di sedimenti grossolani sopra corrente e fini sottocorrente. Le aree circostanti la *tegnùe* di Cavallino Vicina mostrano i più elevati valori di appartenenza per le biocenosi di sedimenti fangosi come il Detritico Fangoso (DE) e i Fanghi Terrigeni Costieri (VTC), essendo i più limosi tra quelli indagati. Tutti i dati relativi alle aree circostanti la *tegnùe* di Malamocco indicano prevalenza della biocenosi di SFBC. Per la forte presenza di *Owenia fusiformis* (Polichete)

Biocenosi	Pianobionomico	Nome	Substrato
AP	Infralitorale	Alghe Fotofile	solido/incoerente
C	Circalitorale	Coralligeno	solido
DC	Circalitorale	Detritico Costiero	incoerente
DE	Circalitorale	Detritico Fangoso	incoerente
HP	Infralitorale	Posidonieto - praterie di fanerogame	incoerente
SFBC	Infralitorale	Sabbie fini ben calibrate	incoerente
SFHN	Infralitorale	Sabbie Fini degli Alti Livelli	incoerente
SGCF	indipendente	Sabbie Grossolane con Correnti di Fondo	incoerente
SRPV	Infralitorale	Sabbie relativamente protette dal moto ondoso	incoerente
SVMC	Infralitorale	Sabbie fangose in mode calma	incoerente
VTC	Circalitorale	Fanghi terrigeni costieri	incoerente
MI	indipendente	Fondi mobili Instabili	incoerente
Lre		Larga ripartizione ecologica	
Sspr		Specie senza significato preciso	

Tab. 2 - Elenco delle Biocenosi a cui appartengono le specie caratteristiche ed esclusive rinvenute nei campioni di substrato mobile. Nota: le ultime due righe non si riferiscono a biocenosi ma a codifiche di specie

e di Bivalvi, questi popolamenti corrispondono alla zooeciosi a *Chamelea* ed *Owenia* descritti da Vatova, in cui però la presenza di *Chamelea* è quasi nulla, forse anche per effetto della pesca nell'area. I fondali attorno alla *tegnù*a Sorse sono francamente sabbiosi ed è stata individuata una percentuale elevata di appartenenza per il Detritico Costiero (DC) e per le biocenosi Sabbiose. La presenza dell'anfioso è concentrata nelle zone più prossime alla *tegnù*a indicando correnti di fondo ed assenza di particellato fine, come già osservato per la *tegnù*a di Caorle che con quella del Sorse presenta i maggiori valori di copertura e biomassa di Poriferi.

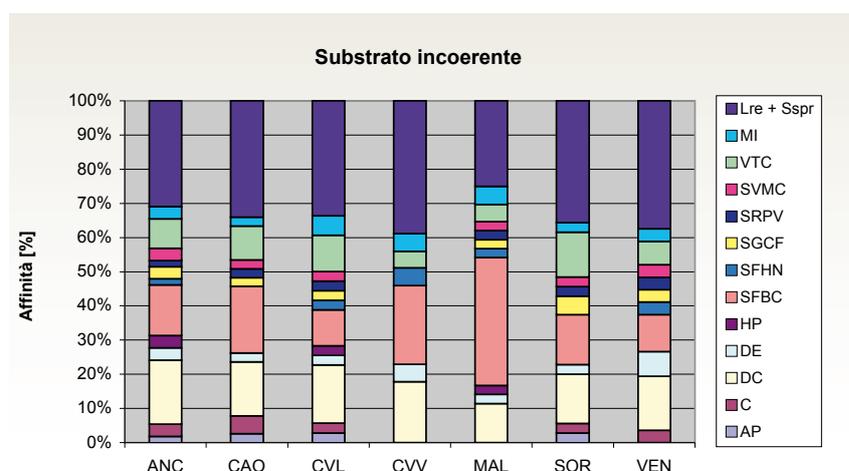


Fig. 16 - Inquadramento biocenotico delle comunità rinvenute nei fondali prossimi alle sette *tegnù*e studiate. Nella valutazione sono state incluse le specie a Larga Ripartizione Ecologica e Senza Significato Preciso

Relazioni tra la comunità bentonica di substrato incoerente e le variabili ambientali

L'incidenza dei singoli parametri ambientali sullo sviluppo delle biocenosi e sulla loro caratterizzazione non risulta sempre facile da definire. Nella globalità i risultati bentologici e le elaborazioni eseguite utilizzando i dati abiotici disponibili hanno messo in evidenza che la profondità, la posizione geografica e la distanza dalla costa influiscono sulle comunità degli affioramenti perché a loro volta mediano gli effetti relativi alle acque continentali, alle correnti, ai sedimenti sospesi e quindi alla torbidità in colonna o al fondo, agli impatti antropici. La minore o maggiore profondità degli affioramenti ha una rilevante importanza anche perché interagisce negativamente sui livelli di radiazione luminosa che giungono al fondo, indispensabili per la sopravvivenza della componente algale.

L'esistenza del gradiente mare-linea di costa, lungo il quale si sono raggruppate e ordinate le *tegnù*e indagate, può essere messa in relazione ai diversi livelli di apporti terrigeni provenienti dalle immissioni. Questi vanno ad incidere sulla componente algale variando, lungo il gradiente osservato, i diversi livelli di radiazione luminosa

al fondo o determinando una continua sedimentazione che ricopre i talli algali. Le specie responsabili di queste differenze sono anche quelle che hanno mostrato relazione positiva con i parametri ambientali.

Posizione dell'area di campionamento, profondità della colonna d'acqua, distanza dalla costa.

Per quanto riguarda l'importanza del fattore della posizione geografica, è risultato che Molluschi Gasteropodi e Bivalvi sono più abbondanti in prossimità della costa e a basse profondità; tali relazioni sono risultate statisticamente significative come anche la presenza di un maggior numero di Crostacei Decapodi nelle aree più lontane alla costa. I risultati ottenuti dalle correlazioni quindi confermano quanto già osservato per la comunità macrozoobentonica di substrato solido.

Caratteristiche granulometriche del sedimento.

L'analisi di correlazione effettuata tra i dati di abbondanza media dei punti di campionamento e le tre componenti granulometriche principali (% in sabbia ($\emptyset > 62.5 \mu\text{m}$), % in limo ($3.9 \mu\text{m} < \emptyset < 62.5 \mu\text{m}$), % in argilla ($\emptyset <$

3.9 μm) evidenzia la presenza di una relazione di alcuni taxa con la tipologia di substrato; ad esempio il Cefalocordato anfioso (*Brachiostoma lanceolatum*) è fortemente correlato alla presenza di sabbia nel sedimento e inversamente alla presenza di limo e argilla. Echinodermi, Gasteropodi, Scafopodi sono inversamente correlati con la presenza di sabbia e direttamente legati alla quantità di limo e argilla nel sedimento.

Se questo tipo di analisi sembra essere sufficientemente efficace per alcuni taxa, per altri quali i Policheti, i Decapodi e i Bivalvi non sono stati ottenuti valori significativi di correlazione con i parametri tessiturali del sedimento, trattandosi di gruppi molto ampi che comprendono organismi di varia valenza ecologica e che nel corso della loro evoluzione hanno saputo adattarsi ai diversi substrati.

Torbidità nella colonna d'acqua.

Per quanto riguarda l'eventuale correlazione dei risultati bentologici con i valori di torbidità, l'analisi di correlazione tra torbidità media (anni 2003 – 2006) delle aree di *tegnù*a e i valori di abbondanza di Policheti, Bivalvi, Gasteropodi, Sipunculidi, Echinodermi e Decapodi ha evidenziato l'esistenza di un'affinità tra Antozoi e la torbidità, mentre Tunicati, Poriferi e Decapodi presentano una correlazione inversa, similmente a quanto già rilevato per i substrati duri.

Dalla disamina dei risultati ottenuti emerge l'esistenza di alcune relazioni tra parametri ambientali e caratteristiche e struttura delle comunità animali; in particolare la comunità bentonica è apparsa differenziata in base alla distanza dalla costa ed alla profondità della colonna d'acqua. In modo minore, anche la torbidità al fondo sembra influire sulla presenza o assenza di alcuni taxa. I fattori più correlati alla distribuzione dei valori di abbondanza delle specie nei campioni sono la latitudine, la distanza dalla costa e la granulometria del sedimento. Le *Figg. 17 e 18* evidenziano la presenza di relazioni tra comunità e distanza dalla costa (fattore: stazioni vicine, intermedie e lontane) e la distribuzione delle stazioni di campionamento raggruppate con lo stesso fattore.

Tali relazioni sono in completo accordo con quanto risulta dalla medesima analisi effettuata sulla comunità macrozoobentonica di substrato solido. Infatti, anche per la comunità macrozoobentonica di substrato incoerente, la presenza dei Decapodi risulta correlata con la profondità e la distanza dalla costa essendo più abbondanti nelle aree al largo, (viene confermato il contributo della specie *Paguristes eremita* nel determinare questa relazione). I Bivalvi e i Gasteropodi risultano ancora più abbondanti nelle aree più prossime alla costa, risentendo maggiormente dell'effetto di arricchimento trofico determinato dagli apporti in sostanza organica dalle aree lagunari.

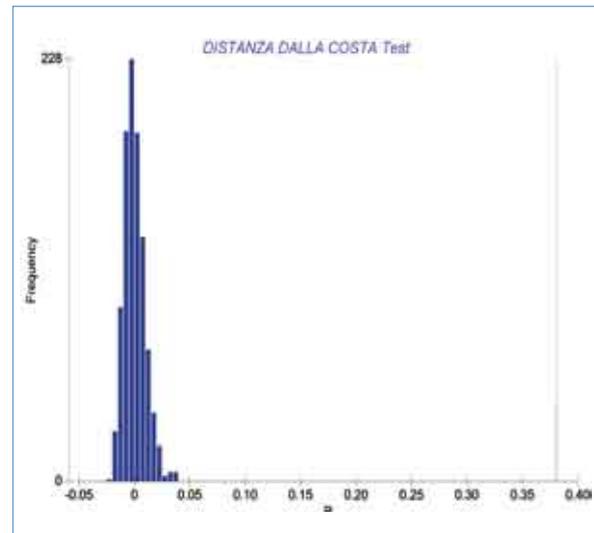


Fig. 17 - Analisi di similarità (ANOSIM) tra i dati di abbondanza dei campioni. Fattore discriminante: distanza dalla costa (tegnù: vicine, intermedie e lontane)

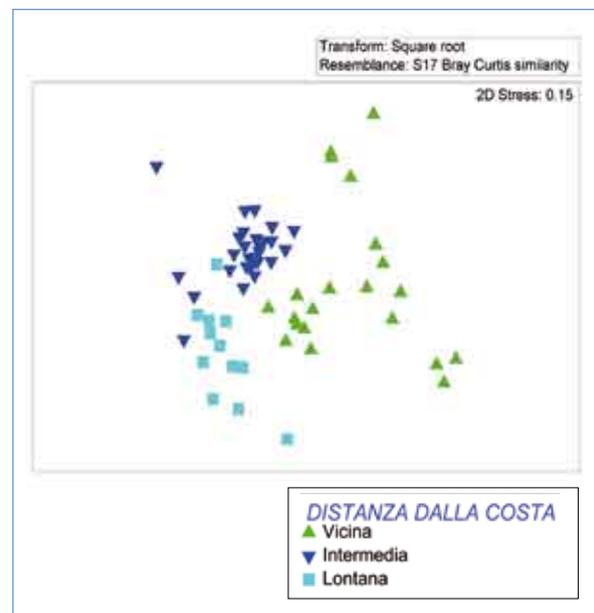


Fig. 18 - MDS dei valori di abbondanza dei punti di campionamento. Fattore discriminante: distanza dalla costa (tegnù: vicine, intermedie e lontane)

Conclusioni

L'indagine sui popolamenti di substrato incoerente circostanti gli affioramenti studiati ha permesso di individuare ben 368 taxa zoobentonici di cui 295 sono stati determinati fino al livello di genere e di questi 228 a livello di specie. I taxa che più contribuiscono nel differenziare la distribuzione del popolamento sono i Gasteropodi e i Bivalvi. La ripartizione delle biomasse degli organismi nelle diverse categorie trofiche descritte, nella globalità, una preponderante presenza, in termini di peso, degli organismi filtratori e sospensivori che rappresentano la gran parte della biomassa soprattutto nelle *tegnùe* più lontane (Sorse, Venezia e Cavallino Lontana) e nella *tegnùà* di Caorle. Per le abbondanze i campioni raccolti in alcuni punti di campionamento nei transetti delle *tegnùe* di Caorle e Cavallino Lontana e Sorse presentano i valori più elevati, (1300 ind/m² in una stazione della *tegnùà* Caorle). Per quanto riguarda l'importanza del fattore della posizione geografica, è risultato che Molluschi Gasteropodi e Bivalvi sono più abbondanti in prossimità della costa e a basse profondità.

I popolamenti indagati presentano specie esclusive e caratteristiche di diverse biocenosi dell'infralitorale e del circolitorale. Le specie a "*Larga Ripartizione Ecologica*" alle quali non è attribuibile un significato ecologico preciso, rappresentano in tutte le aree circostanti le *tegnùà* una componente predominante, riconducibile sia all'elevata eterogeneità ambientale di queste aree perimetrali sia, forse, ai sensibili disturbi di origine antropica (pesca in primis) che alterano la distribuzione naturale delle zoocenosi.

Gli affioramenti sono stati caratterizzati come veri e propri centri di attrazione e nuclei di innesco per la complessazione delle comunità e per l'incremento dei valori di biodiversità. Il rapporto tra affioramento ed aree circostanti appare invece legato a dinamiche piuttosto complesse sulle quali queste indagini si sono concentrate. Il ruolo guida delle *tegnùe* nella strutturazione di gradienti ecologici nelle loro immediate vicinanze - gradienti intesi all'incremento di biomassa e/o diversità specifica man mano che ci si avvicina alle strutture - dipende da numerosi fattori che si sovrappongono e che risultano difficilmente discriminabili. Da ultimo non va dimenticato che i popolamenti dei substrati incoerenti - nord adriatici in genere e circostanti le *tegnùe* nello specifico - presentano comunque interessanti abbondanze e varietà delle specie presenti e anche se talvolta possono evidenziare una certa banalità e monotonia, non sono certamente da considerare poveri.

L'ipotesi della verifica dell'effettiva capacità della *tegnùà* di influenzare ed in parte modificare le comunità circostanti di substrato incoerente è apparsa interessante anche perché sottende un ruolo di strutturazione e/o complessazione delle comunità per un'area anche molto più vasta rispetto ai suoi limiti morfologici, più o meno precisi.

I fattori fisici e morfologici nello specifico - quali l'eterogeneo schema strutturale degli affioramenti, l'assenza di un passaggio chiaro e regolare tra *tegnùà* e fondo incoerente ed altri ancora - impediscono l'identificazione di una graduazione e una regolarità di relazioni sempre presente tra affioramento e comunità biotica dell'intorno. È stato tuttavia possibile evidenziare in alcuni casi, come negli affioramenti più grandi (Caorle e D'Ancona), risultati statisticamente significativi indicanti un trend di diminuzione della biomassa e della abbondanza con l'allontanamento dai margini, quindi un possibile ruolo guida dell'affioramento nella creazione di un gradiente ecologico che si riflette sulla composizione e struttura dei popolamenti di substrato incoerente. Le dimensioni dell'affioramento sarebbero quindi un fattore determinante nell'instaurazione di queste relazioni.

In particolare, anche l'analisi per transetto degli indici di ricchezza specifica, di abbondanza totale e di biomassa totale con la differenziazione delle stazioni in base alla loro distanza dall'affioramento e l'analisi multivariata sul fattore distanza dall'affioramento, evidenzia come per alcune *tegnùe* sia possibile osservare l'esistenza di trend specifici, mentre per altri tale esistenza non risulti.

Profondità, posizione geografica e distanza dalla costa influiscono sulle comunità degli affioramenti perché a loro volta mediano gli effetti relativi alle acque continentali, alle correnti, ai sedimenti sospesi e quindi alla torbidità in colonna o al fondo, agli impatti antropici. Per quanto riguarda le condizioni di torbidità, una delle principali forzanti individuate, è stata l'esistenza di relazione di tipo favorevole tra alcuni gruppi sistematici come gli Antozoi e la torbidità, similmente a quanto già rilevato per i substrati duri. In effetti, anche se le analisi condotte non permettono una valutazione complessivamente positiva in tal senso, è emerso - più per alcuni affioramenti che per altri - un forte accordo tra comunità di substrato incoerente e di substrato solido. Infatti, per entrambe le comunità, la presenza dei Decapodi risulta correlata con la profondità e la distanza dalla costa essendo più abbondanti nelle aree al largo, (viene confermato il contributo della specie *Paguristes eremita* nel determinare questa relazione). I Bivalvi e i Gasteropodi risultano ancora più abbondanti nelle aree più prossime alla costa, risentendo maggiormente dell'effetto di arricchimento trofico determinato dagli apporti in sostanza organica di origine continentale e lagunare.



Fig. 19 - L'illuminazione artificiale del flash restituisce i brillanti colori alle ricchissime comunità biologiche delle tegnùe

Studio dei Popolamenti ittici della *tegnù* D'Ancona

Giuseppe Pessa, Emiliano Molin

Introduzione

Da sempre le *tegnù* sono note ai pescatori professionisti e sportivi per essere importanti punti di pesca, in quanto, spesso, sopra questi affioramenti e nelle loro immediate vicinanze si trovano apprezzabili popolamenti ittici. La valutazione della composizione specifica e della variazione stagionale della fauna ittica di interesse alienico sono fattori importanti nella conoscenza di questi ambienti in quanto permettono di comprenderne le potenzialità e valutarne la produttività. Per questo motivo ARPAV e la Regione Veneto hanno dedicato una linea di finanziamento allo studio dei popolamenti ittici di un affioramento "pilota", identificato nella *tegnù* "D'Ancona", indagati nel corso di otto campagne mensili di pesca scientifica (da gennaio a settembre 2005).

Materiali e Metodi

L'affioramento D'Ancona dista circa 4.5 miglia nautiche dalla costa del Cavallino; il fondale è compreso tra la profondità di circa 21 m in prossimità dei bordi dell'affioramento e di circa 16 m nel cappello della secca. La conformazione morfologica dell'affioramento permette alla *tegnù* di innalzarsi di alcuni metri dal fondale sabbioso; essa si presenta perciò ricca di cavità ed anfratti. La tecnica d'indagine utilizzata è stata la pesca con reti da posta (reti da imbocco monofilamento) di 1,40 m di altezza e con maglie di 30 e 50 mm, tecnica largamente utilizzata in ricerche di questo tipo e nello specifico in un precedente studio sulle *tegnù* (MAIO *et al.*, 2004). Il supporto nautico e tecnico alle attività di pesca è stato fornito da pescatori professionisti.

In ogni campagna di pesca sono state utilizzate 6 reti della lunghezza di 100 m ciascuna: quattro reti sono state poste all'interno dell'affioramento e due all'esterno (Fig. 1).

Delle 4 reti poste all'interno dell'affioramento, due avevano maglia di 30 mm e due maglia di 50 mm; in maniera analoga, le due poste esternamente avevano una maglia di 30 mm e l'altra maglia di 50 mm.

Le operazioni di ciascuna campagna sono state condotte tra il pomeriggio e la sera del giorno prescelto per il campionamento. Una volta salpate le reti, i pesci catturati sono stati raccolti in contenitori distinti, uno per ciascuna rete ed immediatamente conservati sotto ghiaccio fino al loro arrivo in laboratorio. Le analisi, condotte il giorno successivo, hanno interessato le specie ittiche

di interesse commerciale o comunque commestibili; in particolare è stata eseguita:

- la determinazione tassonomica;
- la rilevazione dei parametri biometrici (misura della lunghezza standard e totale);
- la rilevazione del peso di ogni singolo individuo catturato.

Risultati

Nelle 8 campagne sono state catturate complessivamente 24 specie di pesci e 6 di crostacei (Tab. 1); alcune di queste hanno un elevato pregio ambientale e commerciale, come la corvina (*Sciaena umbra*) e la mormora (*Lithognathus mormyrus*), già inserite nell'Annesso II dell'ASPIM, convenzione per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera del Mediterraneo (Protocollo di Barcellona, 1995) e nell'Allegato III della Convenzione di Berna (1979).

Anche tra i crostacei la presenza nell'area monitorata di esemplari di astice (*Homarus gammarus* - Fig. 6), specie inserita nell'allegato III della Convenzione di Berna sulla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (1979) e di esemplari del genere *Maja* conferma che in queste zone sono presenti specie con un alto valore naturalistico.

Confrontando le catture effettuate sul medesimo tipo di fondale con le due diverse reti (maglia di 30 mm e di 50 mm), è stato possibile osservare come gli attrezzi a maglia maggiore (50 mm) abbiano catturato le stesse specie ma in minore abbondanza di quelli a maglia minore (30 mm).

L'analisi quantitativa dei dati raccolti è stata fatta sia su base stagionale che su base areale: nel primo caso per evidenziare, laddove possibile, la stagionalità che caratterizza le diverse specie, nel secondo per mettere in luce la specificità dell'area di *tegnù* rispetto alla zona di mare ad essa adiacente.

L'inquadramento sistematico delle specie catturate è riportato in Tab. 1. Si può notare la prevalente presenza, sia in termini di numero di specie che di numero di individui, dell'Ordine dei Perciformes tra cui la Famiglia Sparidae è la più rappresentata.

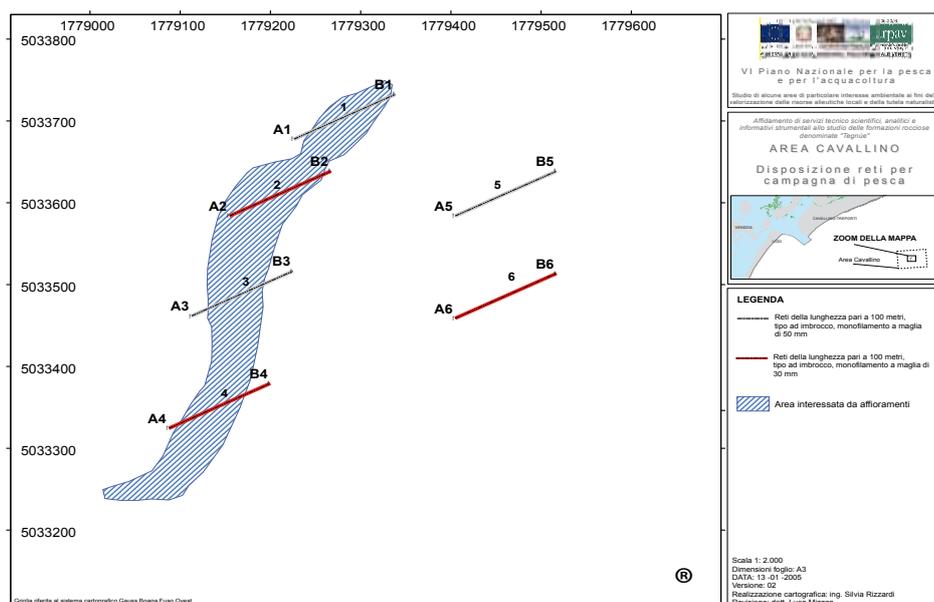


Fig. 1 - Disposizione delle reti da posta per lo studio dei popolamenti ittici della tegnuà D'Ancona. Sono riportate in grigio le reti a maglia di 50 mm, in rosso le reti a maglia di 30 mm

Subphyla	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	specie	n° catture totale			
Vertebrata	Osteichthyes	Clupeiformes	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	1			
			Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	25			
		Gadiformes	Gadidae	<i>Merlangius</i>	<i>merlangus</i> (Linnaeus, 1758)	8			
			Perciformes	Carangidae	<i>Trachurus</i>	<i>trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	13		
					Gobidae	<i>Gobius</i>	<i>niger</i> Linnaeus, 1758	1	
					Labridae	<i>Symphodus</i>	<i>tinca</i> (Linnaeus, 1758)	2	
					Sciaenidae	<i>Sciaena</i>	<i>umbra</i> Linnaeus, 1758	6	
						<i>Umbrina</i>	<i>cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)	7	
					Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>scombrus</i> Linnaeus, 1758	3	
					Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i> (Linnaeus, 1758)	2	
						<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i> (Linnaeus, 1758)	101	
						<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i> (Linnaeus, 1758)	17	
						<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	4	
						<i>Lithognathus</i>	<i>mormyrus</i> (Linnaeus, 1758)	29	
					<i>Oblada</i>	<i>melanura</i> (Linnaeus, 1758)	1		
					<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	2		
					Pleuronectiformes	Soleidae	<i>Solea</i>	<i>lascaris</i> (Risso, 1810)	3
					Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i> Rafinesque, 1810	2
							<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i> Linnaeus, 1758	1
							<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i> Linnaeus, 1758	2
					Triglidae	<i>Trigla</i>	<i>lyra</i> Linnaeus, 1758	2	
						<i>Chelidonichthys</i>	<i>lucernus</i> (Linnaeus, 1758)	1	
Chondrichthyes					Carcharhiniformes	Triakidae	<i>Mustelus</i>	<i>mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	8
					Myliobatiformes	Myliobatidae	<i>Myliobatis</i>	<i>aquila</i> (Linnaeus, 1758)	22
Crustacea	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	<i>Carcinus</i>	<i>aestuarii</i> Nardo, 1847	7			
			Dromiidae	<i>Dromia</i>	<i>personata</i> (Linnaeus, 1758)	10			
			Majidae	<i>Maja</i>	<i>cfr. squinado</i> (Herbst, 1788)	112			
			Majidae	<i>Maja</i>	<i>crispata</i> (Risso, 1827)	10			
			Nephropidae	<i>Homarus</i>	<i>gammarus</i> (Linnaeus, 1758)	4			
			Hoplocarida	Squillidae	<i>Squilla</i>	<i>mantis</i> (Linnaeus, 1758)	52		

Tab. 1 - Specie di pesci e crostacei e numero di esemplari catturati durante le 8 campagne effettuate nella tegnuà D'Ancona (periodo gennaio- settembre 2005) sia con reti a maglia 30 che con reti a maglia 50 mm

Analisi dei dati sui pesci

Il grafico di Fig. 2 riporta l'andamento stagionale delle catture complessive, distinte per tipologia di rete e posizionamento rispetto all'affioramento. Questa figura evidenzia come il numero di catture sia complessivamente più elevato durante i mesi invernali e come la maglia a 30 mm sembra essere più efficace rispetto a quella a maglia 50 mm.

Dall'analisi delle catture, dentro e fuori la *tegnù*, risulta evidente come l'area interna sia in generale più ricca di specie ed individui (Fig. 3); va inoltre sottolineato come alcune specie siano state catturate esclusivamente all'interno dell'affioramento (Tab. 2, gruppo A) (*Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Oblada melanura*, *Pagellus erythrinus*, *Sciaena umbra*, *Scorpaena notata*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Symphodus tinca* e *Umbrina cirrosa*) ed altre esclusivamente all'esterno (Tab. 2, gruppo B) come alcuni esemplari di specie demersali appartenenti al genere *Trigla* ed un esemplare di *Gobius niger* e di *Sardina pilchardus*, quest'ultima peraltro specie non demersale.

Numerose specie sono risultate invece comuni ad entrambe le zone (interna ed esterna) della *tegnù* (Tab. 2, gruppo C), tra le altre, *Myliobatis aquila*, legata al substrato mobile per abitudini di vita e caratteristiche della dieta, è stata pescata, sia con reti da 30 che da 50 mm, con maggiore frequenza esternamente all'affioramento roccioso. Similmente un altro Condroitto, *Mustelus mustelus* (Fig. 7), capace di spostamenti

indotti dalle abitudini alimentari, è stato pescato, con entrambe le reti, sia all'interno che all'esterno dell'affioramento roccioso. Anche alcuni esemplari di *Solea lascaris*, specie legata all'ambiente sabbioso, sono stati pescati sia all'esterno che all'interno della *tegnù*, probabilmente nelle aree sabbiose più prossime all'affioramento.

Dal punto di vista della variabilità stagionale la Fig. 4 riporta l'andamento delle catture complessive distinte per specie nel corso delle 8 campagne; da essa è possibile osservare come i periodi di cattura siano diversificati da specie a specie.

In linea generale è possibile osservare una maggior ricchezza specifica nei mesi estivi; alcune specie infatti quali, ad esempio, quelle appartenenti al genere *Trigla*, *Myliobatis aquila* (Fig. 8) e *Boops boops* non sono state rilevate durante il periodo invernale. Per quanto riguarda le specie catturate nei mesi freddi all'interno della *tegnù* sembra che alcune, come *Diplodus annularis* e *Lithognathus mormyrus*, prediligano queste aree nel periodo freddo anche perché, essendo ricche di anfratti e cavità, possono essere utilizzate per il ricovero nei momenti in cui la temperatura dell'acqua raggiunge i valori minimi annuali che possono arrivare a 5 – 6 °C. Le catture di *Diplodus annularis* diminuiscono nei successivi mesi primaverili di aprile e maggio per poi risalire leggermente nei mesi estivi di giugno, luglio e settembre. Per quanto riguarda i due esemplari di *Pagellus erythrinus*, essi sono stati pescati solo all'interno della *tegnù* nei mesi di aprile e maggio, periodo coincidente con le fasi riproduttive di questa specie.

A Specie catturate esclusivamente all'interno dell'affioramento									
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	set	tot
<i>Diplodus sargus</i>	0	1	0	1	6	1	5	3	17
<i>Diplodus vulgaris</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Oblada melanura</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pagellus erythrinus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	2
<i>Sciaena umbra</i>	0	0	0	0	2	2	1	1	6
<i>Scorpaena notata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Scorpaena porcus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Symphodus tinca</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Umbrina cirrosa</i>	0	0	3	1	2	0	0	1	7
B Specie catturate esclusivamente all'esterno dell'affioramento									
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	set	tot
<i>Gobius niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Sardina pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Trigla lyra</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Trigla lucerna</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
C Specie catturate esclusivamente all'interno e all'esterno dell'affioramento									
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	set	tot
<i>Boops boops</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Diplodus annularis</i>	6	20	47	3	0	12	3	10	101
<i>Engraulis encrasicolus</i>	0	0	0	0	3	5	13	4	25
<i>Lithognathus mormyrus</i>	2	23	3	0	0	0	1	0	29
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	1	0	0	7	0	8
<i>Myliobatis aquila</i>	0	0	0	0	0	0	0	22	22
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	2
<i>Solea lascaris</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	3
<i>Trachurus trachurus</i>	0	0	0	0	13	0	0	0	13
<i>Mustelus mustelus</i>	0	0	0	0	5	0	1	2	8

Tab. 2 - Specie di pesci e crostacei e numero di esemplari catturati durante le 8 campagne effettuate nella *tegnù* D'Ancona (periodo gennaio- settembre 2005) sia con reti a maglia 30 che con reti a maglia 50 mm

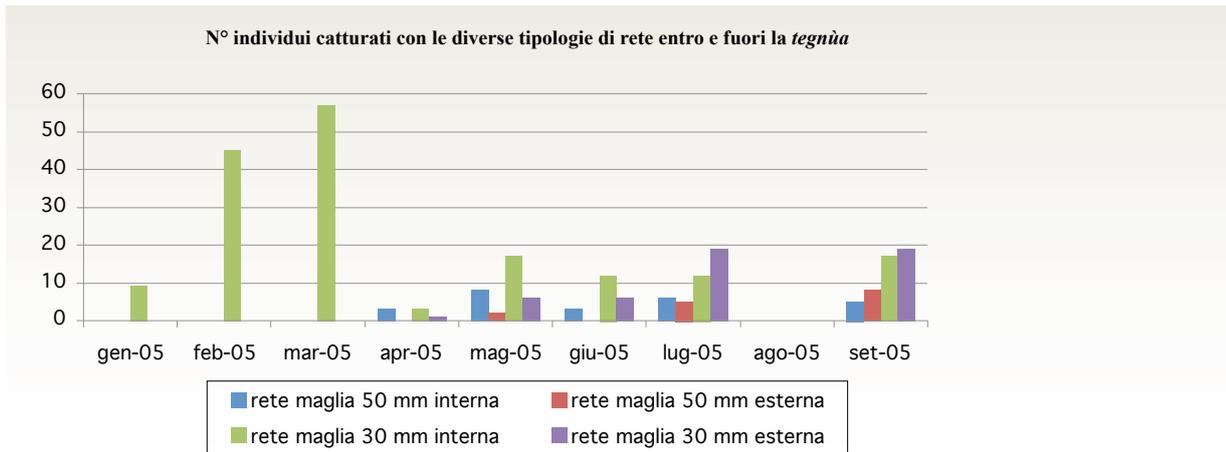


Fig. 2 - Numero totale di individui catturati nelle 8 campagne suddivisi per tipologia di rete (maglia da 30 mm e da 50 mm) e posizionamento (interna o esterna alla tegrùna)

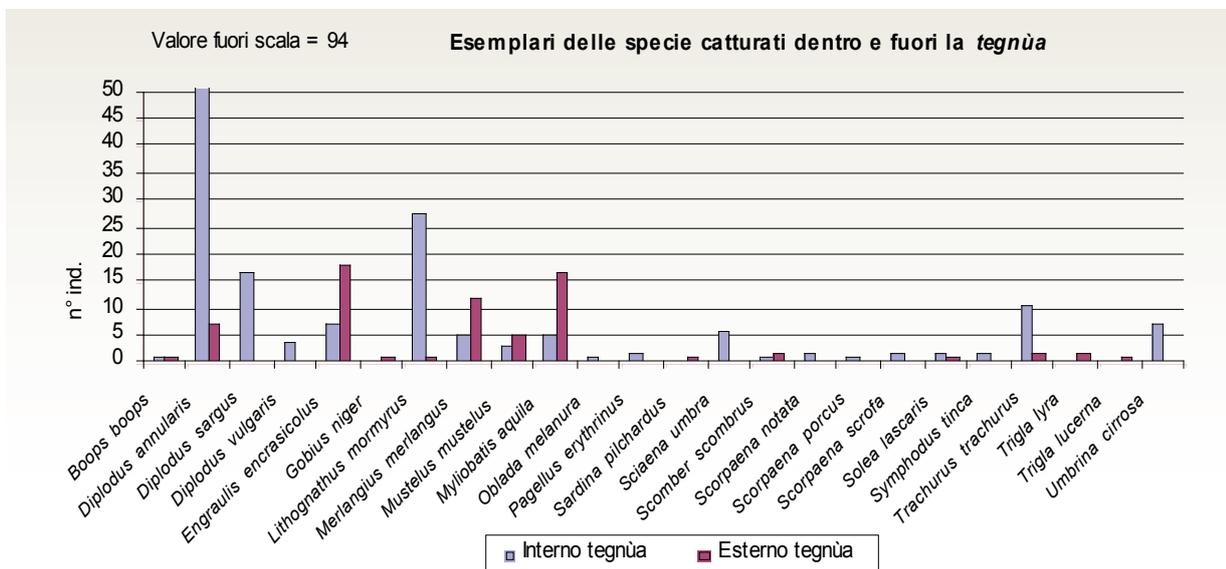


Fig. 3 - Esemplari catturati (con reti a maglia 30 e 50 mm) sia internamente che esternamente alla tegrùna D'Ancona nelle 8 campagne eseguite tra gennaio e settembre 2005

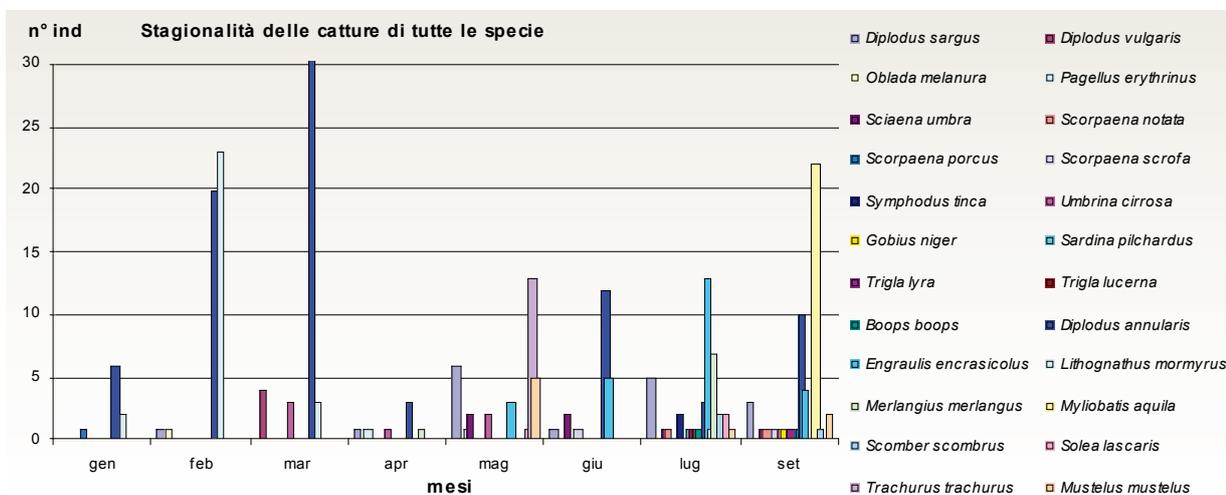


Fig. 4 - Stagionalità delle catture effettuate con reti a maglia 30 e 50 mm sia internamente che esternamente alla tegrùna D'Ancona

Valutazione dello sforzo di pesca

La scelta di utilizzare reti da posta di fondo ha permesso di valutare lo sforzo di pesca considerando i metri lineari di rete calata. In questo modo, è stato possibile esprimere le catture come numero di esemplari per metro lineare. L'analisi della stagionalità delle catture conferma quanto emerso in precedenza relativamente alla maggiore pescosità complessiva dell'area nel periodo invernale (Fig. 5) e nelle zone interne all'affioramento. In particolare, per le specie di maggior interesse commerciale risulta che mediamente il numero di esemplari di *Diplodus annularis* (Sarago sparaglione) e *Lithognathus mormyrus* (Mormora) catturati è più elevato nei mesi invernali, mentre *Sciaena umbra* (Corvina) e *Umbrina cirrosa* (Ombrina) sono state catturate prevalentemente nel periodo primaverile – estivo. Questi andamenti sono risultati solo

parzialmente in accordo con quelli ricavati nello studio precedentemente condotto dalla Provincia di Venezia nella primavera estate del 2001 e 2002 (MAIO *et al.*, 2004). Infatti, se per le prime due specie essi appaiono simili, per *Sciaena umbra* e *Umbrina cirrosa* il numero maggiore di catture è concentrato in periodi diversi: in inverno nei campionamenti effettuati nel 2001 – 2002 dalla Provincia di Venezia; in primavera – estate nell'ambito di questo studio. Confrontando l'andamento stagionale delle catture complessive per unità di sforzo, questo è risultato simile per i due studi avendo entrambi registrato il numero massimo di catture nei mesi invernali.

Nel corso delle campagne sono state catturate anche altre specie di interesse commerciale, ma in numero non sufficiente per supportare analisi più approfondite (ad esempio: *Pagellus erythrinus*, *Oblada melanura*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*).

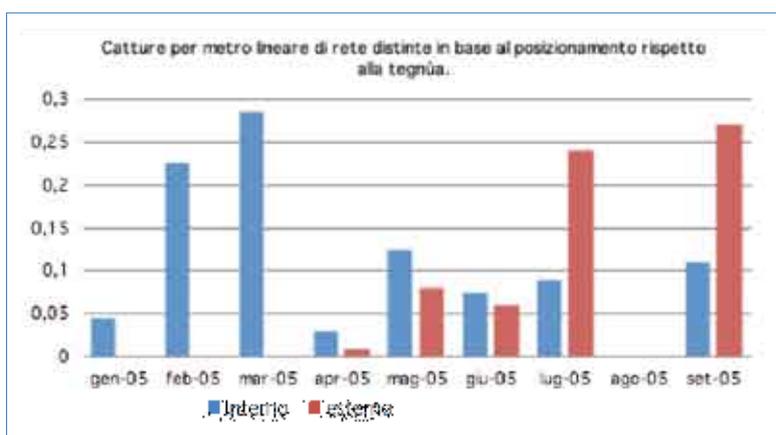


Fig. 5 - Stagionalità delle catture per metro lineare distinte per posizionamento della rete: interno o esterno alla tegrù



Fig. 6 - Giovane esemplare di astice (*Homarus gammarus*) catturato durante la campagna di aprile 2005



Fig. 7 - Pescato della rete A6-B6 (maglia 30 mm esterna alla tegrù) nel corso della campagna di maggio; sono evidenti i due giovani "cagnoletti" (*Mustelus mustelus*)

Analisi dei dati sui pesci

L'analisi di taglia dei pesci catturati viene riportata in Tab. 3. I dati considerati sono quelli relativi alle specie più numerose, considerando la somma degli individui pescati con entrambe le reti sia internamente che esternamente alla *tegnù*.

Le dimensioni degli esemplari di *Diplodus annularis* hanno un range di variazione che va da 14 a 21 cm (Tab. 3). Per quanto riguarda il peso, dalla distribuzione in classi (n = 99; per due individui, mancando di alcune parti del corpo, non sono state inserite le misure biometriche) è possibile osservare che il 59,6 % degli individui sono compresi nella classe di peso che va dai 70 ai 90 g.

Tra le specie catturate sia all'interno che all'esterno della *tegnù*, vi sono 25 esemplari di *Engraulis encrasicolus* (acciuga o sardon) che sono stati pescati nei mesi primaverili - estivi, e la cui cattura è da considerarsi del tutto accidentale, in quanto rimasti impigliati nella rete con la bocca mentre cacciavano per alimentarsi.

Gli esemplari di *Mustelus mustelus* (piccolo squalo bentonico noto localmente come "cagnoletto"; Fig. 7), anch'essi pescati in periodo primaverile/estivo, avevano una lunghezza media di 85,4 cm per un peso medio di 1,8 kg.

Il suro *Trachurus trachurus* è stato pescato nel mese di maggio in numero di 13 esemplari, le sue dimensioni medie sono state pari a 27,7 cm in lunghezza e 175 g in peso.

Lithognathus mormyrus presenta valori medi di lunghezza pari a 19,6 cm a cui corrispondono mediamente 94 g di peso. *Myliobatis aquila* (Fig. 8) è un pesce cartilagineo bentonico affine alle razze che è stato catturato in abbondanza nel corso dell'ultima campagna (settembre 2005). Le sue dimensioni medie sono risultate pari a 82,6 cm e 1,28 kg di peso. Accanto a individui con peso compreso tra 1 e 2 kg sono stati pescati anche individui di piccole dimensioni, inferiori ai 500 g, in particolare un esemplare di taglia ridotta e pari a 43 cm in lunghezza e 111 g in peso; tali presenze potrebbero indicare l'utilizzo da parte della specie delle aree sabbiose adiacenti alla *tegnù* come *nursery zone*.

		Media	Mediana	Min	Max	Dev.St.	n.
<i>Mustelus mustelus</i>	Lungh. (cm)	85,4	97,5	57,0	109,0	22,5	8
	peso (g)	1819	1831	666	3324	1060	"
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Lungh. (cm)	11,4	11,3	9,0	13,0	0,8	22*
	peso (g)	9,3	9,2	5,0	15,3	2,5	"
<i>Myliobatis aquila</i>	Lungh. (cm)	82,6	85,5	43,0	115,0	20,9	22
	peso (g)	1280,6	1360,0	111,0	2400,0	660	"
<i>Lithognathus mormyrus</i>	Lungh. (cm)	19,6	19,5	18,5	26,0	1,4	29
	peso (g)	94,0	89,0	72,3	204,8	23	"
<i>Diplodus annularis</i>	Lungh. (cm)	16,5	16,4	14,0	21,0	1,1	99*
	peso (g)	81,2	80,0	45,9	145,0	16	"
<i>Trachurus trachurus</i>	Lungh. (cm)	27,7	28,5	23,0	32,0	2,8	12*
	peso (g)	175,2	163,5	94,0	301,0	54,4	"

* n. per alcune specie non corrisponde al totale delle catture perché per alcuni individui non è stato possibile effettuare le misure in quanto privi di parti del corpo

Tab. 3 - Valori statistici delle dimensioni degli individui di alcune specie catturati durante tutte le campagne di pesca sia all'interno che all'esterno della *tegnù*

Analisi dei dati sui crostacei

Oltre alla cattura di pesci, ai quali mirava la pesca scientifica, sono stati catturati diversi crostacei, in particolare Decapodi (granchi ed astici) e stomatopodi (pannocchia di mare o canocchia). Per alcune specie la cattura può, ritenersi accidentale come nel caso del comune granchio mediterraneo (*Carcinus aestuarii*), del granchio facchino (*Dromia personata*) e della canocchia (*Squilla mantis*), mentre l'astice (*Homarus gammarus*) Fig. 6 ed i granchi del genere di *Maja* sono catture abituali per il tipo di rete utilizzata. Nelle Tab. 4 e 5 sono riportati gli elenchi degli esemplari catturati rispettivamente con reti di maglia da 30 e da 50 mm, distinguendo tra catture avvenute all'interno e catture avvenute all'esterno dell'affioramento.

Come osservato in precedenza, alcune specie rappresentano un'importante presenza per il loro valore economico-commerciale oltre che dal punto di vista naturalistico. La cattura di un esemplare di *Homarus gammarus* in una delle reti posizionate esternamente alla *tegnù*a è infatti di parti-

colare interesse; a tal proposito SMITH *et al.*, (2001) riporta spostamenti, per questa specie, anche di molti chilometri al fine di colonizzare nuove aree.

Diversamente da quanto emerso in precedenza per i pesci, non si rilevano sostanziali differenze tra la numerosità delle catture con le reti a maglia 30 mm (94 esemplari) e quelle con maglia 50 mm (95 esemplari). Per alcune specie le catture sono state concentrate solo in alcune campagne, ciò vale in particolare modo per *Maja* cfr. *squinado*, pescata nei mesi di giugno, luglio e settembre e per *Squilla mantis*, pescata da maggio a settembre con un numero progressivamente crescente. Non sorprende che questa specie, date le sue caratteristiche ecologiche, sia stata pescata con maggior frequenza nell'area esterna alla *tegnù*a, essa vive infatti in tane scavate nel sedimento.

In altri casi, come per *Homarus gammarus*, dati i pochi esemplari catturati, è difficile poter osservare differenze stagionali; *Maja crispata* è stata invece catturata solo durante i mesi primaverili (marzo, aprile e maggio), periodo in cui la specie si riproduce.

Campionamenti eseguiti con rete a maglia di 30 mm										
Area campionata	gen-05	feb-05	mar-05	apr-05	mag-05	giu-05	lug-05	set-05	totali	Specie catturate
Interno <i>tegnù</i> a	1	0	0	0	0	0	0	0	1	<i>Carcinus aestuarii</i>
	0	0	0	0	0	2	4	0	6	<i>Dromia personata</i>
	0	0	0	0	1	0	0	0	1	<i>Homarus gammarus</i>
	0	0	0	0	0	2	25	5	32	<i>Maja</i> cfr. <i>squinado</i>
	0	0	0	3	0	0	0	0	3	<i>Maja crispata</i>
	0	0	0	0	0	0	0	2	2	<i>Squilla mantis</i>
Esterno <i>tegnù</i> a										
	0	0	0	0	0	0	5	4	9	<i>Maja</i> cfr. <i>squinado</i>
	0	0	0	0	3	4	9	24	40	<i>Squilla mantis</i>

Tab. 4 - Esemplari di Crostacei catturati durante le 8 campagne con rete a maglia di 30 mm

Campionamenti eseguiti con rete a maglia di 50 mm										
Area campionata	gen-05	feb-05	mar-05	apr-05	mag-05	giu-05	lug-05	set-05	totali	Specie catturate
Interno <i>tegnù</i> a	0	0	0	0	0	1	2	1	4	<i>Dromia personata</i>
	0	0	0	1	0	0	0	1	2	<i>Homarus gammarus</i>
	0	0	0	0	0	14	44	0	58	<i>Maja</i> cfr. <i>squinado</i>
	0	0	2	5	0	0	0	0	7	<i>Maja crispata</i>
	0	0	0	0	0	0	0	4	4	<i>Squilla mantis</i>
Esterno <i>tegnù</i> a										
	0	0	0	1	0	0	0	0	1	<i>Homarus gammarus</i>
	0	0	0	0	0	0	9	4	13	<i>Maja</i> cfr. <i>squinado</i>
	1	0	0	0	0	2	1	2	6	<i>Squilla mantis</i>

Tab. 5 - Esemplari di Crostacei catturati durante le 8 campagne con rete a maglia di 50 mm

Conclusioni

Dai risultati è possibile dedurre che la *tegnù*a D'Ancona rappresenta un punto di aggregazione per molte specie ittiche sia stanziali, che trovano in questa area un luogo ideale per l'approvvigionamento del cibo e per la difesa dalla predazione, sia di passo (pelagiche), che la frequentano come territorio di caccia.

Le specie ittiche bentoniche di substrato duro, come quelle appartenenti alla famiglia Scorpaenidae (Scorfanì), trovano negli affioramenti rocciosi le condizioni ecologiche adatte alla loro presenza.

Alcune specie frequentano le *tegnù*e nel periodo invernale, per utilizzare le cavità e i microanfratti come zone di rifugio, quando la temperatura dell'acqua è particolarmente rigida come alcune della Famiglia Sparidae (*Lithognathus mormyrus*, *Diplodus annularis*, *D. vulgaris*, *D. sargus*), mentre altre, ad esempio le specie della Famiglia Scorpaenidae, le scelgono come luogo per la riproduzione e perché uniche isole rocciose in un fondale tipicamente sabbioso come quello del Nord Adriatico.

In questo affioramento roccioso è stata documentata la presenza di alcune specie di pesce azzurro quali il Suro (*Trachurus trachurus*), la sardina (*Sardina pichardus*) e l'alice (*Engraulis encrasicolus*), specie tipicamente pelagiche, la cui cattura potrebbe considerarsi accidentale ed avvenuta in quanto le aree di pesca si trovavano sui percorsi dei banchi di queste specie. Non si può escludere tuttavia che la presenza di una grande quantità di forme viventi in queste aree funga da attrazione per l'approvvigionamento del cibo anche per alcune specie di pesce azzurro.

Anche le aree sabbiose attorno all'affioramento sembrano attrarre specie demersali che, come nel caso di *Myliobatis aquila*, possono essere presenti con esemplari giovani a dimostrazione dell'importante ruolo di *nursery* che queste aree assumono per alcune specie. La maggior abbondanza di molluschi (Gasteropodi, Scafopodi, Cefalopodi) che rappresentano le principali prede per questa specie (JARDAS *et al.*, 2004), potrebbero rendere queste zone particolarmente appetibili.

Le catture di crostacei hanno permesso di documentare la presenza di un discreto numero di individui appartenenti al genere *Maja* (gruppo a cui appartiene la "grancevola") e di alcuni astici (*Homarus gammarus*), specie particolarmente pregiate e note per popolare questi habitat rocciosi, purtroppo sottoposte ad un intenso sforzo di pesca abusiva ad opera di subacquei sportivi.

I dati raccolti nelle otto campagne eseguite sulla *tegnù*a D'Ancona hanno fornito interessanti informazioni sulla presenza stagionale delle diverse specie e sulla loro abbondanza nell'area considerata. Poiché tuttavia i dati ottenuti nell'ambito di questo studio sono relativi ad una sola area di *tegnù*a, si è proceduto al confronto, previa normalizzazione dei dati, con altre indagini e in particolare con quella sui popolamenti ittici delle *tegnù*e svolto per conto della Provincia di Venezia nel 2002 (MAIO *et al.*, 2004).

Il confronto ha evidenziato andamenti stagionali delle catture in parte confrontabili e sovrapponibili; in entrambi gli studi infatti si hanno i massimi delle catture concentrati nel periodo invernale. In questo periodo le specie più catturate appartengono al gruppo degli Sparidi.

Similmente, l'analisi dello sforzo di pesca riferito ad alcune specie ittiche di interesse commerciale quali *Diplodus annularis* e *Lithognathus mormyrus* ha fornito risultati confrontabili in termini di pescosità stagionale.



Fig. 8 - Cattura di un giovane esemplare d'aquila di mare (*Myliobatis aquila*) durante la campagna di settembre 2005



Il Sistema Informativo Tegnùe

Il sistema informativo *tegnùe*

Marco Zanetto, Matteo Ombrelli, Elisa Andreoli

Introduzione

La parte conclusiva delle attività di progetto ha previsto l'elaborazione su piattaforma GIS di tutta l'informazione alfanumerica e spaziale prodotta durante l'esecuzione del progetto.

Questa attività ha previsto la creazione di un apposito

Sistema Informativo Tegnùe nell'ambito del quale è stata elaborata e successivamente cartografata la maggior parte dell'informazione acquisita sia nelle attività sperimentali che in quelle di ricerca bibliografica.

L'informazione è stata inizialmente organizzata in un database di primo livello che ha classificato tutti i dati di progetto secondo una struttura logica a livelli successivi (Fig. 1).

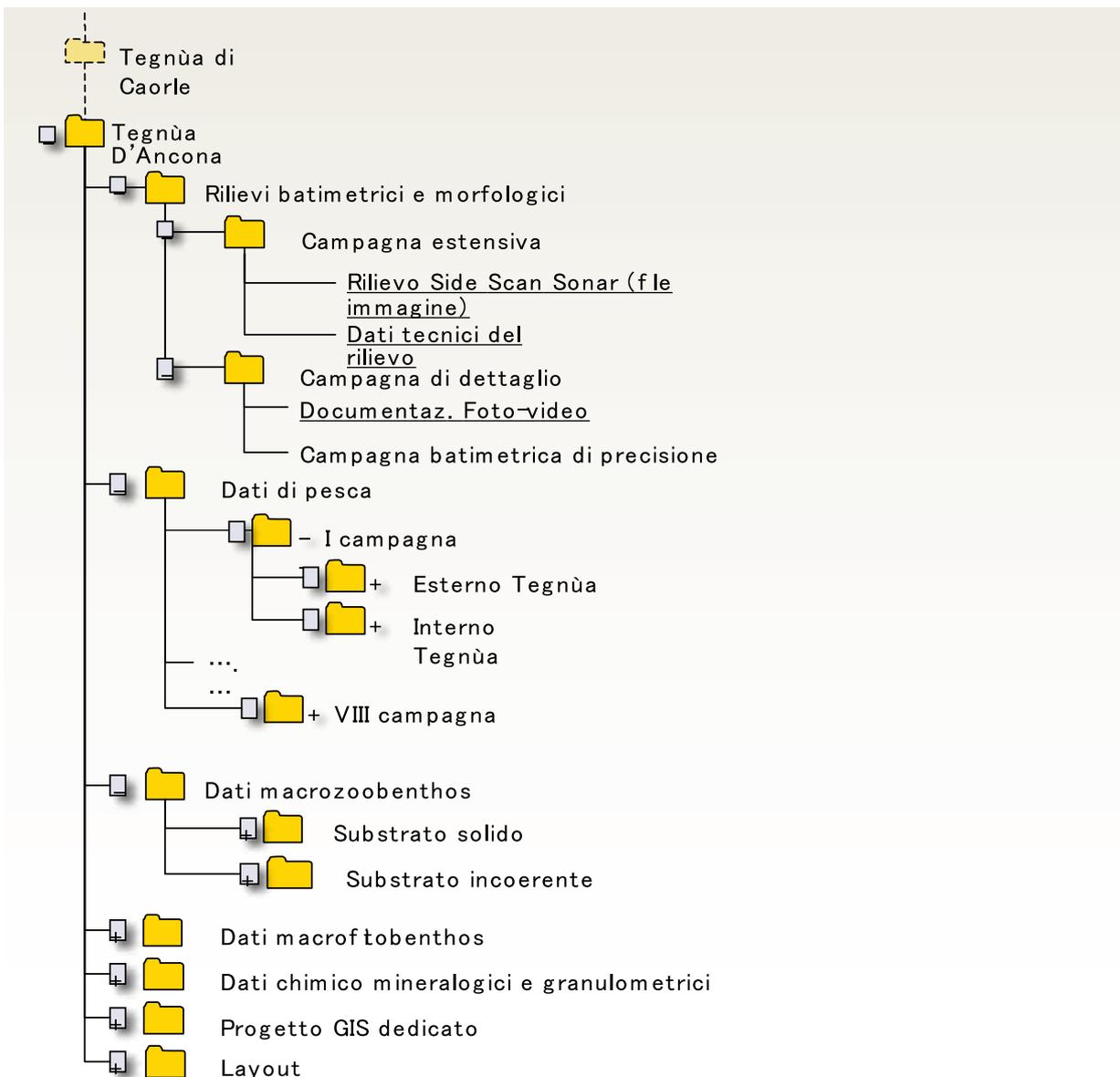


Fig.1- Struttura gerarchica per l'archiviazione delle informazioni di progetto relativamente a ciascuna area di indagine

Risultati

Il database di primo livello costituisce uno dei prodotti finali del progetto ed è uno strumento operativo indispensabile per il funzionamento del Sistema Informativo Tegnùe (SIT). Come schematizzato in Fig. 2, l'accesso del SIT alle informazioni contenute nel database è la modalità operativa con cui il SIT stesso si interfaccia per il caricamento, la visualizzazione e l'elaborazione dei dati.

I dati, che costituiscono i "mattoni" sui quali entrambi i prodotti si basano, sono stati numerosi e diversificati. Per tutti è stata prevista una iniziale attività di validazione, comprensiva di verifiche inerenti la completezza e l'"interfacciabilità diretta" con i diversi sistemi operativi (di tipo GIS in particolare). Solo successivamente si è proceduto con l'archiviazione.

L'archiviazione ha riguardato le seguenti tipologie di dato:

- dati oceanografici: immagini Side Scan Sonar e rilievi batimetrici eseguiti tramite single beam e multibeam;
- rilievi video e fotografici;

- dati biologici relativi a macrozoobenthos, macrofitobenthos sia di substrato solido che incoerente;
- dati biologici relativi a fauna ittica;
- dati chimico-granulometrici relativi ai campioni di substrato incoerente prelevati nei pressi degli affioramenti delle aree di *tegnùe* indagate;
- dati mineralogici relativi agli affioramenti delle aree di *tegnùe* indagate;
- dati pregressi.

Per una archiviazione ottimizzata dell'informazione sono state inoltre redatte delle apposite schede metadati il cui scopo è quello di facilitare la comprensione del dato archiviato fornendone le caratteristiche principali (dati ancillari) e consentendone quindi un corretto utilizzo.

La struttura gerarchica informatizzata così creata ha costituito la base del Sistema Informativo Tegnùe (SIT) che diventa quindi sia lo strumento operativo di archiviazione, organizzazione, elaborazione e restituzione cartografica dei dati georeferenziati, sia un prodotto finale del progetto stesso.

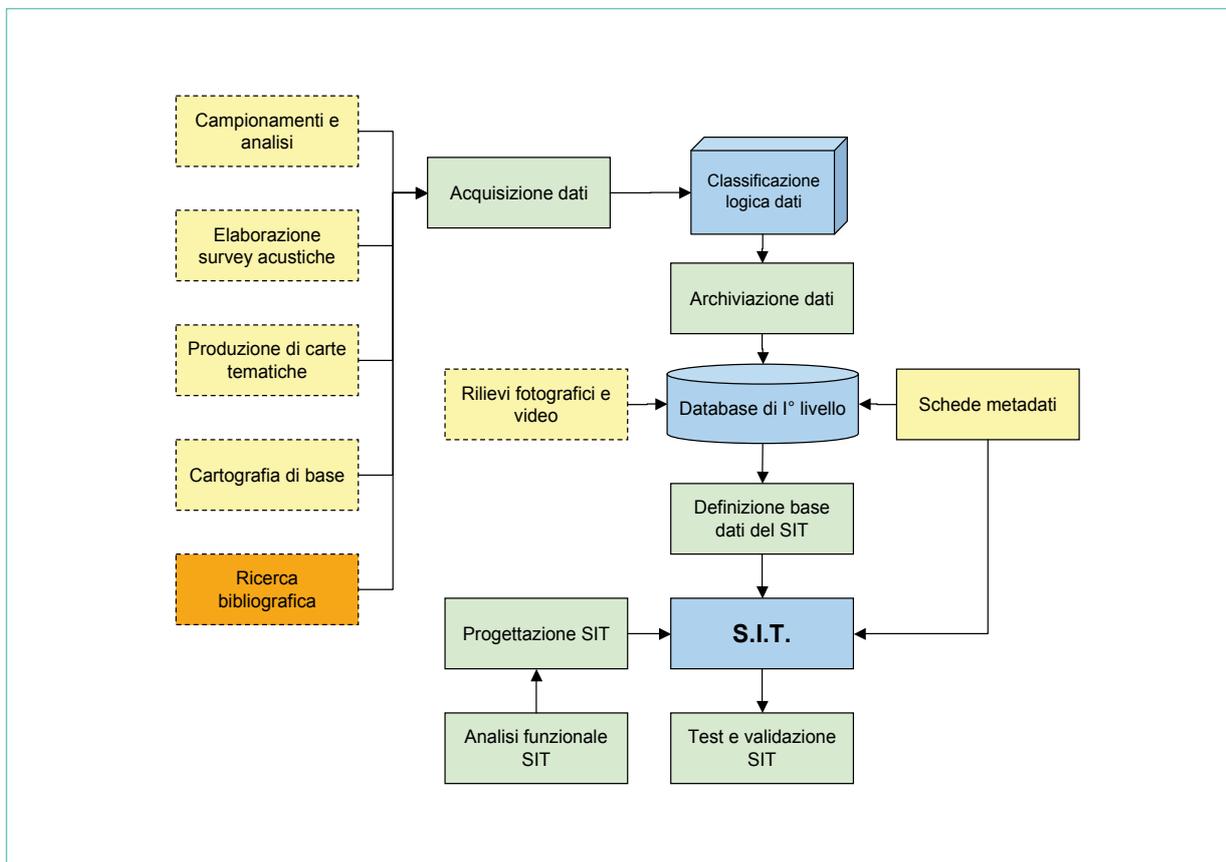


Fig 2 - Fasi principali per la realizzazione del Sistema Informativo Tegnùe (SIT)

Caratteristiche generali del Sistema

Il Sistema Informativo Tegnùe è stato sviluppato su piattaforma GIS, in particolare utilizzando la suite ESRI ArcGIS (versione 9.1, composta da ArcCatalog, ArcMap ed estensioni Spatial Analyst e 3D Analyst). Il SIT e tutti i tematismi che lo costituiscono sono riferiti al sistema di coordinate metriche Gauss – Boaga, fuso Ovest.

L'organizzazione dei tematismi ha previsto la creazione di uno o più progetti GIS, definiti sfruttando il formato proprietario ESRI ArcGIS (*.mxd).

Il SIT è stato progettato e sviluppato in modo da rispondere ad esigenze di:

- aggiornabilità: la base dati può in ogni momento essere arricchita o modificata in funzione di acquisizioni di nuovi dati o verifiche di dati pregressi;
- scalabilità: sfruttando le caratteristiche delle applicazioni client della famiglia ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) è possibile migrare il sistema su sistemi maggiormente performanti o su nuove versioni della medesima applicazione;
- modularità: il SIT è stato sviluppato in modo tale da essere compatibile con integrazioni dell'applicativo utilizzato con estensioni specifiche (per esempio Spatial Analyst o Geostatistical Analyst) o moduli GIS customizzati.

Il Sistema Informativo è stato quindi strutturato come un progetto (*.mxd) di inquadramento impostato ad una scala di riferimento che permetta la visualizzazione d'insieme di tutte le informazioni georiferite archiviate nel database di primo livello. Ad esso, tramite hyperlink, vengono collegate le cartelle o i file del database contenenti le informazioni. Dal progetto di inquadramento sono direttamente accessibili, quindi, sia le informazioni quali testi, tabelle e grafici archiviate ai diversi livelli logici del database, che i progetti GIS dedicati alle specifiche aree di indagine, contenenti tutti i tematismi derivanti dalle elaborazioni GIS descritte in seguito. All'interno di ogni progetto sono raggruppati, secondo uno schema logico, i layer di base e i layer tematici prodotti durante lo svolgimento dell'intero progetto. In tal modo l'utente ha a disposizione all'interno del SIT uno o più pacchetti dati organizzati in modo razionale e gerarchico. Il caricamento di ogni progetto ha permesso la diretta visualizzazione dei tematismi componenti, nonché degli attributi ad essi associati, secondo lo schema di classificazione definito nei file legenda associati (*.lyr). All'interno del Sistema Informativo che è stato creato sono contenute diverse mappe frutto di specifiche elaborazioni GIS. E' possibile visionare un campione di queste mappe nell'appendice cartografica alla presente opera.

Alcune elaborazioni GIS, come descritto nel seguito, sono state specificatamente messe a punto per questo progetto e sono finalizzate a caratterizzare le aree di *tegnùe* dal punto di vista morfologico-dimensionale.

Altre mappe invece sono state predisposte per la rappresentazione cartografica delle elaborazioni effettuate sul dato biologico.

Tali rappresentazioni hanno permesso di operare delle rapide comparazioni tra i diversi affioramenti e tra i diversi transetti di uno stesso affioramento.

Ad esempio nella mappa in Fig. 3 è possibile confrontare, per la *tegnùe* d'Ancona, i valori dell'Indice di Shannon per le diverse stazioni di substrato incoerente.

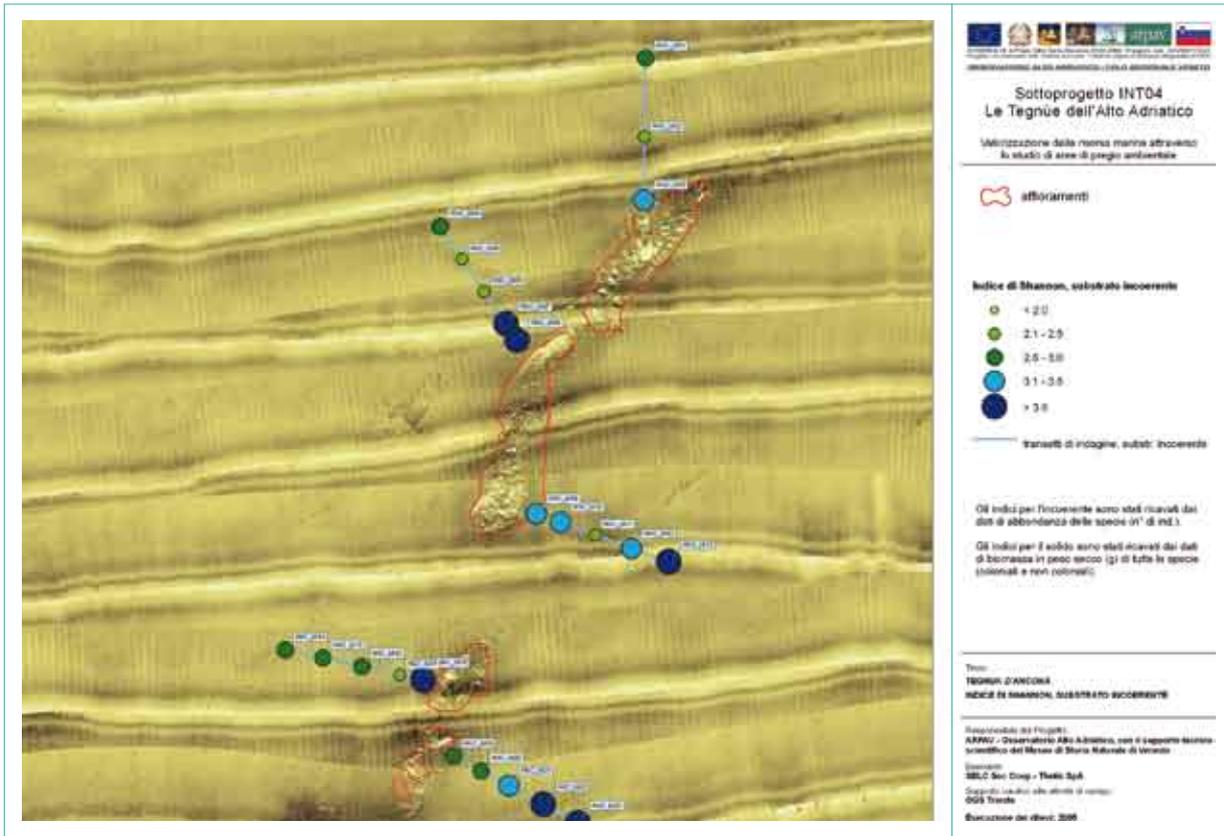


Fig. 3 - Valori dell'Indice di Shannon per le stazioni di substrato incoerente della tegnùe D'Ancona

**Il Contouring degli affioramenti:
descrizione della metodica**

L'obiettivo principale di questo tipo di elaborazione GIS è stato quello di individuare con precisione forma e estensione degli affioramenti rocciosi attraverso il tracciamento del loro contorno. Tecnicamente questo ha comportato l'integrazione dell'informazione derivante

dai tracciati del Side Scan Sonar (sia multi-beam che single-beam) con i dati batimetrici. Dal punto di vista metodologico questo compito è stato svolto tramite una successione di operazioni che, partendo dai dati di origine, ha prodotto nuovi strati informativi, a loro volta ri-elaborati in un processo step-by-step che si conclude con la creazione del layer rappresentante il risultato finale desiderato (Fig. 4).

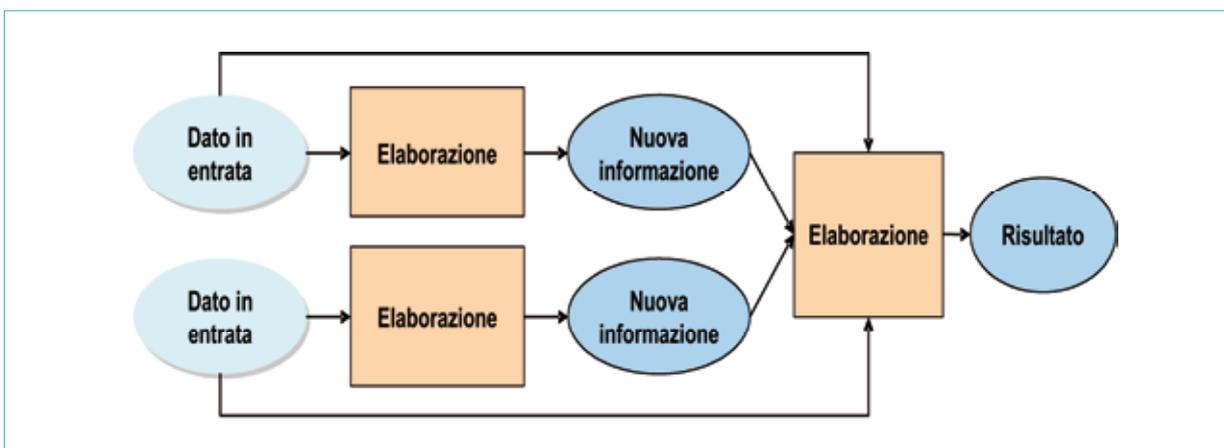


Fig. 4 - Schema di processo step-by-step

Le operazioni intermedie di tale processo sfruttano a pieno le potenzialità del GIS e dei tool disponibili con le estensioni adoperate, supportati in questo lavoro da un sistema hardware multiprocessore.

L'approccio adottato ha permesso, come si vedrà in seguito, di identificare un'efficace metodologia standard applicabile allo studio delle diverse aree indagate.

Il primo passo della metodica messa a punto consiste nell'interpolazione 3D dei punti batimetrici, tramite la quale si ottiene un modello della superficie in esame. Tale modello, strutturalmente composto da una rete irregolare di triangoli (Triangulated Irregular Network, TIN), viene generalmente definito Modello Digitale del Terreno (Digital Terrain Model, DTM), ed usato in diversi tipi di analisi morfologiche. Il DTM viene inizialmente visualizzato come tematismo GIS a due dimensioni attraverso la tecnica dello *shaded relief*, attraverso la quale è possibile ottenere una rappresentazione del DTM più facilmente interpretabile.

Nel caso in cui la densità o la distribuzione dei punti batimetrici sia considerata insufficiente a tale scopo, l'elaborazione del DTM viene preceduta da un'interpolazione 2D di tipo kriging, in modo da ridurre le distorsioni generate dalla copertura spaziale irregolare del dato. Questo passaggio si è rivelato particolarmente utile nel trattamento di batimetrie di tipo Single-Beam che, nel nostro

caso, hanno riguardato esclusivamente l'area di Caorle.

Il DTM viene successivamente processato attraverso una serie di tool specifici, ottenendo gli strati informativi delle isobate (ad intervalli di 10 cm, in formato vettoriale) e delle pendenze (con risoluzione 20 cm, in formato raster), perfettamente sovrapponibili al layer rappresentante il rilievo Side Scan Sonar (anch'esso raster, generalmente con risoluzione 20 cm). Il confronto delle nuove informazioni così ottenute permette di dare una prima interpretazione della morfologia degli affioramenti.

Il DTM viene quindi rappresentato in 3D, e su di esso vengono modellati i layer descritti in precedenza. Il modulo di rappresentazione tridimensionale offerto dal 3DAnalyst (ArcScene) dispone di una serie di funzionalità che permettono di visualizzare e confrontare i diversi strati informativi da diverse angolazioni, con la possibilità di introdurre una variabile di esagerazione verticale che, basandosi sul DTM, ne evidenzia i rilievi.

L'analisi comparata in ambiente 3D delle immagini ottenute dal Side Scan Sonar e delle elaborazioni sui dati batimetrici permette di individuare le zone di maggiore interesse, per le quali può essere utile integrare nuove elaborazioni e/o fonti informative.

Il percorso logico delle elaborazioni sopra descritte è rappresentabile come sotto schematizzato (Fig. 5).

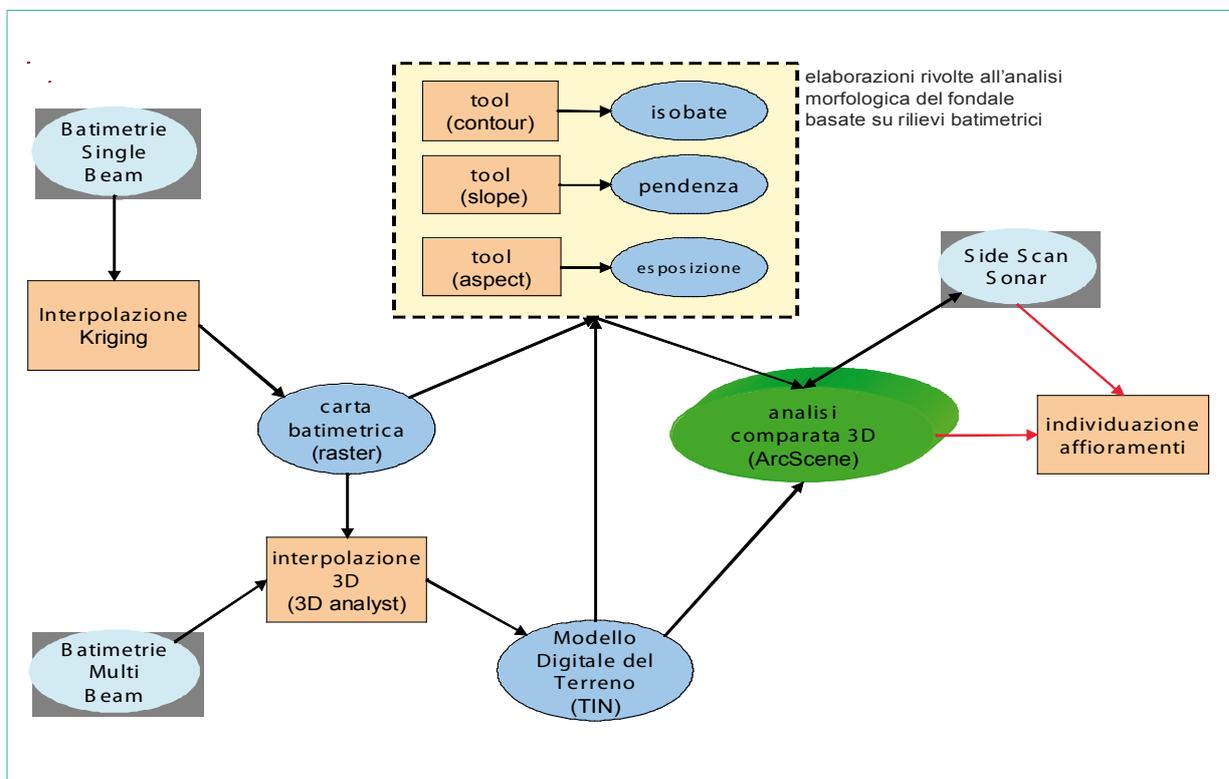


Fig. 5 - Schema raffigurante le diverse fasi del processo di contouring

Analisi di alcuni casi e presentazione dei risultati

La metodologia sopra descritta è stata applicata a tutte le aree di *tegnùe* oggetto di rilievi sperimentali. Il metodo di lavoro si è dimostrato efficace allo scopo di tracciare il contorno degli affioramenti rocciosi, ed evidenziare le differenze morfologico strutturali delle diverse aree esaminate.

La possibilità di disporre di una metodologia di lavoro standardizzata, applicabile a diverse tipologie di affioramento, permette di identificare oggettivamente il perimetro delle aree rocciose indagate.

Si riportano nel seguito due esempi di applicazione della metodica. Le due aree prescelte (Caorle e Malamocco), essendo molto diverse tra loro per forma e dimensione degli affioramenti, consentono di verificare la versatilità del metodo e la sua possibile applicazione a strutture ambientali anche molto diverse.

Le *tegnùe* di Caorle

Nel caso di Caorle il dato batimetrico disponibile è di tipo Single Beam. La creazione del Modello Digitale del Terreno direttamente da questo dato evidenzia la diversa densità di informazione disponibile lungo i transetti batimetrici e tra i transetti stessi, conferendo al DTM un poco verosimile andamento a 'creste'. Il modello è stato quindi corretto, come descritto in precedenza, da un'interpolazione kriging, ottenendo risultati di maggiore attendibilità (Fig. 6).

L'area indagata ha una superficie di circa 22 ha (550 x 400 metri), ed il fondale risulta essere leggermente inclinato in direzione NO – SE, con profondità da -8,5 a -12,0 m.

Il confronto in ambiente 3D dei layer elaborati dalle batimetrie e del Side Scan Sonar ha permesso di individuare una buona corrispondenza tra le variazioni dei rilievi e quelle della risposta sonar, fornendo una chiara identificazione degli affioramenti rocciosi.

Il tracciamento del contorno è stato eseguito in ambiente GIS 2D, usando come riferimento i layer a disposizione ed il continuo raffronto con la modellazione degli stessi sul modello 3D (Fig. 7).

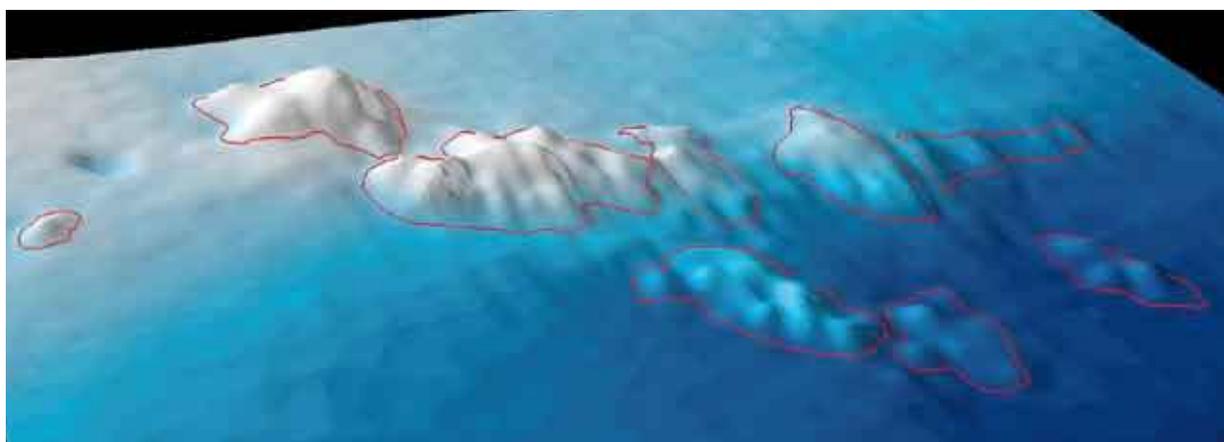
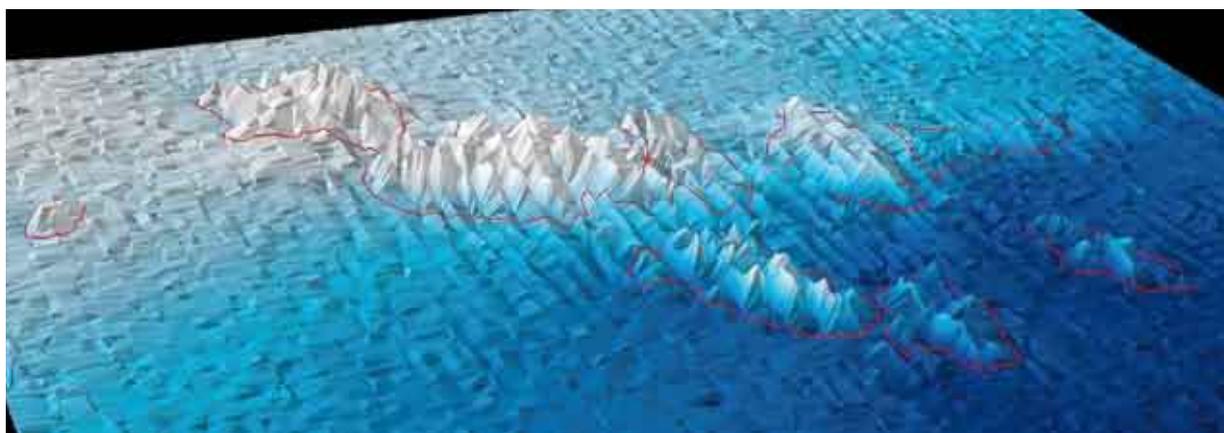


Fig. 7 - Tegnùe di Caorle -sopra DTM basato su batimetrie Single Beam; sotto: il miglioramento introdotto dal kriging.
Nota: entrambi i modelli presentano un'esagerazione delle altezze per facilitare la lettura

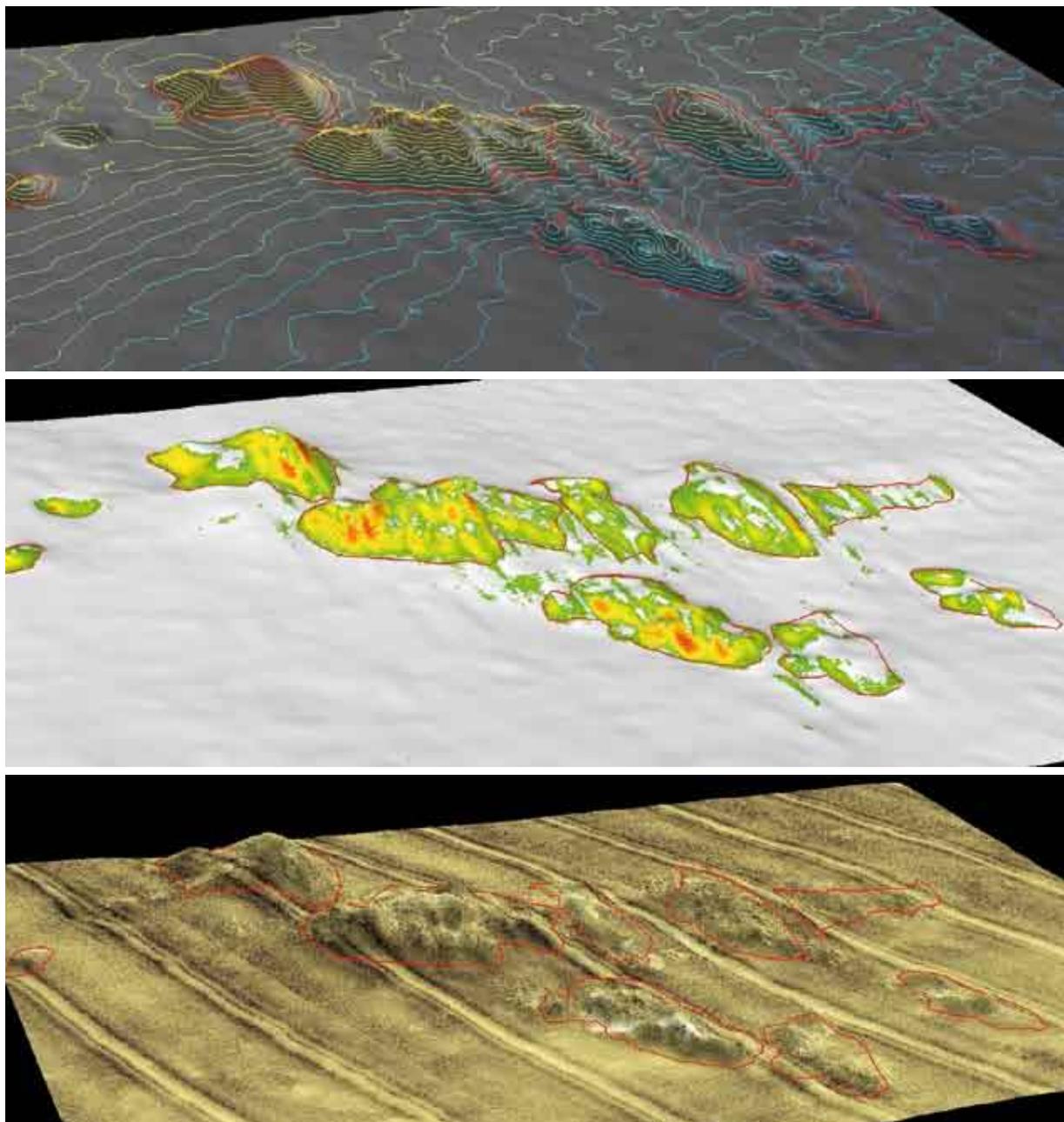


Fig. 7 - Tegnùe di Caorle. Modellazione sul DTM dei layer raffiguranti isobate, pendenza, rilievo SSS. La linea rossa raffigura il perimetro affioramenti

Le tegnùe di Malamocco

Per quest'area si dispone sia del raster rappresentante il rilievo SSS che di batimetrie di dettaglio di tipo Multi Beam. L'area coperta da entrambi ha una superficie di circa 15 ha (500 x 300 metri), profondità variabile tra - 8,0 e -10,5 m, ed una leggera pendenza da ovest a est.

La densità e regolarità dei punti batimetrici disponibili ha permesso di elaborare direttamente l'interpolazione 3D, ottenendo un modello del fondale molto attendibile senza l'ausilio di interpolazioni di tipo kriging (Fig. 8). Tale approccio si è dimostrato valido per tutte le interpolazioni derivanti da batimetrie di tipo Multi Beam.

Il raffronto degli strati informativi elaborati ha permesso di delineare un quadro composto da un fondale piano punteggiato da numerosi affioramenti rocciosi anche di piccole dimensioni. In questo contesto la carta delle pendenze risulta essere particolarmente utile al tracciamento del perimetro delle tegnùe, dato che la presenza di pendenze elevate tende a identificarsi con le superfici perimetrali degli affioramenti.

Per l'area indagata di Malamocco il tracciamento degli affioramenti (Fig. 9) è stato effettuato mediante una procedura semi-automatizzata basata sull'elaborazione della carta delle pendenze. Sinteticamente tale procedura consiste in una generalizzazione del raster in oggetto seguita da un'operazione di contouring delle aree con pendenza superiore ad una determinata soglia. Attraverso questo metodo è stato possibile identificare con precisione anche affioramenti con un diametro di 2-3 metri e meno di mezzo metro di altezza, nonché calcolare la superficie totale degli affioramenti presenti nell'area.

Gli affioramenti tracciati sono in buona parte riconoscibili nell'immagine fornita dall'indagine sonar. Sono state anche individuate alcune zone dell'area indagata (ad ovest in particolare), in cui il backscatter del SSS non corrisponde ad alcun rilievo, che possono essere interpretate come variazioni del materiale del substrato. Tale difformità è stata riscontrata anche in altre aree indagate, ed offre interessanti spunti riguardo l'interrelazione tra affioramenti rocciosi, composizione del substrato e organismi riconosciuti.

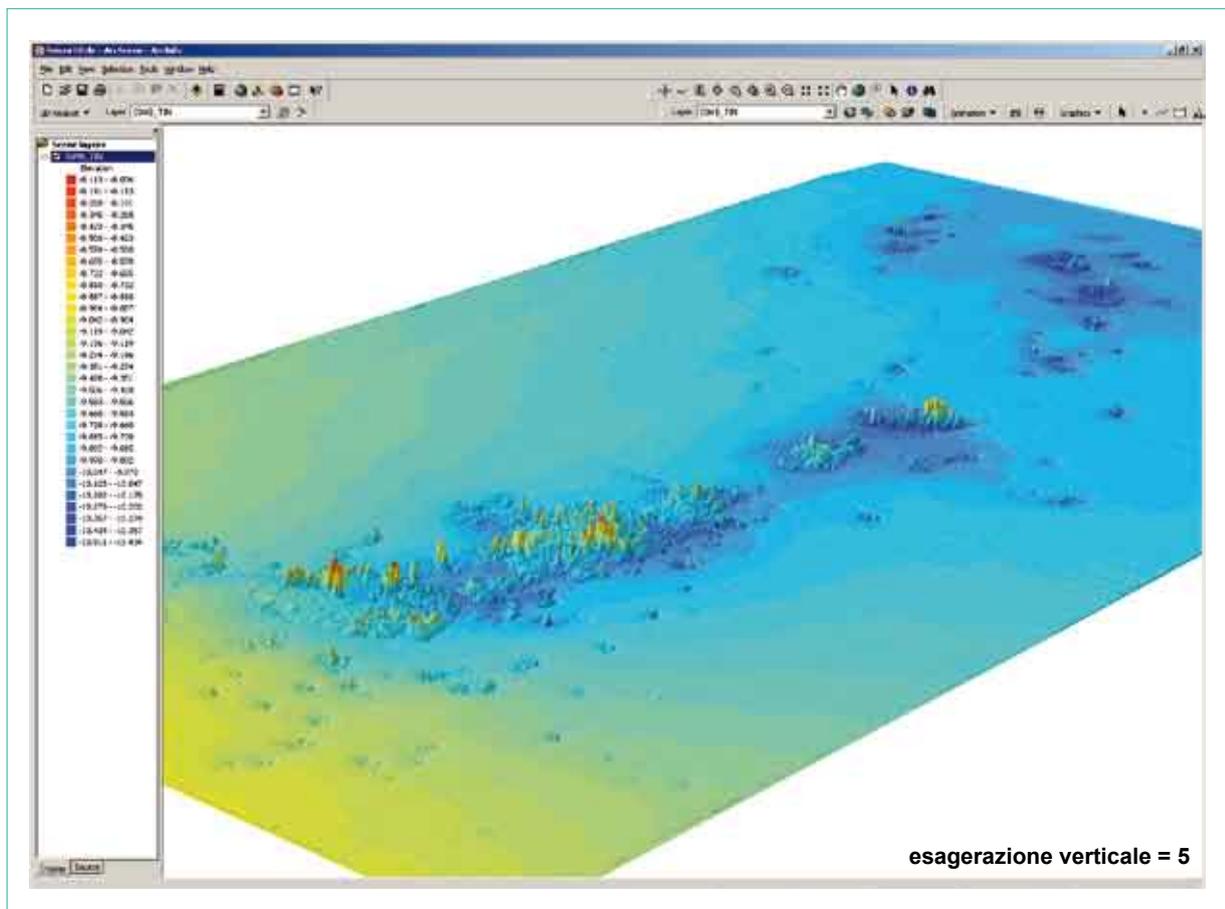


Fig. 8 - Tegnùe di Malamocco. Rappresentazione 3D del DTM di Malamocco.

Nota: esagerazione verticale 5:1

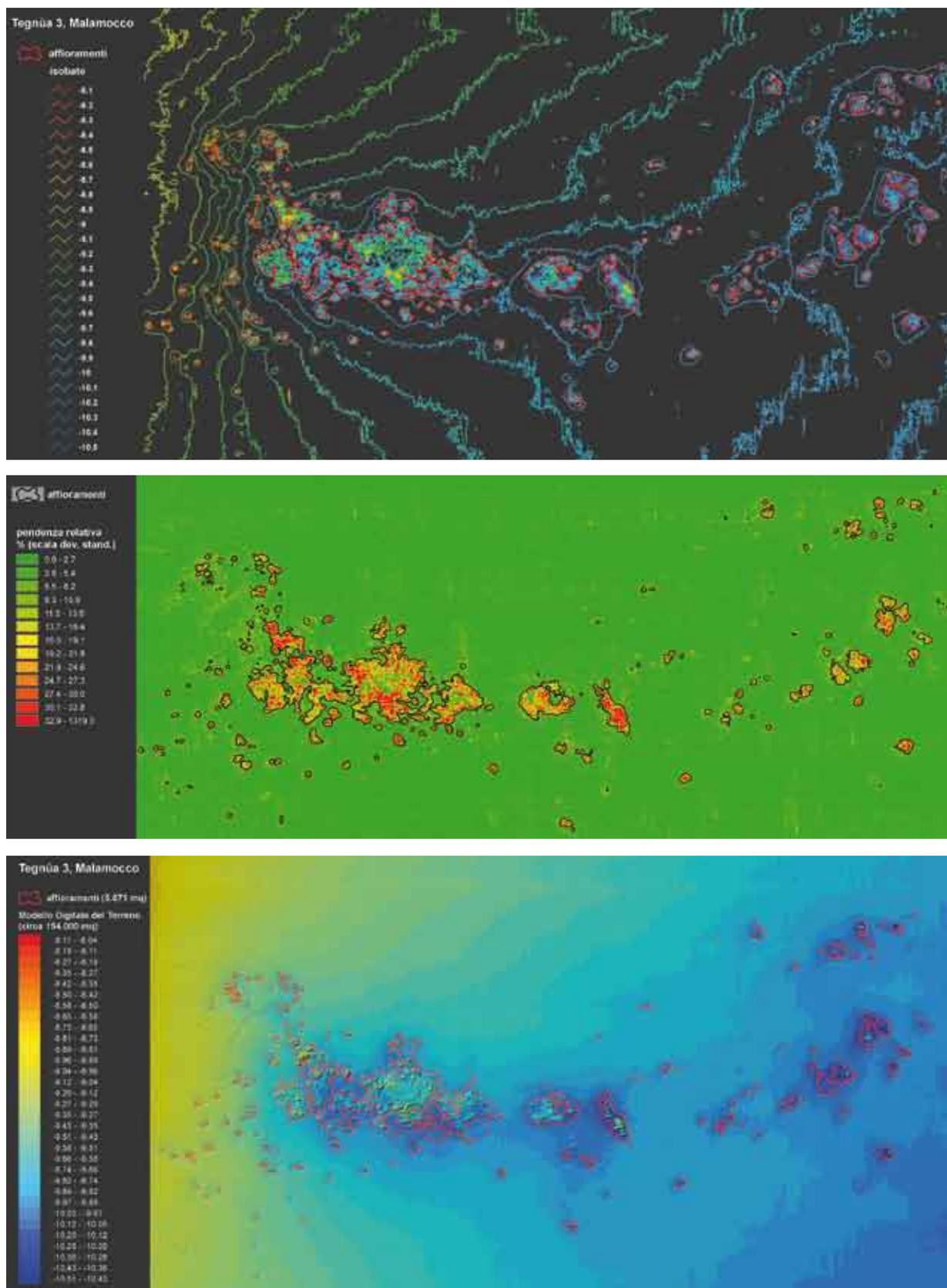


Fig. 9 - Tegnù di Malamocco. Modellazione sul DTM dei layer raffiguranti il rilievo Side Scan Sonar, isobate e pendenza. La linea rossa raffigura il perimetro affioramenti

Considerazioni finali sul metodo messo a punto

La metodologia GIS sopra descritta, applicata a diverse aree con caratteristiche morfologiche molto diverse, ha dimostrato di riuscire non solo a tracciare con precisione il contorno degli affioramenti, ma anche di offrire interessanti spunti per l'interpretazione della loro formazione e dell'influenza che essi esercitano nelle aree circostanti.

Lo studio di questi affioramenti ha infatti evidenziato come sia frequente riscontrare nelle risposte del Sonar e del Multibeam differenze di segnale correlabili alle diverse caratteristiche morfologiche e di tessitura del substrato; queste evidenze introducono la possibilità di identificare separatamente gli affioramenti rocciosi veri e propri dalle "aree di *tegnùa*", intendendo con questo termine la zona di fondale che sebbene non abbia veri e propri affioramenti presenta peculiarità tessiturali, biologiche ed ecologiche specifiche e diverse da quelle dei fondali sabbiosi dell'Alto Adriatico.

In tali aree l'elaborazione di altri strati informativi, e soprattutto di quelli concernenti il dato biologico, possono rappresentare un passo di grande importanza nello studio e monitoraggio delle *tegnùe*, trovando un ruolo importante nel processo di analisi step-by-step adottato in questo lavoro.

Caratterizzazione degli affioramenti in termini dimensionali

Sempre attraverso gli strumenti GIS sono state effettuate delle ulteriori elaborazioni sui dati di progetto finalizzate a mettere in relazione i diversi tematismi relativi agli affioramenti con i Modelli Digitali del Terreno. Ciò ha consentito ad esempio di calcolare la superficie e l'altezza di ogni singolo affioramento e quindi di analizzare la diversa distribuzione morfologica dei rilievi nelle diverse aree di *tegnùa* indagate.

Classe	Superficie (m ²)
piccoli	< 500
medi	500 - 5.000
grandi	5.000 - 10.000
molto grandi	> 10.000
piccoli	< 500
Classe	Altezza (m)
molto bassi	< 0,5
bassi	0,5 - 1
medi	1 - 2
alti	> 2

Volendo interpretare la distribuzione degli affioramenti per dimensioni, altezza ed area di indagine, sono state quindi individuati, applicando il metodo degli intervalli di Jenks ¹, degli intervalli di superficie e di altezza.

Utilizzando queste classi è stato possibile interpretare la morfologia degli affioramenti rocciosi nelle diverse aree indagate.

In Fig. 10 in particolare è rappresentata la dimensione degli affioramenti attraverso dei grafici a torta. Si può notare come la superficie complessiva degli affioramenti (proporzionale alla grandezza delle "torte") sia molto variabile tra le diverse aree di *tegnùa* indagate e al contempo come sia diversa la distribuzione delle classi dimensionali all'interno di ciascuna area.

Analogamente è possibile analizzare le caratteristiche delle diverse tipologie di *tegnùa* attraverso l'analisi dell'altezza degli affioramenti. La Fig. 11 sottostante riporta la distribuzione delle diverse classi di altezza in ciascuna delle zone indagate, evidenziando come le diverse aree di *tegnùa* presentino affioramenti con elevazioni dal fondale molto diversificate.

Dagli esempi riportati si evince facilmente come il Sistema Informativo Tegnùe che è stato messo a punto sia estremamente versatile grazie anche all'interdisciplinarietà dell'informazione in esso archiviata. La rappresentazione cartografica del dato permette, inoltre, di avere una visione d'insieme delle informazioni raccolte sulle singole aree consentendo un primo rapido confronto tra gli affioramenti.

Il Sistema Informativo Tegnùe è stato integrato nel Sistema Dati Mare Veneto (SDMV) del Servizio Acque Marino Costiere di ARPAV. Il SDMV è uno strumento permanente di registrazione dei dati relativi all'ambiente marino-costiero prodotti nell'ambito di più progetti e attività, sia di ARPAV che di altri soggetti di dimensione regionale, nazionale e internazionale che operano sul bacino dell'Alto Adriatico. Oltre alla banca dati relativa alle *tegnùe*, che gioca un ruolo chiave nel processo di conoscenza dell'ambiente in questione, al SDMV affluiscono dati raccolti da varie fonti quali: reti di monitoraggio con stazioni di prelievo manuale periodico, reti di monitoraggio con stazioni automatiche in continuo, campagne di rilevazione straordinarie e serie storiche di dati.

Attraverso questo strumento, ARPAV è in grado di elaborare e analizzare la mole di dati raccolti nel corso degli anni e produrre informazioni di supporto alle attività di controllo e di decisione.

¹ La formazione dei 'Natural Breaks' di Jenks è una procedura algoritmica di ricerca dei punti di rottura della distribuzione, che si fonda sull'utilizzo di indicatori statistici. Tecnicamente, il risultato viene ottenuto con l'applicazione del metodo di ottimizzazione iterativo dovuto a Jenks (1967), che individua le fratture nella distribuzione della variabile con l'aiuto della misura statistica della "bontà di adattamento alla varianza", o Goodness of Variance Fit (GVF).

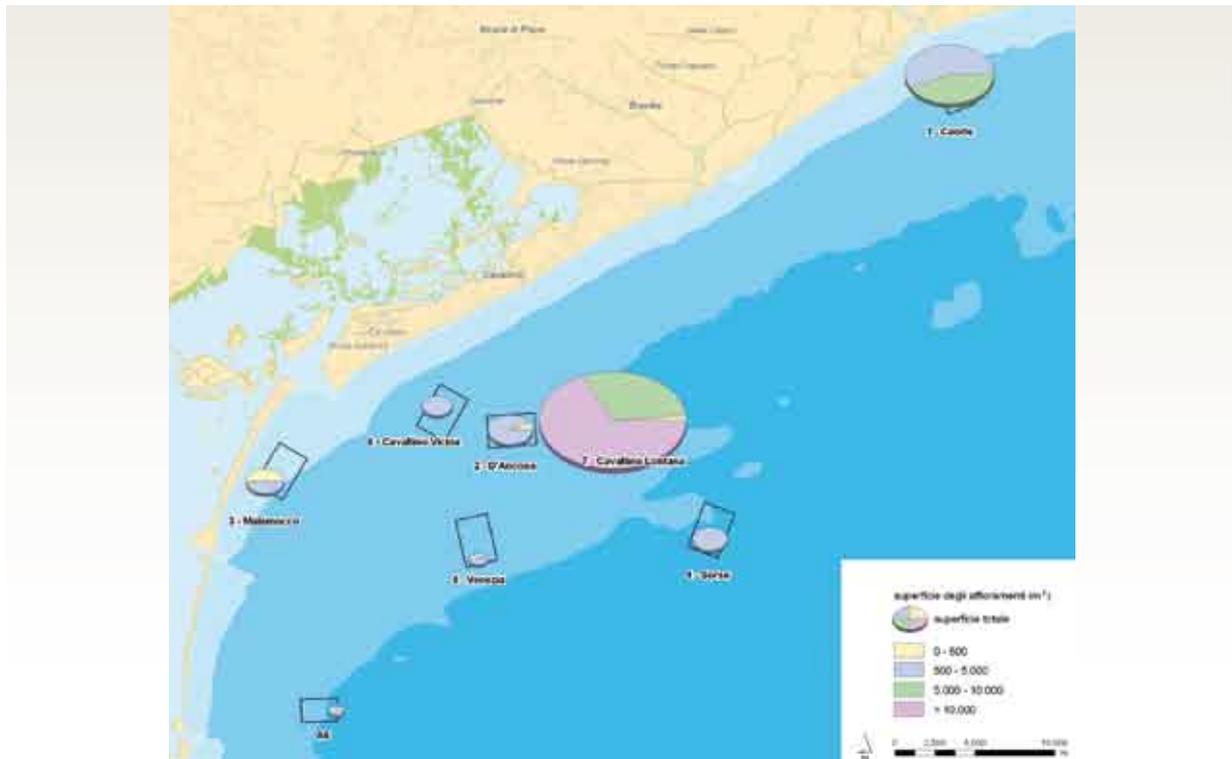


Fig. 10 - Rappresentazione degli affioramenti per classi di superficie (m²)



Fig. 11 - Rappresentazione degli affioramenti per classi di elevazione



Fig. 12 - La screziata corolla di un *Cerianthus membranaceus* fa capolino da un anfratto roccioso

Conclusioni

Luca Mizzan

Gli obiettivi di questa ricerca, e di questo volume in particolare che ne raccoglie alcuni risultati esponendoli in modo scientificamente rigoroso ma accessibile a tutti i lettori anche al di fuori della ristretta cerchia degli addetti ai lavori, era quello di fornire una serie di dati utili alla conoscenza della realtà costituita dalle *tegnùe* nei loro diversi aspetti e nella loro diversificazione su tutto il territorio regionale.

Attraverso questo progetto di ricerca, come abbiamo visto, è stato infatti possibile fornire precise e documentate risposte agli obiettivi prefissati (v. pag. 14 *Obiettivi del progetto*). In particolare:

Acquisire, organizzare, elaborare e rendere immediatamente accessibili a chiunque tutte le informazioni disponibili relative alle *tegnùe*, alla loro localizzazione, estensione, natura, ecologia e quant'altro;

Nella prima fase del progetto sono state acquisite tutte le informazioni disponibili derivanti da pubblicazioni scientifiche, editoriali, cartografiche e quelle fornite dalle Principali Istituzioni ed Autorità interessate (Capitanerie di Porto, Enti di Ricerca, Ministeri) ed inserite in un Sistema Informativo Territoriale (GIS) appositamente realizzato per lo scopo. In questo Sistema sono poi stati inseriti i dati relativi alle aree interdette o vincolate (Depuratori, Aree di Allevamento Ittico, Aree con Divieti ecc.) e a quelle già indagate a questi fini da altri Enti (Consorzio Venezia Nuova per conto del Magistrato alle Acque di Venezia) i cui dati sono stati gentilmente forniti per il progetto. È stata inoltre elaborata una ricerca specifica presso gli stakeholder (pescatori professionisti, sommozzatori, pescasportivi ecc.) mediante interviste realizzate da personale specializzato con la compilazione di una scheda sviluppata appositamente. Questa enorme mole di dati è stata sottoposta a validazione e quindi utilizzata per l'individuazione delle aree da sottoporre ad indagine, al fine di ottimizzare le risorse economiche studiando aree diversificate non solo geograficamente, ma anche sotto il profilo delle dimensioni, delle tipologie e del grado di conoscenza delle *tegnùe* segnalate.

L'intero sistema è attivo e disponibile dal 2007 a chiunque ne sia interessato presso le strutture dell'ARPAV, Osservatorio Alto Adriatico.

Ricerca, identificare e caratterizzare sotto i diversi profili, morfologico, tipologico, chimico-mineralogico e biologico un numero significativo di affioramenti posti in diverse condizioni ed ambienti in modo da essere rappresentativi dell'intera area costiera del Veneto;

Sono stati identificati 7 affioramenti principali e numerosi altri minori in altrettante aree poste lungo il litorale veneto, a distanze variabili dalla costa da meno di un miglio a oltre 10 miglia in profondità che dagli 8 metri sono arrivate a più di 25, rappresentando così le condizioni più diverse esistenti in ambito regionale. Le *tegnùe* principali sono state caratterizzate con metodologie acustiche di precisione, i cui dati sono stati poi elaborati mediante software e metodiche di analisi specificamente realizzate per il progetto, creando cartografie tridimensionali particolarmente accurate da un lato, e per la prima volta la valutazione precisa delle aree effettivamente occupate dagli affioramenti. Per questa valutazione infatti non ci si è basati sul contouring manuale dei perimetri delle *tegnùe*, operazione difficoltosa e soggettiva, ma si è utilizzato un algoritmo di calcolo basato sulle pendenze delle celle della griglia appositamente realizzato per lo scopo. Si è potuto così accertare l'esistenza di *tegnùe* molto grandi, come la *tegnùe* di Caorle, formata da una struttura principale circondata da altri nuclei di discreta grandezza, per una superficie totale di oltre 30.000 mq, la cui struttura risulta però bassa e omogenea, fino a *tegnùe* piccole e discontinue, come quelle di Malamocco, che pur risultando ciascuna talvolta di poche decine o centinaia di metri quadri, si estendono a macchia di leopardo per un area complessivamente notevole.

Le differenze ambientali dovute alle diverse aree di distribuzione, unite alla grandi variabilità morfologica e dimensionale determinano notevoli differenze nelle comunità biologiche presenti. Queste differenze sono state studiate per la prima volta su ampia scala, dimostrando ad esempio, come abbiamo visto, che la componente animale è sempre dominante nel fenomeno di biocostruzione delle *tegnùe* venete. L'abbondante sedimentazione se da un lato infatti diminuisce la componente luminosa che giunge al fondale, dall'altro ostacola l'adesione delle alghe al substrato. L'imponente massa di particellato in sospensione costituisce invece un continuo ed illimitato apporto trofico agli organismi animali filtratori e sospensivori, che costituiscono infatti la maggiore componente in biomassa di questi ambienti. Tuttavia, è stato interessante verificare che la componente algale, pur quantitativamente scarsa è qualitativamente marcata e diversificata e piuttosto variabile nelle diverse aree e tipologie di *tegnùe*. Le alghe incrostanti, come le corallinacee, tipiche del coralligeno mediterraneo, habitat al quale si riconducono normalmente le *tegnùe*, sono invece presenti in modo significativo solo negli affioramenti più lontani dalla costa,

ancorchè situate a profondità maggiori. Solo in queste condizioni, evidentemente, queste alghe trovano le condizioni di sedimentazione sufficientemente limitate da potersi sviluppare, mentre più vicino alla costa, su profondità minori ed in aree sottoposte agli apporti terrigeni costieri (come nelle *tegnùe* di Malamocco o Caorle), l'eccesso di sedimentazione e risospensione dal fondo causato dai movimenti idrodinamici ancora avvertibili sul fondale ne impediscono lo sviluppo. Le comunità animali bentoniche possono in questi ambienti risultare quantitativamente ricchissime, grazie a particolare abbondanza di Poriferi, ma sono sensibilmente diverse da quelle poste più al largo e presentano invece affinità con quelle dei moli foranei e delle aree costiere.

Queste indicazioni risultano utili sia per la comprensione delle diverse articolazioni delle comunità presenti nei vari siti, sia per eventuali progetti di creazione di nuove strutture artificiali, che se si ipotizza dovessero fungere da innesco di nuovi ambienti del coralligeno, comprendendo anche la componente biocostruttrice algale, dovrebbero essere quindi localizzate ad una distanza dalla costa ed in un battente d'acqua tali da renderli compatibili con lo sviluppo di queste alghe incrostanti.

Le *tegnùe* si sono confermate ambienti ricchi di biodiversità anche nella fauna ittica demersale e neotonica, fenomeno evidenziato dalle indagini condotte sperimentalmente sulla *tegnùe* D'Ancona, che hanno confermato il fenomeno di richiamo e protezione che questi ambienti offrono a molte specie ittiche, già ben noto ai pescatori, e denominato dai biologi FAD (*Fish Aggregating Device*).

Complessivamente le *tegnùe* si confermano quindi ambienti ad alta biodiversità, pur nelle loro diversificazioni, in particolare se confrontati con quelli delle aree circostanti e delle lagune costiere, ed arrivano a valori di diversità biologica confrontabili solo con quelli delle praterie a fanerogame, considerate fra gli ambienti più ricchi in biodiversità del Mediterraneo.

Identificare ed applicare metodologie di analisi che permettessero di caratterizzare gli affioramenti indicati nei diversi aspetti della loro ecologia, sia nelle comunità vegetali che animali e che potessero in futuro essere utilizzate in altri siti in modo da garantire la confrontabilità dei dati;

Data l'alta variabilità dimostrata dalle comunità delle *tegnùe* anche su scala spaziale molto limitata, l'applicabilità di metodologie rappresentative nel campionamento di macrobenthos su substrati solidi di questo tipo appariva come una delle problematiche più impegnative da affrontare. In realtà, grazie ad anni di attività di studio su questi affioramenti condotte dallo scrivente nell'ambito delle ricerche del Museo di Storia Naturale

prima, e come responsabile scientifico delle indagini biologiche per il Consorzio Venezia Nuova nell'ambito delle ricerche in mare delle aree di cava per il prelievo delle sabbie per i rinascimenti costieri poi, avevo potuto sperimentare, confrontare ed affinare le diverse metodiche di studio, analisi e caratterizzazione biologica delle *tegnùe*, con indicazioni estremamente precise.

Grazie agli accuratissimi dati derivanti dalle batimetrie di dettaglio e dall'applicazione del principio della stratificazione ambientale, in particolare in questo caso lungo il gradiente verticale, è stato possibile posizionare le aree di campionamento in modo casuale lungo transetti posizionati su zone omogenee, ottenendo una buona caratterizzazione biologica con un numero relativamente limitato di campioni.

Il risultato nell'analisi della similarità dei campioni è stato estremamente confortante. Sia per il fitobenthos che per lo zoobenthos non solo tutti i campioni di ciascuna *tegnùe* hanno presentato maggior somiglianza con quelli dello stesso affioramento rispetto a quelli di altre *tegnùe*, ma spesso anche all'interno dei singoli transetti nello stesso affioramento le differenze sono risultate statisticamente significative (*Fig. 1a e 1b pag. 64 Fitobenthos substrato solido; Tab 2 pag. 84 Zoobenthos substrato solido*). Questo conferma sia la rappresentatività delle superfici adottate che le metodiche utilizzate su questo tipo di biotopi, pur così variabili ed eterogenei nelle loro caratteristiche morfologiche, tipologiche e dimensionali. L'utilizzo di queste metodologie su altri studi e siti in futuro permetterà una migliore confrontabilità dei dati così ottenuti con quelli prodotti dal presente studio, ed un'ottimizzazione delle risorse disponibili con risultati prevedibilmente positivi.

Verificare eventuali differenze fra le comunità macrobentoniche esistenti negli affioramenti esplorati ed analisi critica delle differenze riscontrate; Analizzare le relazioni esistenti fra comunità biologiche e variabili ambientali;

Le comunità delle diverse *tegnùe* sono risultate abbastanza diversificate fra loro, con diversi gradi di affinità in base alle diverse situazioni. Nel fitobenthos, in particolare, si è notato che le macroalghe incrostanti sono caratteristiche degli affioramenti situati più al largo ed in un maggior battente d'acqua, mentre sono praticamente assenti in quelle più vicine alla costa, indipendentemente dalle loro dimensioni, come le *tegnùe* D'Ancona e di Malamocco. In questo caso le evidenti differenze notate sono facilmente riconducibili a variabili ambientali condizionanti, quali la torbidità e il livello di sedimentazione e risospensione a livello del fondo, legate alla profondità dei fondali e alla vicinanza agli apporti terrigeni costieri (e lagunari). La componente macroalgale dominante è sempre rappresentata dalle Rhodophyta, dominanti in tutti gli ambienti sia come numero di specie che come percentuale di substrato ricoperto. Le alghe verdi (Chlorophyta) al contrario pre-

sentano relativamente poche specie che contribuiscono tuttavia a diversificare la componente fitobentonica, mentre la superficie colonizzata da queste alghe resta sempre attorno a valori bassissimi. Pur presentando in molti affioramenti un discreto numero di specie, quindi, la componente macroalgale nel suo complesso dal punto di vista quantitativo, espresso in valori di copertura sul substrato, rimane molto bassa, oscillando fra il 2% ed il 6% al massimo.

La grande biomassa ed i grandi valori di ricoprimento osservati sono quindi determinati dalle specie animali, che a loro volta sono dominate da filtratori e sospensivori, risultati quindi i gruppi trofici percentualmente dominanti. I gruppi coloniali come Poriferi ed alcuni Tunicati possono presentare valori di biomassa veramente notevoli, pur dimostrando un diverso grado di adattabilità alle diverse condizioni edafiche. Anche i fenomeni di biocostruzione, nella frazione organogena delle *tegnùe*, appare per la maggior parte determinata da animali biocostruttori, favoriti dalle condizioni di disponibilità trofica. Tuttavia, in casi di particolare abbondanza, la sedimentazione e la risospensione del particellato e dei limi può arrivare a livelli tali da diventare fattore limitante ed ostacolare i fenomeni di biocostruzione, così come la presenza di altre specie sensibili, pur caratteristiche delle *tegnùe*.

Complessivamente questi biotopi hanno dimostrato di possedere comunità ricche e diversificate, con valori di biomassa spesso molto alti. Tuttavia lo sviluppo di comunità particolarmente complesse e ricche delle specie caratteristiche delle *tegnùe* sembra richiedere un battente d'acqua e una certa distanza dalla costa, in assenza delle quali fenomeni di risospensione per l'azione ancora avvertibile sul fondo dell'idrodinamica superficiale e di apporti terrigeni conferiscono alle comunità delle *tegnùe* affinità più marcatamente costiere, come quelle rinvenibili a profondità simili sui moli foranei.

Oltre che profondità e distanza dalla costa la diversificazione delle comunità delle *tegnùe* ha dimostrato una correlazione significativa anche con la morfologia degli affioramenti. In particolare, per la componente fitobentonica, si sono evidenziate relazioni fra la strutturazione dei popolamenti e le dimensioni dell'affioramento e l'elevazione dal fondale (altezza) delle *tegnùe*. Non sono risultate invece relazioni significative delle comunità biologiche presenti nelle *tegnùe* con le diverse tipologie chimiche mineralogiche delle strutture studiate, che sembrano quindi non influenzare particolarmente la composizione dei popolamenti presenti.

Una sezione del progetto ha riguardato inoltre lo studio delle comunità dei fondali mobili circostanti le *tegnùe* e la verifica di un'eventuale influenza esercitata su queste comunità dagli affioramenti rocciosi. In questo caso le relazioni esistenti si sono rivelate particolarmente complesse da analizzare e non sempre rilevanti, ma è stato comunque possibile evidenziare un'interazione significativa degli affioramenti di estensione maggiore sulle

comunità circostanti. In particolare sulle *tegnùe* di maggiori dimensioni le comunità dei fondali mobili limitrofi presentavano infatti indici di ricchezza specifica e biomassa decrescenti mano a mano che ci si allontanava dall'affioramento. Ciò può essere interpretato come capacità di complessazione delle comunità da parte delle *tegnùe* che fungono da centro aggregante, ma anche come effetto protettivo dall'effetto depauperante operato dalla pesca professionale, sempre più impattante all'allontanarsi dall'area di protezione offerta dall'affioramento.

Un'ultima sezione della ricerca è stata infine dedicata a verificare l'importanza delle *tegnùe* da un punto di vista alieutico, mediante una serie di pescate standard condotte sulla *tegnùe* D'Ancona con sei reti da 100 m ciascuna, 4 collocate all'interno dell'affioramento e due all'esterno, nelle immediate vicinanze, condotte con cadenza mensile da gennaio a settembre del 2005. La metodica, già applicata in un precedente studio condotto dalla provincia, ha permesso di confrontare i dati con quelli preesistenti. I risultati dello studio hanno dimostrato che la *tegnùe* D'Ancona rappresenta un punto di aggregazione per molte specie ittiche bentoniche, demersali, ma in alcuni casi anche pelagiche, esplicando il fenomeno denominato tecnicamente FAD (Fish Aggregating Device), tipicamente prodotto da grandi aggregati di strutture solide su substrati mobili (o su altri ambienti monotoni). Il massimo delle catture si è verificato nei mesi invernali, periodo nei quali le *tegnùe* sembrano essere utilizzate da molte specie ittiche come ambiente rifugio per lo svernamento, sia per la possibilità di riparo che per il reperimento di cibo in un periodo di minor disponibilità trofiche. Interessante è stato inoltre la cattura di esemplari adulti di *Homarus gammarus* (Astice) all'esterno degli affioramenti, documentando anche per i nostri ambienti la già osservata mobilità in alcune situazioni di esemplari adulti di questa specie. Ciò potrebbe indicare la capacità di adulti di questa specie di colonizzare direttamente altri biotopi favorevoli anche a distanza di alcuni chilometri dal punto di partenza, come già osservato altrove (v.p. 132), e quindi non solo attraverso la fase larvale, in grado comunque di coprire distanze decisamente maggiori.

Bibliografia

- AIROLDI L., RINDI F., CINELLI F., 1995 - Structure, seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. *Bot. Mar.* **38**: 227-237.
- AIROLDI L., 2003 - The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, **41**: 161-236.
- ALEFFI F., DELLA SETA G., GORIUP F., LANDRI P., OREL G., 1995 - Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico Settentrionale e del Golfo di Trieste. *Atti del Congresso "Evoluzione dello stato trofico in Adriatico" Regione Emilia Romagna*, Marina di Ravenna 28-29/9/1995 81-99 pp..
- AMBROGI R., FONTANA P., SALA I., 2001 - Long term series (1979-93) of macrobenthos data on the soft bottoms in front of the po river delta. *Archo Oceanogr. Limnol.* **22** (2001), 167-174.
- ANDREOLI A.R., 1979 - Geo-idrologia di affioramenti rocciosi litorali veneziani. *Quaderni civ.staz.idrobiol. Milano* **7**: 100-124.
- ANDEROLI A.R., 1981 - Nuove tecniche di campionamento in immersione nello studio di una biocenosi bentonica di fondi duri naturali presso Venezia. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia* **32**: 7-32.
- ASMUS H., ASMUS R.M., 1990 - Trophic relationships in tidal flat areas: to what extent are tidal flat dependent on imported food? *Neth. J. Sea Res.* **27**: 93-99.
- BACCHIOCCHI F., AIROLDI L., 2003 - Distribution and dynamics of epibionta on hard structures for coastal protection. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **51**: 1157-1166.
- BALLATA D., PIAZZI L., PICA D., CINELLI F., 2004 - Influenza della sedimentazione su un popolamento coralligeno Mediterraneo. *XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6 Ottobre)*, Siena.
- BALLESTEROS E., 2006 - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Ocean. And Marin. Biol.: Ann. Rev.* **44**: 123-195.
- BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C., POIZAT C., 1994 - Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. *Collection Patrimoines naturels*, volume **19**. Secrétariat de la faune et de la flore / MNHN, Paris, 246 pp..
- BENACCHIO N., 1938 - Osservazioni sistematiche e biologiche sulle Zosterace dell'Alto Adriatico. *Thalassia*, **3** (3): 3-41.
- BENEDETTI-CECCHI L., BULLERI F., CINELLI F., 2000 - The interplay of physical and biological factors in maintaining mid-shore and low-shore assemblages on rocky coasts in the north-west Mediterranean. *Oecologia*, **123**: 406-417.
- BENEDETTI-CECCHI L., AIROLDI L., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., 2003 - Metodi sperimentali per la valutazione di influenze antropiche su popolamenti ed ambienti marini costieri. *Biol. Mar. Medit.* **10**: (Suppl.): 485-508.
- BIANCHI C.N., 1983 - Ecologia e distribuzione dei Policheti Serpuloidei nella laguna veneta (Adriatico Settentrionale). *Atti Mus. civ. St. nat. Trieste* **35**: 159-172.
- BIANCHI C. N., 2001 - La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biol. Mar. Medit.* **8** (1): 112-130.
- BIDDITTU A., PANNOCCHI A., PENNA M., TRABUCCO B., AMATO E., LORENZI C., FRESI E., 2000 - Osservazioni preliminari sulla comunità macrozoobentonica dei fondi mobili del Molise e confronto con i dati del Vatova del 1949. *Biol. Mar. Medit.* **7** (1): 641-644.
- BOERO F., BALDUZZI A., BAVESTRELLO G., CAFFA B., CATTANEO VIETTI R., 1986 - Population dynamics of *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria: Anthomedusae) on the Portofino Promontory (Ligurian Sea). *Mar. Biol.* **92**: 81-85.
- BOERO F., RINALDI A., 2008 - La biodiversità e i macrodescrittori della storia dell'Adriatico. *Biol. Mar. Mediterr.* **1**: 450-456.
- BOLDRIN A., 1979 - Aspetti ecologici delle formazioni rocciose dell'Alto Adriatico. *Atti Conv. Scien. Naz. Prog. Oceanog.*: 1197-1207.
- BOUDOURESQUE C.F., 1971 - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, **3** (1): 79-104.
- BRAGA G., STEFANON A., 1969 - Beachrock ed Alto Adriatico: aspetti paleogeografici, climatici, morfologici ed ecologici del problema. *Atti Ist. Ven. Scienze Lettere Arti* **127**: 351-366.
- BRAY R.J., CURTIS J.T., 1957 - An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monograph*. **27**: 325-349.
- BRESSAN G., BABBINI L., GHIRARDELLI L., BASSO D., 2001 - Bio-costruzione e biodistruzione di Corallinales nel Mar Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.* **8** (1): 131-174.

- CALCINAI B., BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., SARÀ M., 2001 - Il ruolo dei poriferi nei processi bioerosivi dei substrati organogeni. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 181-190.
- CARESSA S., CESCHIA C., OREL G., TRELEANI R., 1995 - Popolamenti attuali e pregressi nel Golfo di Trieste da Punta Salvatore a Punta Tagliamento (Alto Adriatico). In: Cinelli F., Fresi E., Lorenzi C., Mucedola A. (ed.), *La Posidonia oceanica. Supplemento alla Rivista Marittima*, **12**: 160-173.
- CARESSA S., GARDINI E., MAROCCO R., TUNIS G., 2001 - Caratteri geomorfologici degli affioramenti rocciosi del Golfo di Trieste (Adriatico settentrionale). *Gortania Atti Mus. Friulano Dt. Nat. Udine*. **23**: 5-29.
- CASELLATO S., SICHIROLLO E., CRISTOFOLI A., MASIERO L., SORESI S., 2005 - Biodiversità delle "Tegnùe" di Chioggia, zona di tutela biologica nel Nord Adriatico. *Biol. Mar. Medit.* **12** (1): 69-77.
- CASELLATO S., MASIERO L., SICHIROLLO E., SORESI S., 2007 - Hidden secrets of the Northern Adriatic: "Tegnùe", peculiar reefs. *Central European Journal of Biology* **2** (1): 122-136.
- CASELLATO S., STEFANON A., 2008 - Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview. *Marine Ecology* **29**: 321-341.
- CAVAZZONI S., 1995 - La laguna: origine ed evoluzione. In: Caniato G., Turri E., Zanetti M. (ed.), *La laguna di Venezia. UNESCO-Cierre Ed.*, Verona: 41-78.
- CHAPMAN A.R.O., CRAIGIE J.S., 1977 - Seasonal growth in *Laminaria longicuris*: relations with dissolved inorganic nutrients and internal reserves of nitrogen. *Mar. Biol.*, **40**: 107-205.
- CHEMELLO R., MILAZZO M., 2002 - Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal mollusks. *Mar. Biol.*, **140**: 981-990.
- CLARKE K.R., 1990 - Comparison of dominance curves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **138**:143-157.
- CLARKE K.R., 1993 - Non parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, **18**: 117-143.
- CLARKE K.R., GREEN R.H., 1988 - Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **46**: 213-226.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M., 1998 - Quantifying structural redundancy in ecological communities. *Ecologia*. **113**: 278-289.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M., 2001 - Change in marine communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. *2nd edition PRIMER-E*, Plymouth, UK 172 pp..
- COCITO S., BEDULLI D., SGORBINI S., 2002 - Distribution patterns of the sublittoral epibenthic assemblages on a rocky shoal in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Sci. Mar.* **66**: 175-181.
- CORMACI M., FURNARI G., 1991 - Phytobenthic communities as monitoring of the environmental conditions of the Brindisi coast-line. *Oebalia*, **17**, Suppl. 1: 177-198.
- CORMACK R.M., 1971 - A review of classification. *J. R. Statist. Soc. Ser. A* **134**: 321-367.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., IURI M., SCATTOLIN M., 1999 - Benthic marine algae of the inlets of the lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea - Italy) concerning environmental conditions. *Acta Adriatica*, **40** (1): 111-121.
- CURIEL D., OREL G., MARZOCCHI M., 2001 - Prime indagini sui popolamenti algali degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze* **LXXX**: 3-16.
- CURIEL D., MIOTTI C., MARZOCCHI M., 2008 - Distribuzione quali-quantitativa delle macroalghe dei moli foranei della Laguna di Venezia. *Biol. Mar. Medit.*, **15** (1): 97-100.
- DAVIS A.R., WRIGHT A.E., 1990 - Inhibition of larval settlement by natural products from the ascidian *Eudistoma olivaceum* (Van Name). *J. Chem. Ecol.* **16**: 1349-1357.
- DAYTON P.K., 1971 - Competition, disturbance and community organization: the prevision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.* **54**: 253-289.
- DELLA CROCE N., CATTANEO VIETTI R., DANOVARO R., 1997 - Ecologia e protezione dell'Ambiente Marino Costiero. *UTET*: 426 pp..
- FAVERO V., 1979 - Aspetti dell'evoluzione recente dell'Alto Adriatico. *Atti convegno scient. naz. Oceanografia e fondi marini*, Roma: 1219-1231.
- FAVA F., PONTI M., ABBIATI M., 2009 - Coralligenous assemblages in the northern Adriatic continental shelf. *Proceedings of the 1st Mediterranean Symposium on the Coralligenous and other calcareous bio-concretiums of the Mediterranean Sea* (Tabarka, 15-16 January 2009).

- FEDRA K., ÖLSCHER E.M., SCHERÜBEL C., STACHOWITSCH M., WURZIAN R. S., 1976 - On the ecology of a North Adriatic benthic community: Distribution, standing crop and composition of the macrobenthos. *Marine Biology*, **38** (2): 129-145.
- FELDMANN J., 1937 - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la côte des Albères. *Wolf. Rouen.*: 339 pp.
- FERDEGHINI F., ACUNTO S., COCITO S., CINELLI F., 2000 - Variability at different spatial scales of a coralligenous assemblage at Giannutri Island (Tuscan Archipelago, NW Mediterranean). *Hydrobiologia* **440**: 27-36.
- FIELD J.G., CLARKE K.R., WARWICK R.M., 1982 - A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **8**: 37-52.
- FOWLER J., CHOEN L., 2002 - Statistica per ornitologi. 2^a ed. *Franco Muzzio Editore* ISBN 88-7413-027-9, 240 pp..
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., 2003 - Biodiversità marina delle coste italiane: Catalogo del Macrofitobenthos. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (1): 1-483.
- GABRIELE M., BELLOT A., GALLOTTI D., BRUNETTI R., 1999 - Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cah. Biol. Mar.* **40**: 65-76.
- GAMULIN-BRIDA H., 1967 - The benthic fauna of the Adriatic Sea. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* **5**: 535-568.
- GAMULIN-BRIDA H., 1974 - Biocenoses benthiques de la Mer Adriatique. *Acta Adriatica* **15** (9): 1-103.
- GASTON G.R.M, NASCI J.C., 1988 - Trophic structure of macrobenthic communities in the Calcasieu Estuary, Louisiana. *Estuaries*, **11**: 192-200.
- GIACCONE G., 2007 - Coralligenous assemblage as underwater seascape: distribution off Italian coasts. *Biol. Mar. Medit.*, **14** (2): 124-141.
- GIACCONE G., ALONGI G., PIZZUTO F., COSSU A., 1994 - La vegetazione marina bentonica sciafila del Mediterraneo: III. Infralitorale e circalitorale. Proposte di aggiornamento. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, **27**: 201-227.
- GIACCONE G., PIGNATTI A., 1967 - Studi sulla produttività primaria del fitobenthos nel Golfo di Trieste - I: Flora sommersa del Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, **3**: 1-17.
- GIACCONE G., DI MARTINO V., 1997 - Syntaxonomic relationship of the mediterranean phytobenthos assemblages: paleoclimatic bases and evolutive tendencies. *LaGascallia*. **19** (1-2): 129-144.
- GIOVANARDI O., CRISTOFALO G., MANZUETO L., FRANCESCHINI G., 2003 - New data on biogenetic reefs (*Tegnùe* of Chioggia) in Adriatic. *Proceed. 6th Intern. Conf. MEDCOAST03*, Ravenna : 1895-1904.
- GOODBODY I., GIBSON J., 1974 - The biology of *Ascidia nigra* (Savigny). V. Survival in populations settled at different time of the year. *Biol. Bull.* **146**: 217-237.
- GORDINI E., MAROCCO R., VIO E., 2002 - Stratigrafia del sottosuolo della « trezza grande » (Golfo di Trieste, Adriatico Settentrionale). *Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale*. **24** : 31-63.
- GORDINI E., RAMELLA R., ROMEO R., DEPONTE M., MAROCCO R., 2004 - Indagini acustiche sugli affioramenti rocciosi del Golfo di Trieste (Adriatico Settentrionale). *Gortania*. **26**: 5-24.
- GUARNIERI G., TERLIZZI A., FRASCHETTI S., 2005 - Effetti della natura e complessità del substrato sull'insediamento di popolamenti sessili. *Atti XV Congresso della Società Italiana di Ecologia - Torino 2005*.
- GUIDETTI P., BIANCHI C.N., CHIANTORE M., SCHIAPPARELLI S., MORRI C., CATTANEO-VIETTI R., 2004 - Living on the rocks: substrate mineralogy and the structure of subtidal rocky substrate communities in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **274**: 57-68.
- HICKS G.R.F., 1980 - Structure of phytal harpacticoid copepod assemblages and the influence of habitat complexity and turbidity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **44**: 157-192.
- HISCOCK K., HOARE R., 1975 - The ecology of sublittoral communities at Abereiddy Quarry, Pembrokeshire. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* **55**: 833-864.
- IRVING A.D., CONNELL S.D., 2002a - Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia*, **41**: 517-522.
- IRVING A.D., CONNELL S.D., 2002b - Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitat: algal versus invertebrate dominated assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, **245**: 83-91.
- JACCARD P., 1901 - Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin del la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* **37**: 547-579.
- JARDAS I., SANTIC M., PALLAORO A., 2004 - Diet composition of the eagle ray, *Myliobatis aquila* (Chondrichthyes: Myliobatidae), in the Eastern Adriatic Sea. *Revue Internationale d'Icthyologie* Vol. **28**, n° 4, 2004.
- JONES D.J., 1973 - Variation in trophic structure and species composition of some invertebrate communities in polluted kelp forests in the North Sea. *Mar. Biol.*, **20**: 351-365.
- JOSSelyn M.N., WEST J.A., 1985 - The distribution and temporal dynamics of the estuarine macroalgal community of San Francisco Bay. *Hydrobiologia*, **129**: 139-152.

- LABOREL J., 1961 - Le concretonnement algal "coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*. **23** (37): 37-60.
- LAMBHEAD P.J.D., PLATT H.M., SHAW K.M., 1983 - The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on assessment of dominance and diversity. *J. nat. Hist.* **17**: 859-874.
- LOYA Y., 1978 - Plotless and transect methods. In: Stoddart D.R., Johannes R.E. (eds), Coral reefs: research methods. *UNESCO, Paris, Monographs on oceanographic methodology*, **5**: 197-217.
- LÜNING K., 1993 - Environmental and internal control of seasonal growth in seaweeds. *Hydrobiologia*, **260/261**: 1-14.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE - SELC, 2005 - Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche di substrato molle (macro e meiozoobenthos e macrofitobenthos) in Laguna di Venezia (2002-2003-2004). Rapporto finale. *Prodotto dal concessionario Consorzio Venezia Nuova*.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE - MIZZAN 2006 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Relazione finale. *Prodotto dal concessionario Consorzio Venezia Nuova*.
- MAIO G., MARCONATO E., BURATTO T., SALVIATI S., DE GIROLAMO M., GIACOMELLO E., MIZZAN L., 2004 - I popolamenti ittici delle Tegnùe. *Provincia di Venezia*, 60 pp..
- MANCA B.B, FRANCO P., PASCHINI E., 2001 - Seasonal variability of the hydrography in the Adriatic Sea: Water mass properties and Circulation Mediterranean Ecosystems Structures and processes. Edited by: *Springer-Verlag Italia*, Milano.
- MARGALEF R., 1958 - Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, **3**: 36-71.
- McQUAID C., BRANCH G.M., 1984 - Influence of sea temperature, substratum and wave exposure on rocky intertidal communities: an analysis of faunal and floral biomass. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **19**: 145-151.
- MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S., 1993-1995 - Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna. Vol 2-31, 107-110.
- MIZZAN L., 1992 - Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*. **41** (1990): 7-54.
- MIZZAN L., 1994 - Malacocenosi in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi (2): analisi comparativa fra popolamenti di substrati naturali ed artificiali. *Lavori Soc. Ven. Scien. Nat. Venezia* **18**: 83-88.
- MIZZAN L., 1995 - Le "Tegnùe". Substrati solidi naturali del litorale veneziano: Potenzialità e prospettive. *ASAP Venezia*: 46 pp..
- MIZZAN L., 2000 - Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane: primi risultati di un progetto di indagine. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **50** (1999): 195-212.
- MIZZAN L., FUSCO M., TRABUCCO M., 2006 - Caratteristiche generali e tipologie. In: ARPAV e MSN Venezia (ed.), *Le tegnùe, ambiente, organismi, curiosità*. ARPAV Ed, Venezia: 6-7.
- MOLIN E., GABRIELE M., BRUNETTI R., 2003 - Further news on hard substrate communities of the Northern Adriatic Sea with data on growth and reproduction in *Polycitor adriaticus* (von Drasche, 1883). *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **54**: 19-28.
- MOLIN E., GOMIERO M., ZANELLA M., 2006 - Monitoraggio fotografico della comunità bentonica nel campo sperimentale. Il campo sperimentale in mare: prime esperienze nel veneto relative a elevazioni del fondale con materiale inerte. *Quaderno ARPA-Veneto*, ISBN 88-7504-104-0: 123-133
- MOLIN E., BOCCIM., PICONE M., PENNA G., ZANOVELLO G., 2008 - Analisi fotografica del megabenthos in tre affioramenti rocciosi (tegnùe) del Golfo di Venezia (Nord Adriatico). *Biol. Mar. Mediterr.* **15** (1): 276-277.
- MOLIN E., FIORIN R., RICCATO F., ARTICO G., CAMPACI P., 2009a - Comunità macrobentonica di tre substrati rocciosi del Golfo di Venezia (Nord Adriatico). *Biologia Marina Mediterranea* **16** (1): 278-279.
- MOLIN E., RICCATO F., FIORIN R., ARTICO G., CAMPACI P., 2009b - Analisi della comunità bentonica di substrato molle in un'area del Golfo di Venezia. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **60**: 3-16.
- MORGANTI C., COCITO S., SGORBINI S., 2001 - Contribution of bioconstructors to coralligenous assemblages exposed to sediment deposition. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 283-286.
- NARAJO S.A., CARBALLO J.L., GARCÍA GÓMEZ J.C., 1996 - Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (Southern Spain). Possible marine bioindicators? *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **144**: 119-131.
- NEWTON S.R., STEFANON A., 1975 - The "Tegnùe de Ciosa" area: patch reefs in the northern Adriatic Sea. *Marine Geology* **46**: 279-306.
- NEWTON S.R., STEFANON A., 1976 - Primi risultati dell'uso simultaneo in Alto Adriatico di side scan sonar, sub bottom profiler ed ecografo. *Mem. Biogeogr. Adriat.* **9**: 33-66.
- NEWTON S.R., STEFANON A., 1982 - Side-scan sonar and subbottom profiling in the northern Adriatic Sea. *Marine Geology* **46**: 279-306.
- OCCHIPINTI AMBROGI A., 1995 - La Laguna di Venezia: ambiente di conservazione e di invasioni. *S.IT.E. Atti*, **16**: 115-117.

- OLIVI G., 1792 - Zoologia adriatica. *Reale Accademia Sc. Lettere Arti*: 344 pp..
- OREL G., MAROCCO R., VIO E., DEL PIERO D., DELLA SETA G., 1987 - Sedimenti e biocenosi bentoniche tra la foce del Po ed il golfo di Trieste. *Bull. Eco/.*, t. **18**, 2: 229-241.
- OREL G., FONDA UMANI S., ALEFFI F., 1993 - Iposie e anossie di fondali marini. L'Alto Adriatico e il Golfo di Trieste. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Regionale Ambiente, Trieste. Osservazioni preliminari sulla comunità macrozoobentonica del Molise e confronto con i dati del Vatova. 104 pp.
- OTT J.A., 1991 - The Adriatic benthos: problems and perspectives. In G. Colombo, I. Ferrari, V.D. Ceccherelli & R. Rossi (eds): Marine eutrophication and population dynamics. 25th Europ. mar. Bio/. Symp. Ferrara: 367-378. Olsen & Olsen, Fredensborg.
- PERES J.M., 1967 - The Mediterranean benthos. *Oceanogr. mar. Bio/. Ann. Rev.* **5**: 449-533.
- PÉRÈS J.M., PICARD J., 1964 - Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la mer Méditerranée. *Ree. Trav. Sta. Mar. Endoume* **31** (47): 5-137.
- PIAZZI L., BALATA D., PERTUSATI M., CINELLI F., 2004 - Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substratum inclination. *Botanica Marina*, **47**: 105-115.
- PIELOU E.C., 1966 - The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* **13**: 131-144.
- PONTI M., 2001 - Aspetti biologici ed ecologici delle "tegnùe": biocostruzione, biodiversità e salvaguardia. *Chioggia, rivista semestrale di studi e ricerche del Comune*, **18**: 179-194.
- PONTI M., FRANCESCHINI G., GIOVANARDI O., MAZZOLDI C., MESCALCHIN P., RASOTTO M.B., TAGLIAPIETRA D., ZANON V., ABBIATI M., 2005 - Tegnùe di Chioggia: un progetto per la valorizzazione e gestione della zona di tutela biologica. In: Riassunti del 36° Congresso nazionale della Società Italiana di Biologia Marina. Trieste. *SIBM* 324 pp..
- PONTI M., MASTROTOTARO F., 2006 - Distribuzione dei popolamenti ad ascidie sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia (Venezia). *Biologia Marina Mediterranea* **13** (1): 621-624.
- PONTI M., TUMEDEI M., COLOSIO F., ABBIATI M., 2006 - Distribuzione dei popolamenti epibentonici sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia (Venezia). *Biologia Marina Mediterranea* **13** (1): 625-628.
- RAC/SPA, 2003 - The coralligenous in the Mediterranean Sea - Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. www.rac-spa.org.tn
- RELINI G., 2000 - Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 173-211.
- RISMONDO A., CURIEL D., CECCONI G., CERASUOLO C., RICCATO F., TORRICELLIP., 2008 - The Malamocco breakwater: summing up the coast - offshore interactions. In: Campostrini P. (ed.) A changing coast: challenge for the environmental policies. *Proceedings of the IX International Conference LITTORAL 2008*, Venice, Italy, 25-28 November 2008. Arzanà, Venice. (electronic publication).
- SACCHI C.F., 1977 - La "lacune nord-adriatique" et son influence sur l'écologie des Gastéropodes d'uniques. *Prémises méthodologiques. Atti Soc. It. Sc. Nat.* **118**: 213-225.
- SACCHI C.F., 1979 - The coastal lagoons of Italy. In: Jefferies & Davy Eds. Ecological Processes in coastal environments. *Blackwell Scientific Publications. Oxford*: 593-601.
- SACCHI C.F., MORRI C., OCCHIPINTI AMBROGI A., SCONFIETTI R., 1983 - Nouveaux éléments pour la zoogéographie lagunaire de la Haute Adriatique. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* **28** (6): 225-228.
- SACCHI C.F., BIANCHI C.N., MORRI C., OCCHIPINTI AMBROGI A., SCONFIETTI R., 1985 - Biogéographie des lagunes côtières nord-adriatiques. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* **29** (4): 163-166.
- SACCHI F., OCCHIPINTI AMBROGI A., SCONFIETTI R., 1989 - Les lagunes nord-adriatiques: un environnement conservateur ouvert aux nouveutes. *Bull. Soc. Zool. De France* **114** (3): 47-60.
- SARÀ M., 1968 - Un Coralligene di piattaforma (coralligène de plateau) lungo il litorale pugliese. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **15** (Suppl.): 139-150.
- SARÀ M., 1971 - Le peuplement du coralligène des Pouilles. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **20** (3): 235-237.
- SARTORETTO S., 1996 - Vitesse de croissance et bioérosion des concrétionnements «coralligènes» de Méditerranée nord-occidentale. Rapport avec les variations Holocènes du niveau marin. *Thèse Doctorat d'Écologie*, Université d'Aix -Marseille, II. 194 pp..
- SHANNON C.E., WEAVER W., 1949 - The mathematical theory of communication. Urbana, Univ. Illinois Press.
- SEAPY R.R., LITTLER M.M., 1982 - Population and species diversity fluctuations in a rocky intertidal community relative to severe aerial exposure and sediment burial. *Mar. Biol.*, **71**: 87-96.
- SIMONETTI G., 1968 - Variazione dei popolamenti di Zosteracee nel golfo di Trieste durante gli ultimi decenni. *Arc. Oceanogr. Limnol.*, Suppl. **15**: 107-114.
- SMITH I.P., JENSEN A.C., COLLINS K.J., MATTEY

- E.L., 2001 - Movement of wild European lobsters *Homarus gammarus* in natural habitat. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. **222**: 177-186.
- SOLOMON D.L., 1979 - A comparative approach to species diversity. In Ecological diversity in theory and practice. *Grassle & al. Eds. Fairland U.S.A.*: 29-36.
- SORENSEN T., 1948 - A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. *K. Danske Vidensk. Selk.* **5**: 1-34.
- SORESI S., CRISTOFOLI A., MASIERO L., CASELLATO S., 2004 - Benthic communities of rocky outcrops in the Northern Adriatic sea: a qualitative survey. *Rapp. 37° Congrès Comm. Int. Expl. Sc. Mer Médit.*
- STEFANON A., 1966 - First notes on the discovery of outcrops of beach rock in the Gulf of Venice (Italy). *XX Congrès-Assemblée Plénière de la C.I.E.S.M.M. in Rapp. Comm. int. Mer. Médit.* **19** (4): 648-649.
- STEFANON A., 1967 - Formazioni rocciose del bacino dell'Alto Adriatico. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti* **125**: 79-89.
- STEFANON A., 1970 - The role of beachrock in the study of the evolution of the North Adriatic Sea. *Mem. Biogeogr. Adriat.* **8**: 79-99.
- STEFANON A., 2001 - Cenni sulla geologia e sugli organismi costruttori delle "Tegnùe". *Chioggia - Rivista di Studi e ricerche; Quaderni.* **XVIII**: 171-177.
- STEFANON A., MOZZI C., 1972 - Esistenza di rocce organogene nell'Alto Adriatico al largo di Chioggia. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti* **130**: 405-499.
- STENECK R.S., DETHIER M.N., 1994 - A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, **69**: 476-498.
- TEO S.L., RYLAND J.S., 1994 - Toxicity and palatability of some British ascidians. *Mar. Biol.*, **120**: 297-303.
- TURON X., BECERRO M. A., 1992 - Growth and survival of several ascidian species from the northwestern Mediterranean. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **82**: 235-247.
- VATOVA A., 1936 - Ricerche quantitative sulla fauna bentonica dell'Alto Adriatico e loro importanza per la biologia marina. *Atti XXIV Riunione S.I.P.S. Palermo.*
- VATOVA A., 1946 - Le zoocenosi bentoniche dell'Adriatico. *Boll. Pesca, Pisc., Idrobiol.* **1** (2): 131-135.
- VATOVA A., 1949 - La fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. *Nuova Thalassia* **1** (3): 1-110.
- VATOVA A., 1966 - Ricerche sulla produttività delle acque nei mari tarantini. *Atti Acc. Naz. Lincei. Serie VIII*, **41** (6): 562-564.
- VIRGILIO M., AIROLDI L., ABBIATI M., 2006 - Spatial and temporal variations of assemblages in a Mediterranean coralligenous reef and relationships with surface orientation. *Coral Reefs*, **25**: 265-272.
- WARWICK R.M., 1986 - A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, **92**: 557-562.
- WARWICK R.M., PEARSON T.H., RUSWAHYUNI E., 1987 - Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species Abundance/Biomass method. *Mar. Biol.*, **95**: 193-200.
- ZANETTO M., ANDREOLI E., OMBRELLI M., MOLIN E., VAZZOLER M., RIZZARDI S., BOSCOLO F., 2006 - Studio degli affioramenti rocciosi dell'alto Adriatico tramite analisi 3D di elaborazioni GIS. *Atti X Conferenza Nazionale ASITA 14 - 17 novembre 2006, Bolzano.*



Schede di documentazione

Tegnùà "Caorle"



Localizzazione

Coordinate dei vertici dell'area a geometria rettangolare indagata nella campagna idrografica

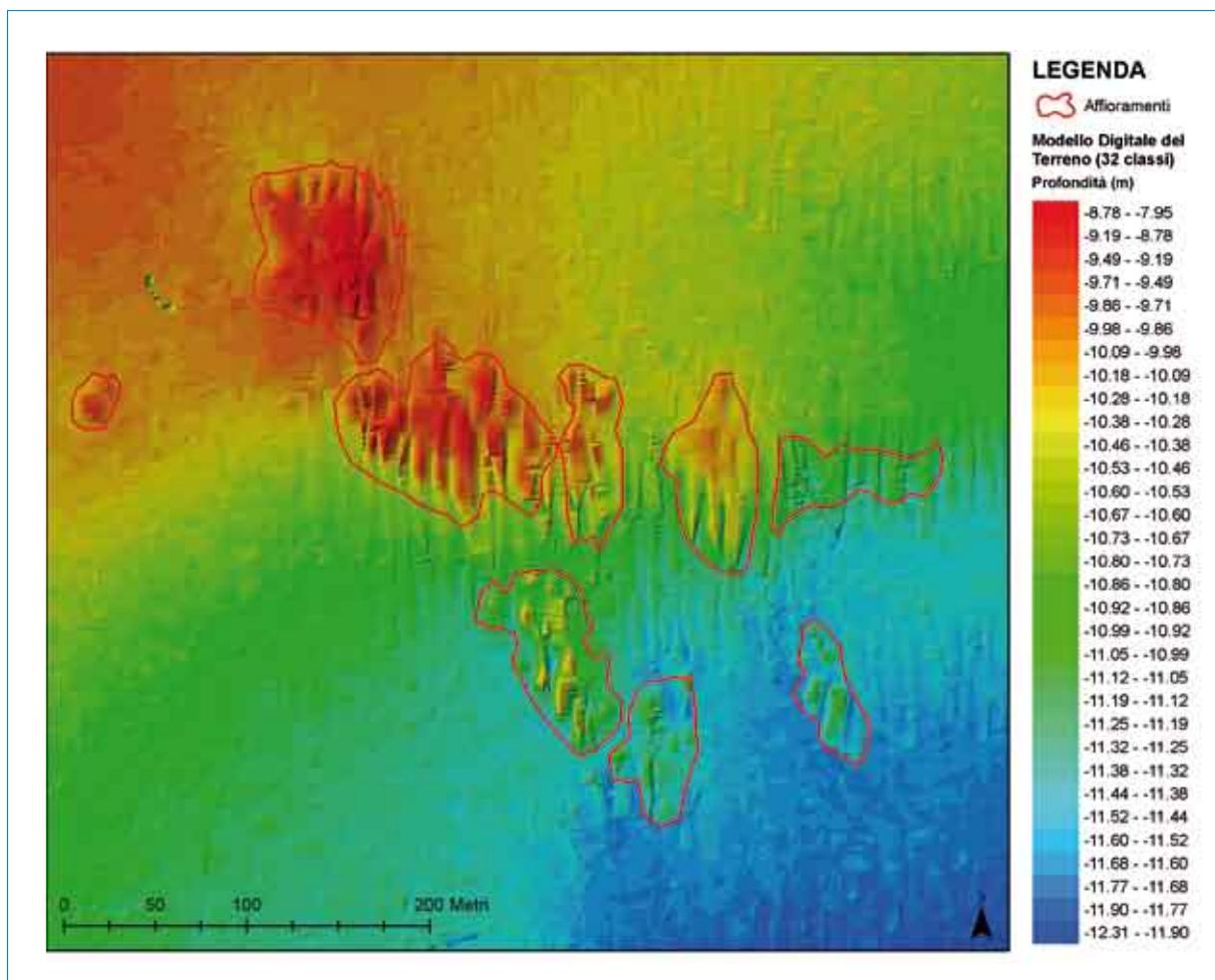
Vertice	Latitudine WGS 84	Longitudine WGS 84	Latitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)	Longitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)
NO	45°35',80	12°55',00	5056723,430	1805500,137
NE	45°36',10	12°56',30	5057361,825	1807162,604
SE	45°34',30	12°57',10	5054080,228	1808366,851
SO	45°34',00	12°55',80	5053441,547	1806703,559

Distanza dalla costa: **2,9 Km**

Profondità fondale: **variabile tra -8,5 e -12,0 m**

Superficie totale di fondale marino indagata: **7.700.000 mq**

Superficie totale occupata dagli affioramenti: **33.246 mq**



Tegnù "Caorle"

Principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Numero dei nuclei principali costituenti l'affioramento: **9**

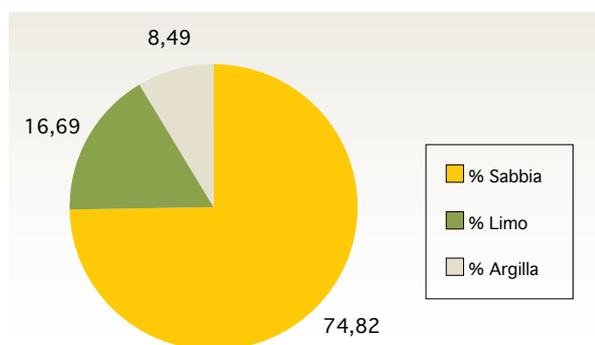
Elevazione media dal fondale: **1,54 m**

Classi di superficie (mq)	Numero di affioramenti
Piccoli (<500)	0
Medi (500 – 5000)	7
Grandi (5000 – 10000)	2
Molto grandi (> 10000)	0

Classi di altezza (m)	Numero di affioramenti
Molto bassi (<0.5)	0
Bassi (0.5 - 1)	0
Medi (1-2)	7
Alti (> 2)	2

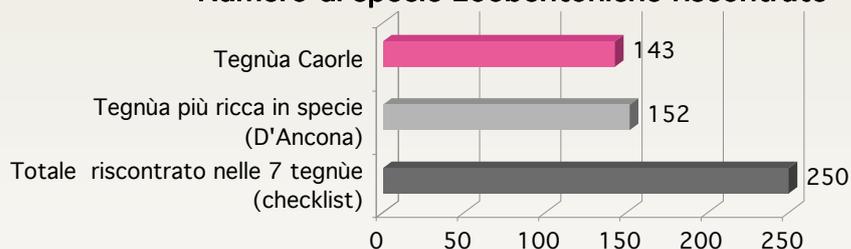
Mineralogie e Litologia: **matrice rocciosa della formazione ricca di componente inorganica** (sedimenti trasportati al mare dai fiumi veneto-friulani)

Caratteristiche granulometriche del fondale circostante gli affioramenti:

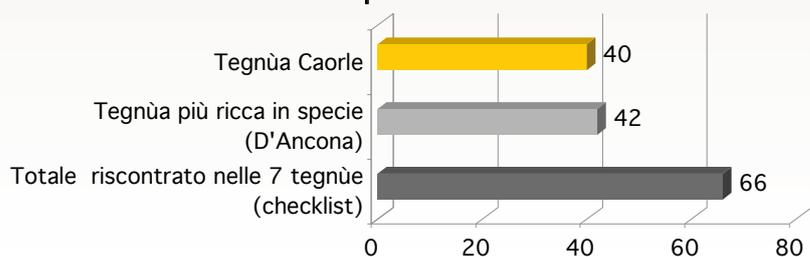


Principali caratteristiche biologiche riferite al substrato solido

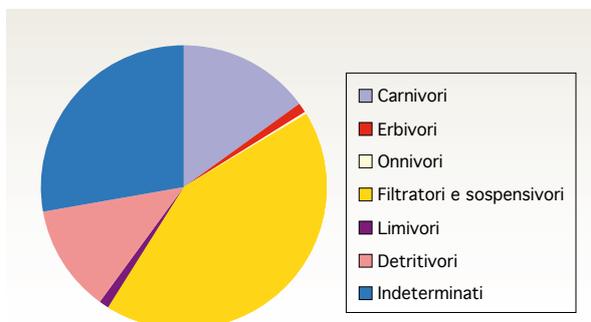
Numero di specie zoobentoniche riscontrate



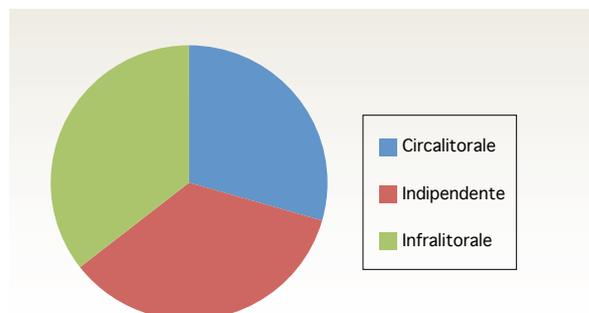
Numero di specie fitobentoniche riscontrate



Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori, indeterminati).



Ripartizione delle specie zoobentoniche in base alle affinità al piano verticale.

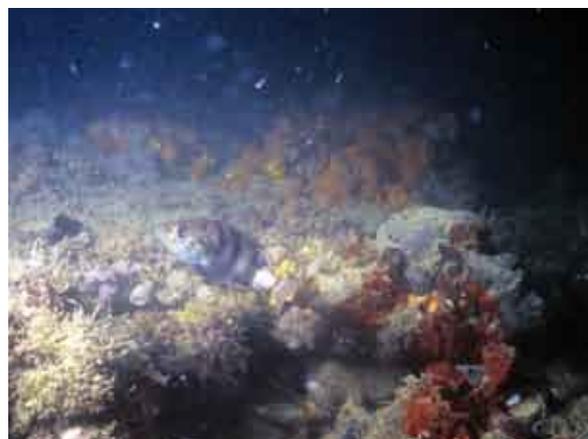


Infralitorale: piano verticale compreso tra il livello medio delle basse maree e il livello di distribuzione della vegetazione fotofila.

Circalitorale: piano verticale compreso tra il livello inferiore dell'infralitorale e il limite di distribuzione dei vegetali.

Indipendente: specie non strettamente legate ad una precisa distribuzione verticale.

Immagini relative alla Tegnù "Caorle"



Tegnùà "Cavallino Lontana"



Localizzazione

Coordinate dei vertici dell'area a geometria rettangolare indagata nella campagna idrografica

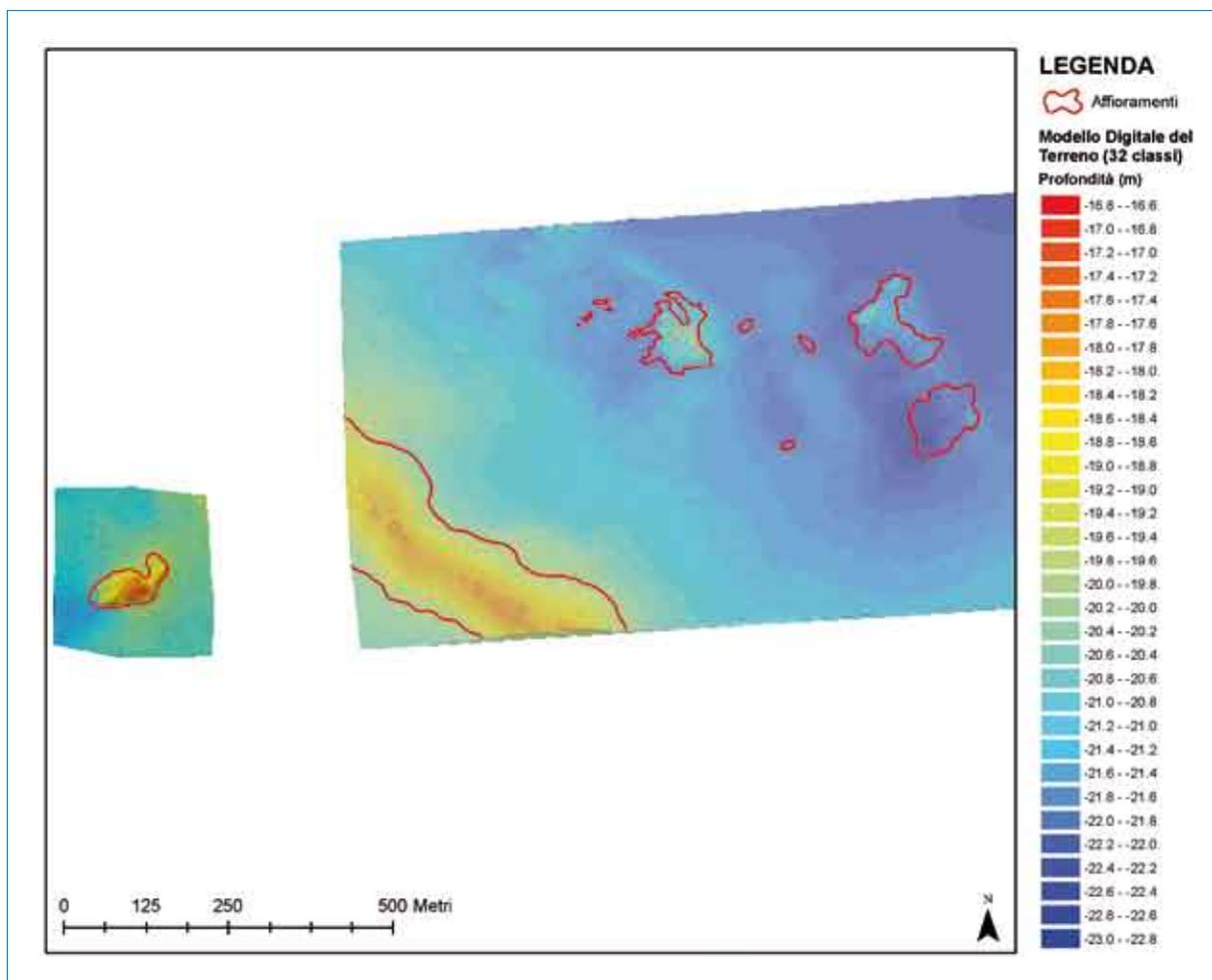
Vertice	Latitudine WGS 84	Longitudine WGS 84	Latitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)	Longitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)
NO	45°24'14.323"	12°38'19.844"	5034293.250	1784802.860
NE	45°24'16.310"	12°39'34.870"	5034428.630	1786431.030
SE	45°23'49.082"	12°39'36.481"	5033590.000	1786504.310
SO	45°23'47.613"	12°38'21.422"	5033470.550	1784874.490

Distanza dalla costa: **10 Km**

Profondità fondale: **variabile tra -16,6 e -23 m**

Superficie totale di fondale marino indagata: **1.400.000 mq**

Superficie totale occupata dagli affioramenti: **91.108 mq**



Principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Numero dei nuclei principali costituenti l'affioramento: **14**

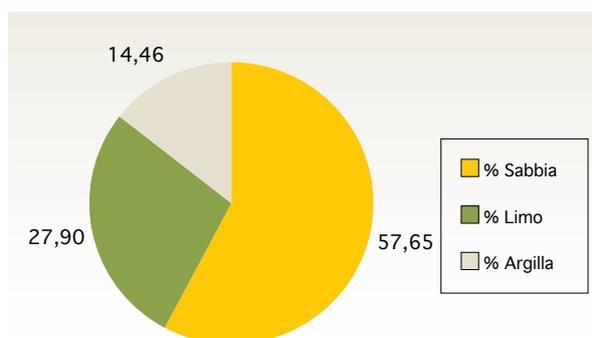
Elevazione media dal fondale: **1,25 m**

Classi di superficie (mq)	Numero di affioramenti
Piccoli (<500)	9
Medi (500 – 5000)	0
Grandi (5000 – 10000)	4
Molto grandi (> 10000)	1

Classi di altezza (m)	Numero di affioramenti
Molto bassi (<0.5)	5
Bassi (0.5 - 1)	4
Medi (1-2)	1
Alti (> 2)	4

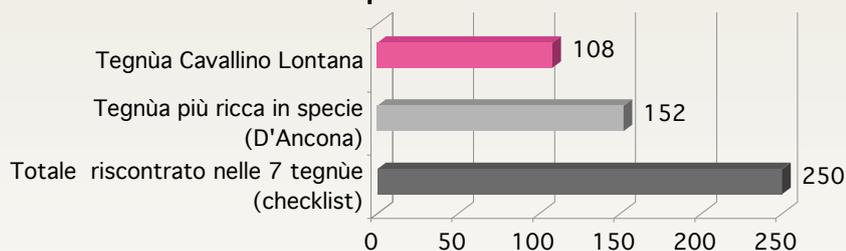
Mineralogie e Litologia: **matrice rocciosa della formazione ricca di componente organogena** (in prevalenza gusci di molluschi e strutture generate da organismi costruttori)

Caratteristiche granulometriche del fondale circostante gli affioramenti:

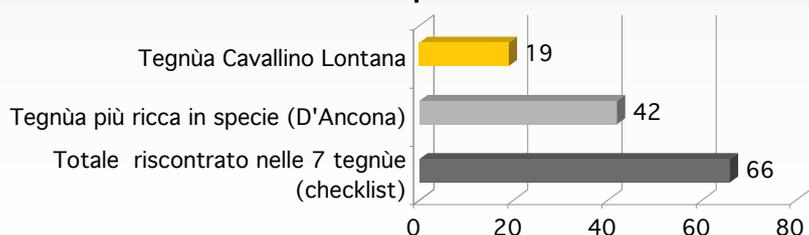


Principali caratteristiche biologiche riferite al substrato solido

Numero di specie zoobentoniche riscontrate

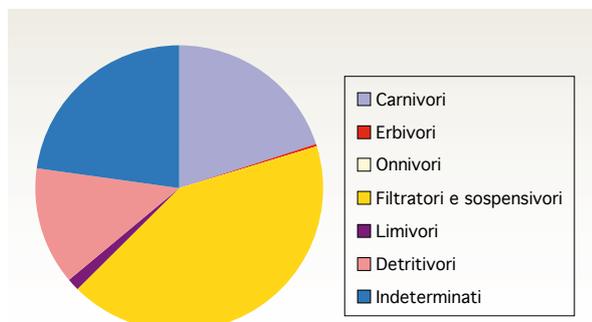


Numero di specie fitobentoniche riscontrate

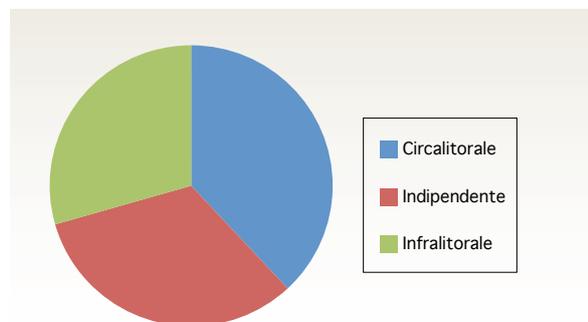


Tegnù "Cavallino Lontana"

Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori).



Ripartizione delle specie zoobentoniche in base alle affinità al piano verticale.



Infralitorale: piano verticale compreso tra il livello medio delle basse maree e il livello di distribuzione della vegetazione fotofila.

Circalitorale: piano verticale compreso tra il livello inferiore dell'infralitorale e il limite di distribuzione dei vegetali.

Indipendente: specie non strettamente legate ad una precisa distribuzione verticale.

Immagini relative alla *Tegnù* "Cavallino Lontana"



Tegnùà "Cavallino Vicina"



Localizzazione

Coordinate dei vertici dell'area a geometria rettangolare indagata nella campagna idrografica

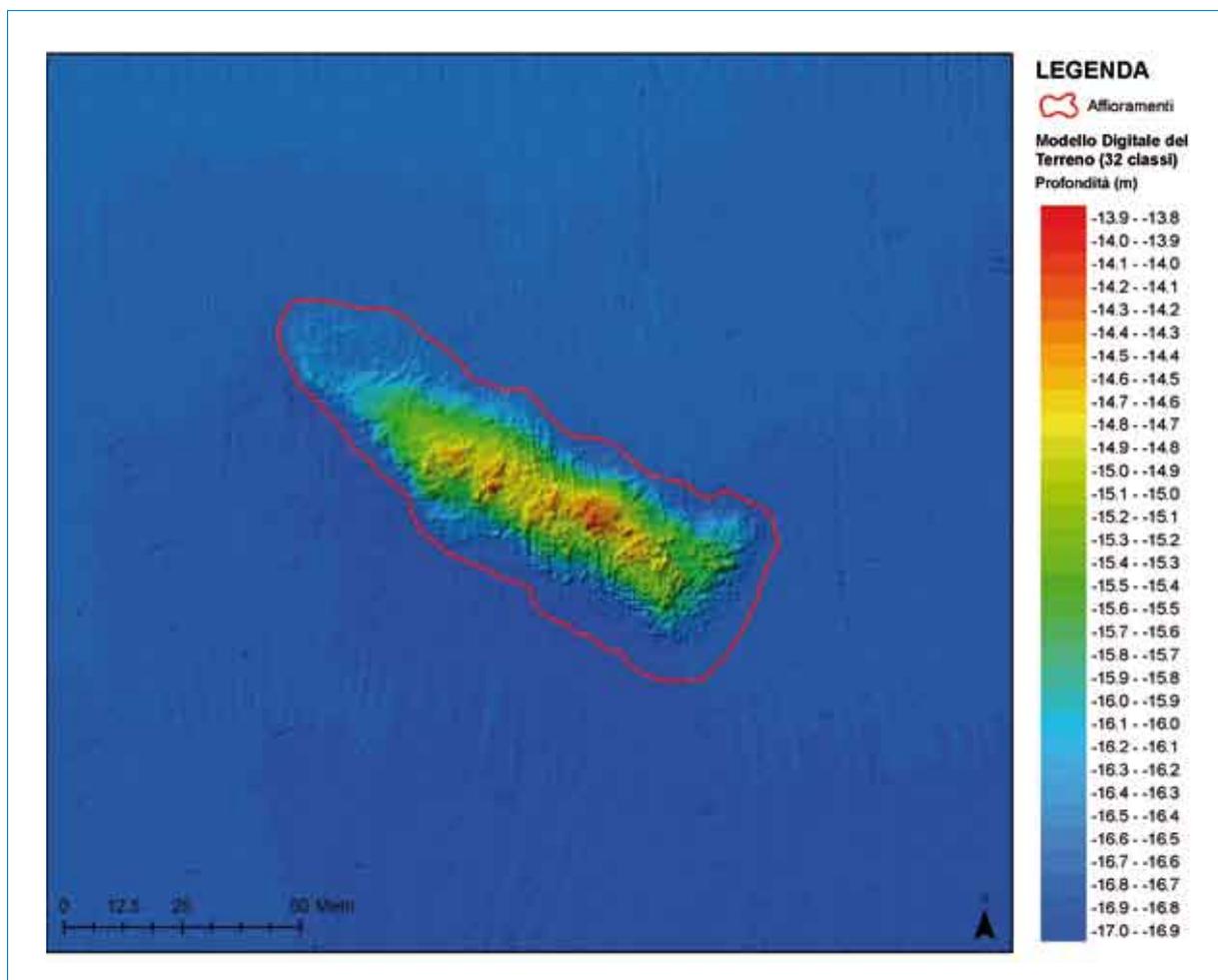
Vertice	Latitudine WGS 84	Longitudine WGS 84	Latitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)	Longitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)
NO	45°25'44.171"	12°30'52.998"	5036633.545	1774967.750
NE	45°25'07.284"	12°32'15.443"	5035573.870	1776809.330
SE	45°23'32.430"	12°30'50.678"	5032565.860	1775095.140
SO	45°24'09.617"	12°29'27.956"	5033635.070	1773246.670

Distanza dalla costa: **4,5 Km**

Profondità fondale: **variabile tra -13,8 e -17,0 m**

Superficie totale di fondale marino indagata: **7.300.000 mq**

Superficie totale occupata dagli affioramenti: **3.773 mq**



Tegnù "Cavallino Vicina"

Principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche

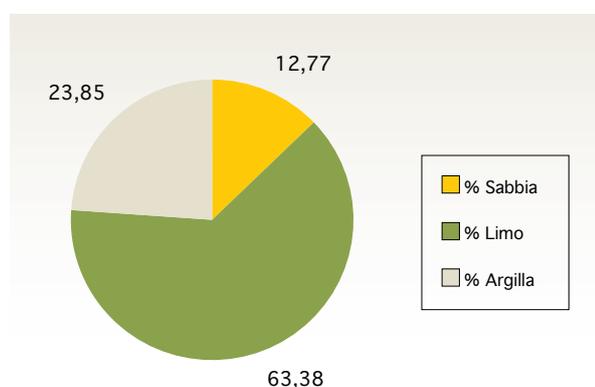
Numero dei nuclei principali costituenti l'affioramento: **1**Elevazione media dal fondale: **3,00 m**

Classi di superficie (mq)	Numero di affioramenti
Piccoli (<500)	0
Medi (500 – 5000)	1
Grandi (5000 – 10000)	0
Molto grandi (> 10000)	0

Classi di altezza (m)	Numero di affioramenti
Molto bassi (<0.5)	0
Bassi (0.5 - 1)	0
Medi (1-2)	0
Alti (> 2)	1

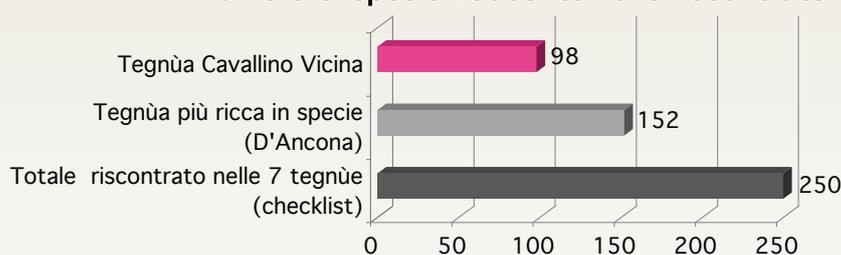
Mineralogie e Litologia: **matrice rocciosa della formazione ricca di componente organogena** (in prevalenza gusci di molluschi e strutture generate da organismi costruttori)

Caratteristiche granulometriche del fondale circostante gli affioramenti:

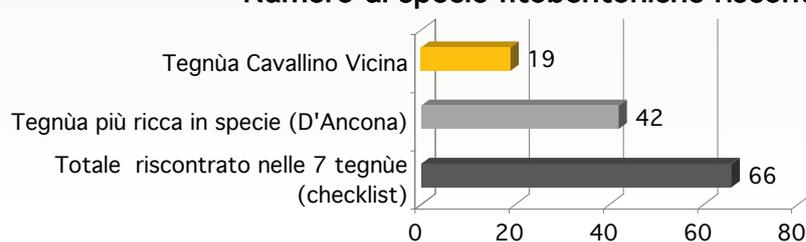


Principali caratteristiche biologiche riferite al substrato solido

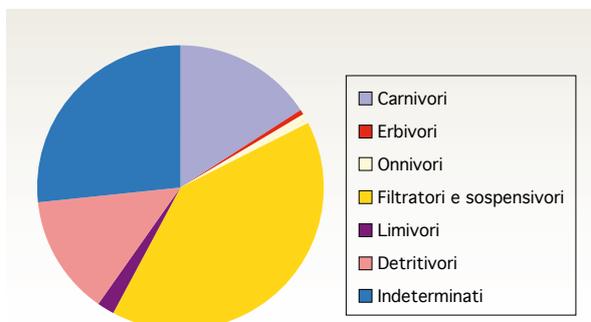
Numero di specie zoobentoniche riscontrate



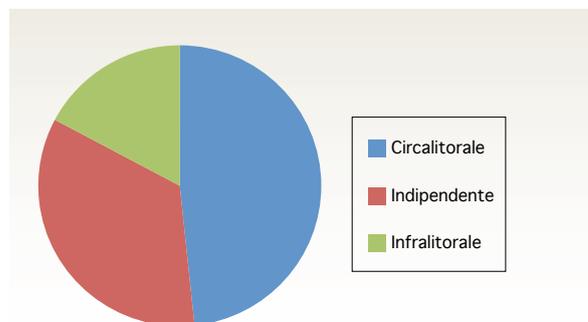
Numero di specie fitobentoniche riscontrate



Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori, indeterminati).



Ripartizione delle specie zoobentoniche in base alle affinità al piano verticale.



Infralitorale: piano verticale compreso tra il livello medio delle basse maree e il livello di distribuzione della vegetazione fotofila.

Circalitorale: piano verticale compreso tra il livello inferiore dell'infralitorale e il limite di distribuzione dei vegetali.

Indipendente: specie non strettamente legate ad una precisa distribuzione verticale.

Immagini relative alla Tegnù "Cavallino Vicina"



Tegnù "D'Ancona"



Localizzazione

Coordinate dei vertici dell'area a geometria rettangolare indagata nella campagna idrografica

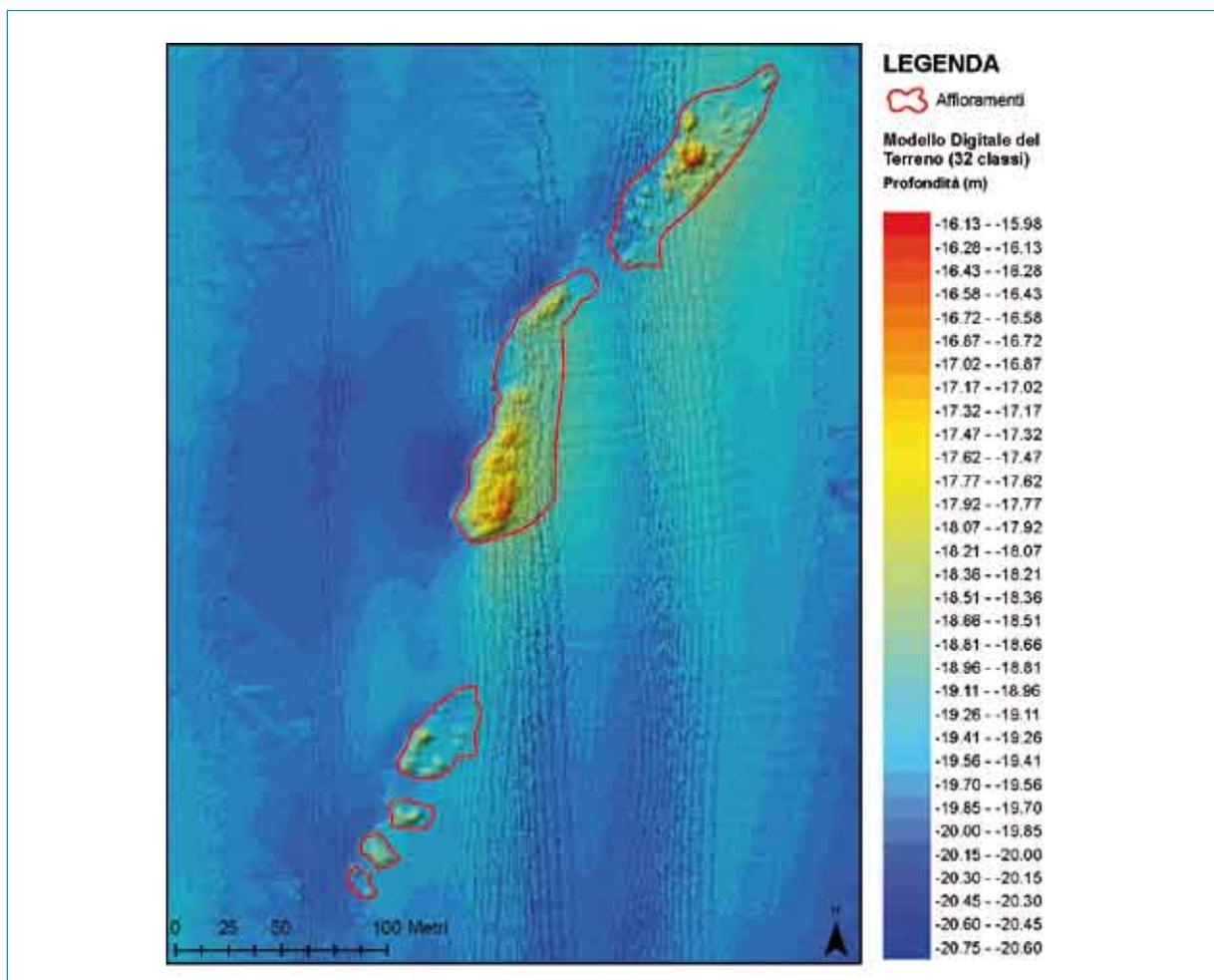
Vertice	Latitudine WGS 84	Longitudine WGS 84	Latitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)	Longitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)
NO	45°24'26.443"	12°32'47.522"	5034344.280	1777562.130
NE	45°24'30.244"	12°35'25.251"	5034613.840	1780985.500
SE	45°23'25.318"	12°35'30.147"	5032615.000	1781181.460
SO	45°23'21.177"	12°32'52.219"	5032334.700	1777753.160

Distanza dalla costa: **7,7 Km**

Profondità fondale: **variabile tra -16,1 e -20,6 m**

Superficie totale di fondale marino indagata: **6.900.000 mq**

Superficie totale occupata dagli affioramenti: **8.371 mq**



Principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Numero dei nuclei principali costituenti l'affioramento: **6**

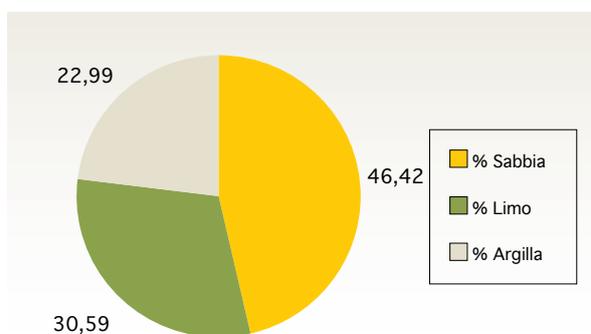
Elevazione media dal fondale: **2,19 m**

Classi di superficie (mq)	Numero di affioramenti
Piccoli (<500)	3
Medi (500 – 5000)	3
Grandi (5000 – 10000)	0
Molto grandi (> 10000)	0

Classi di altezza (m)	Numero di affioramenti
Molto bassi (<0.5)	0
Bassi (0.5 - 1)	1
Medi (1-2)	3
Alti (> 2)	2

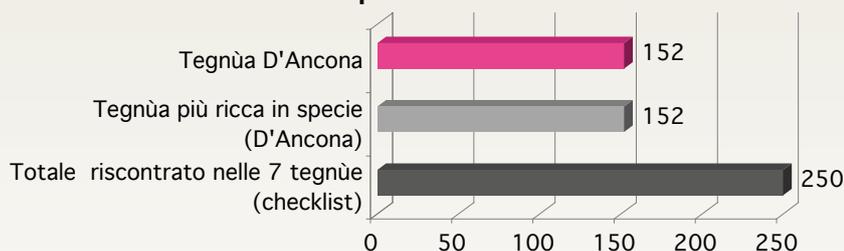
Mineralogie e Litologia: **matrice rocciosa della formazione ricca di componente organogena** (in prevalenza gusci di molluschi e strutture generate da organismi costruttori)

Caratteristiche granulometriche del fondale circostante gli affioramenti:

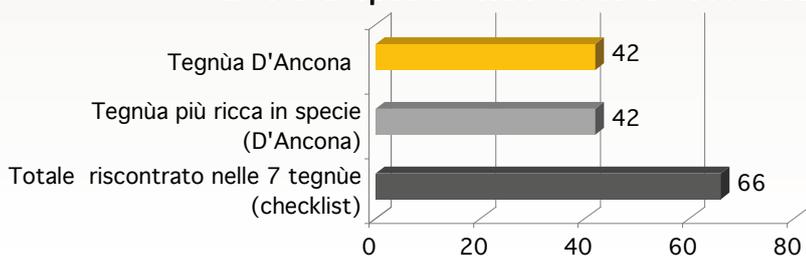


Principali caratteristiche biologiche riferite al substrato solido

Numero di specie zoobentoniche riscontrate

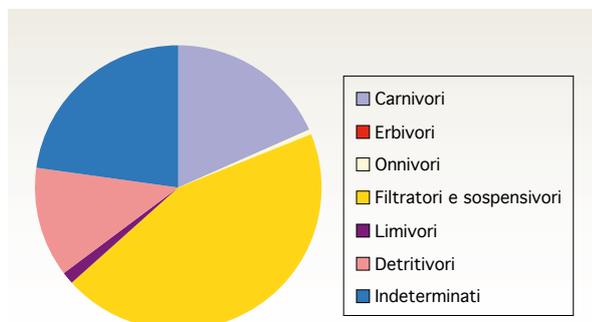


Numero di specie fitobentoniche riscontrate

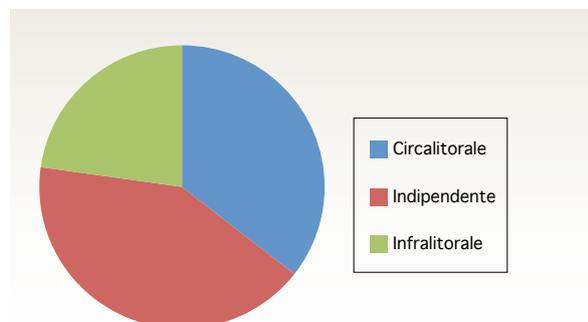


Tegnù "D'Ancona"

Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori, indeterminati).



Ripartizione delle specie zoobentoniche in base alle affinità al piano verticale.



Infralitorale: piano verticale compreso tra il livello medio delle basse maree e il livello di distribuzione della vegetazione fotofila.

Circalitorale: piano verticale compreso tra il livello inferiore dell'infralitorale e il limite di distribuzione dei vegetali.

Indipendente: specie non strettamente legate ad una precisa distribuzione verticale.

Immagini relative alla Tegnù "D'Ancona"



Tegnùà "Malamocco"



Localizzazione

Coordinate dei vertici dell'area a geometria rettangolare indagata nella campagna idrografica

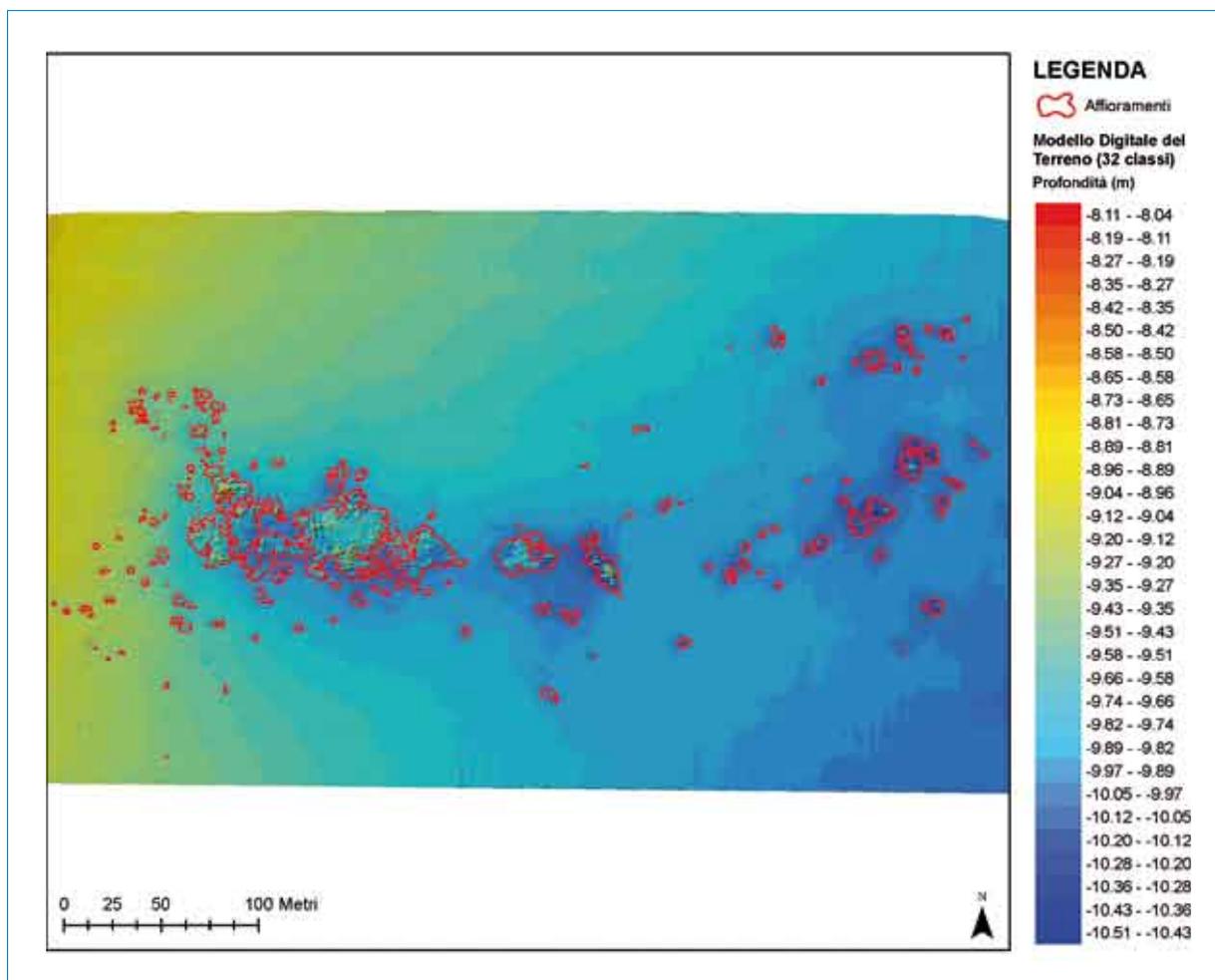
Vertice	Latitudine WGS 84	Longitudine WGS 84	Latitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)	Longitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)
NO	45°23'56.086"	12°23'05.047"	5032861.400	1764940.130
NE	45°23'20.168"	12°24'21.574"	5031823.280	1766650.880
SE	45°21'48.285"	12°22'56.951"	5028910.100	1764930.060
SO	45°22'24.598"	12°21'39.426"	5029960.020	1763196.710

Distanza dalla costa: **1,7 Km**

Profondità fondale: **variabile tra -8,0 e -10,5 m**

Superficie totale di fondale marino indagata: **6.800.000 mq**

Superficie totale occupata dagli affioramenti: **5.870 mq**



Tegnùà "Malamocco"

Principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Numero dei nuclei principali costituenti l'affioramento: **226**

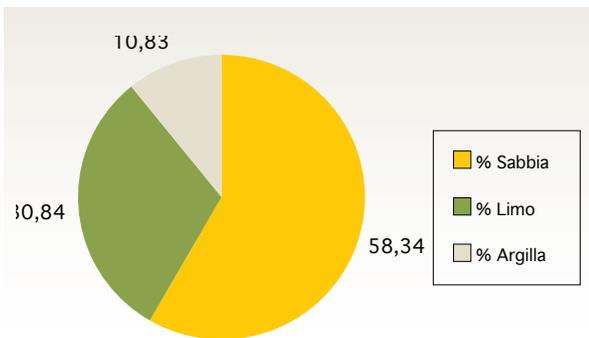
Elevazione media dal fondale: **0,29 m**

Classi di superficie (mq)	Numero di affioramenti
Piccoli (<500)	224
Medi (500 – 5000)	2
Grandi (5000 – 10000)	0
Molto grandi (> 10000)	0

Classi di altezza (m)	Numero di affioramenti
Molto bassi (<0.5)	189
Bassi (0.5 - 1)	26
Medi (1-2)	11
Alti (> 2)	0

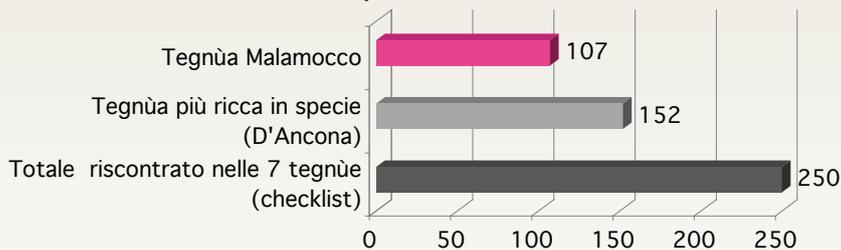
Mineralogie e Litologia: **matrice rocciosa della formazione ricca di componente inorganica** (sedimenti trasportati al mare dai fiumi veneto-friulani)

Caratteristiche granulometriche del fondale circostante gli affioramenti:

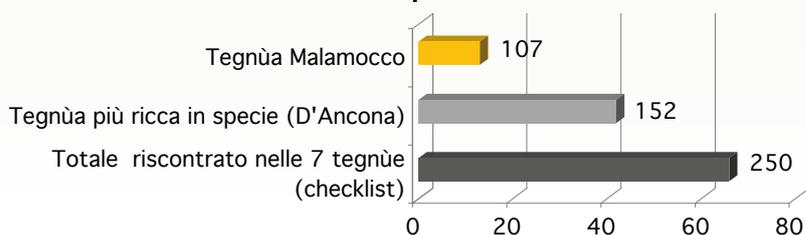


Principali caratteristiche biologiche riferite al substrato solido

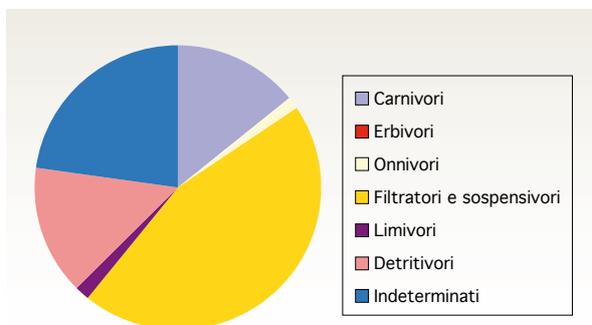
Numero di specie zoobentoniche riscontrate



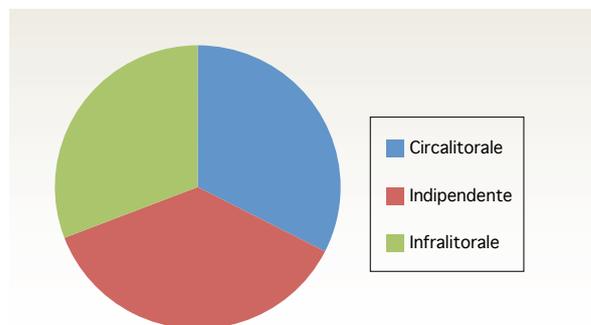
Numero di specie fitobentoniche riscontrate



Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori).



Ripartizione delle specie zoobentoniche in base alle affinità al piano verticale.



Infralitorale: piano verticale compreso tra il livello medio delle basse maree e il livello di distribuzione della vegetazione fotofila.

Circalitorale: piano verticale compreso tra il livello inferiore dell'infralitorale e il limite di distribuzione dei vegetali.

Indipendente: specie non strettamente legate ad una precisa distribuzione verticale.

Immagini relative alla Tegnù "Malamocco"



Tegnù "Sorse"



Localizzazione

Coordinate dei vertici dell'area a geometria rettangolare indagata nella campagna idrografica

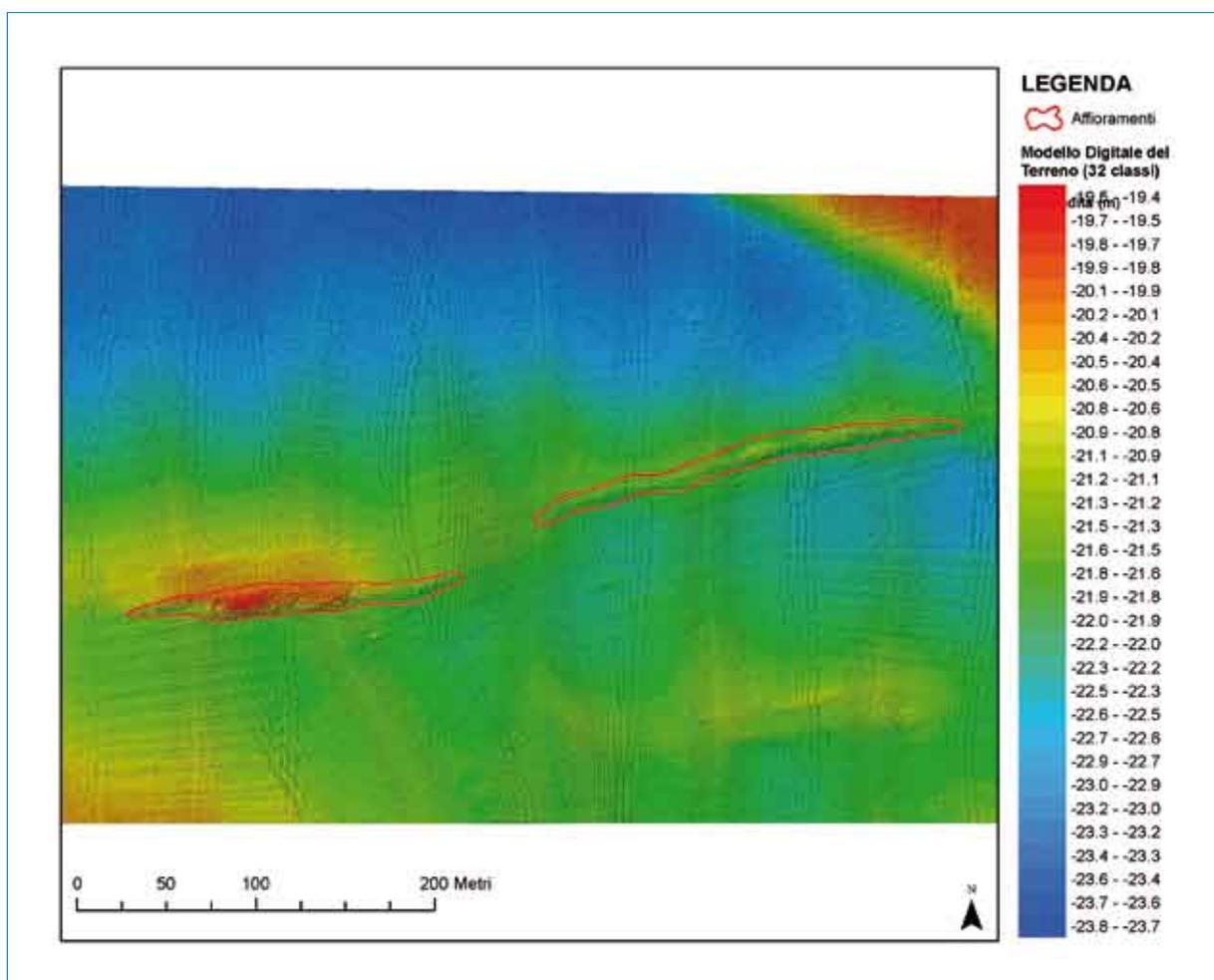
Vertice	Latitudine WGS 84	Longitudine WGS 84	Latitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)	Longitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)
NO	45°21'17.798"	12°43'15.800"	5029140.450	1791488.700
NE	45°20'50.868"	12°44'44.644"	5028399.150	1793460.410
SE	45°19'09.021"	12°43'41.965"	5025192.860	1792242.160
SO	45°19'36.718"	12°42'12.258"	5025957.370	1790249.780

Distanza dalla costa: **19,6 Km**

Profondità fondale: **variabile tra -19,4 e -23,8 m**

Superficie totale di fondale marino indagata: **7.200.000 mq**

Superficie totale occupata dagli affioramenti: **5.199 mq**



Principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Numero dei nuclei principali costituenti l'affioramento: **2**

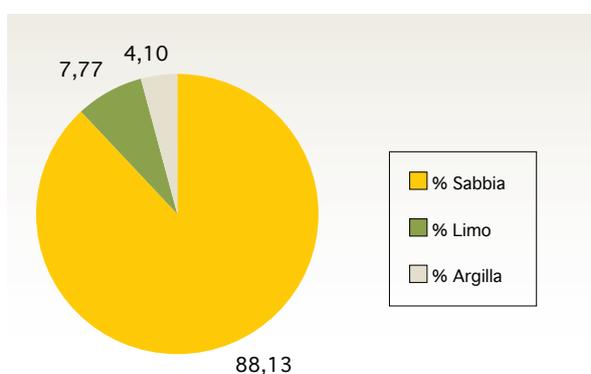
Elevazione media dal fondale: **1,98 m**

Classi di superficie (mq)	Numero di affioramenti
Piccoli (<500)	0
Medi (500 – 5000)	2
Grandi (5000 – 10000)	0
Molto grandi (> 10000)	0

Classi di altezza (m)	Numero di affioramenti
Molto bassi (<0.5)	0
Bassi (0.5 - 1)	0
Medi (1-2)	1
Alti (> 2)	1

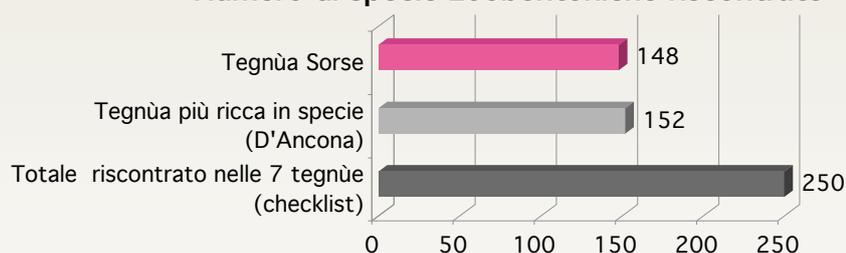
Mineralogie e Litologia: : **matrice rocciosa della formazione ricca di componente organogena** (in prevalenza gusci di molluschi e strutture generate da organismi costruttori)

Caratteristiche granulometriche del fondale circostante gli affioramenti:

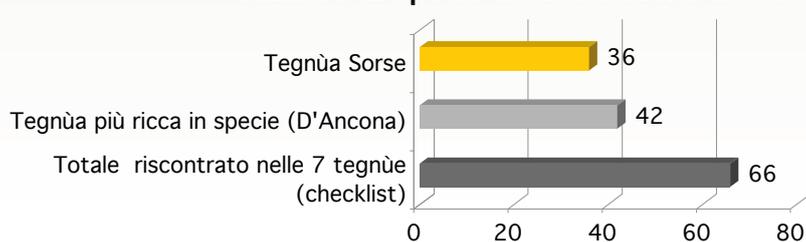


Principali caratteristiche biologiche riferite al substrato solido

Numero di specie zoobentoniche riscontrate

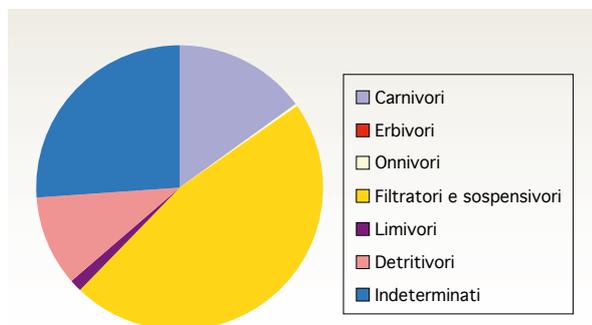


Numero di specie fitobentoniche riscontrate

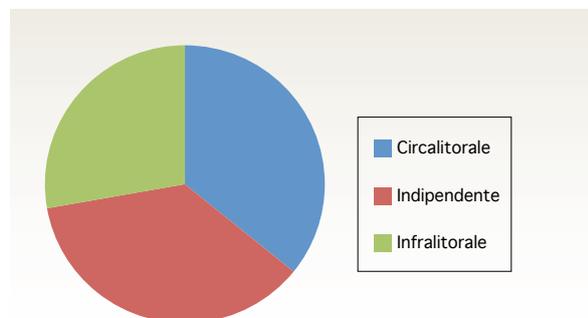


Tegnù "Sorse"

Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori).



Ripartizione delle specie zoobentoniche in base alle affinità al piano verticale.



Infralitorale: piano verticale compreso tra il livello medio delle basse maree e il livello di distribuzione della vegetazione fotofila.

Circalitorale: piano verticale compreso tra il livello inferiore dell'infralitorale e il limite di distribuzione dei vegetali.

Independente: specie non strettamente legate ad una precisa distribuzione verticale.

Immagini relative alla *Tegnù* "Sorse"



Tegnùà "Venezia"



Localizzazione

Coordinate dei vertici dell'area a geometria rettangolare indagata nella campagna idrografica

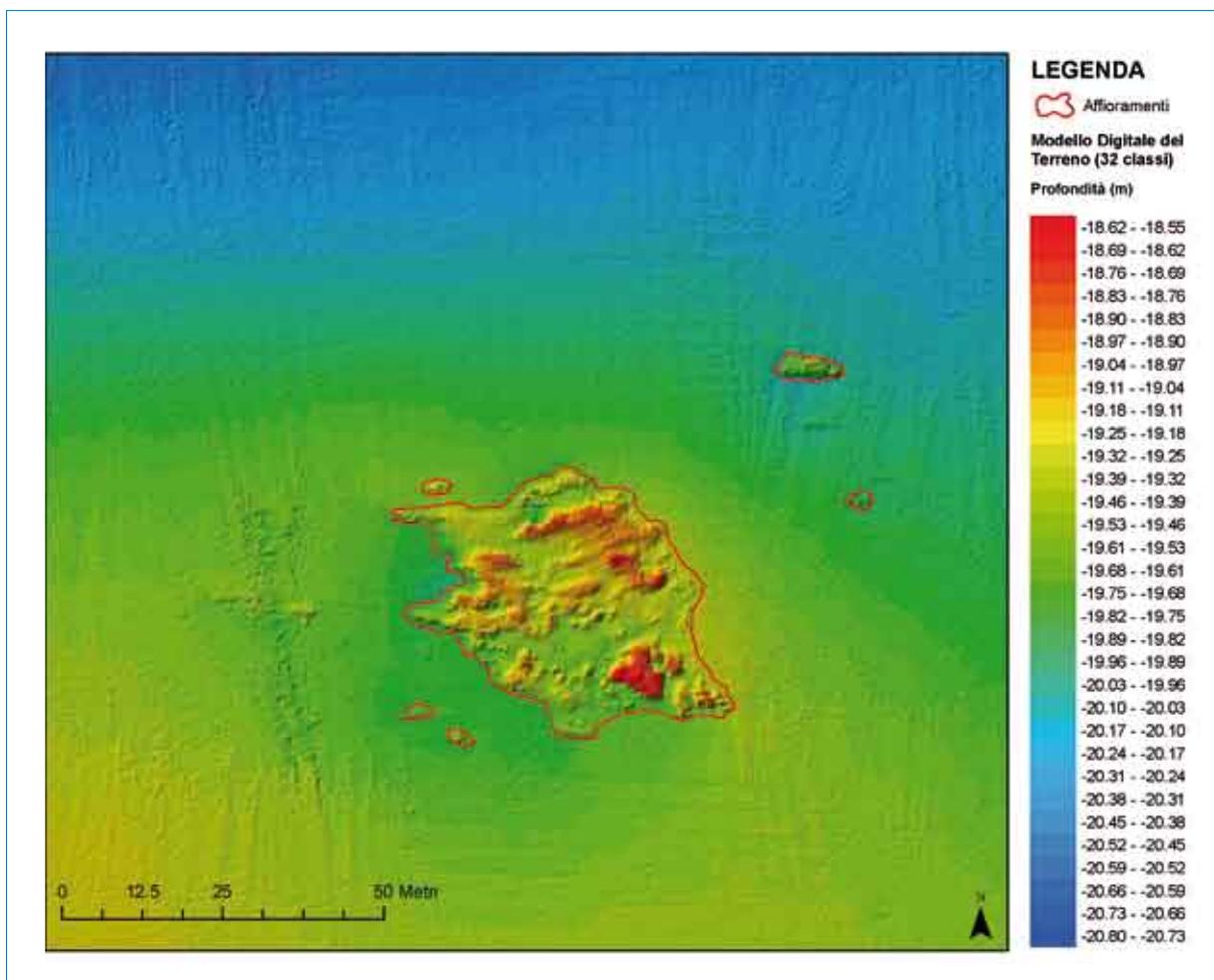
Vertice	Latitudine WGS 84	Longitudine WGS 84	Latitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)	Longitudine Gauss-Boaga (fuso Ovest)
NO	45°21'00.860"	12°31'11.694"	5027908.500	1775756.870
NE	45°21'12.9872	12°32'47.231"	5028374.050	1777819.170
SE	45°19'25.395"	12°33'15.432"	5025080.900	1778579.460
SO	45°19'13.525"	12°31'40.061"	5024623.240	1776519.340

Distanza dalla costa: **16,4 Km**

Profondità fondale: **variabile tra -18,5 e -20,8 m**

Superficie totale di fondale marino indagata: **7.000.000 mq**

Superficie totale occupata dagli affioramenti: **1.382 mq**



Tegnù "Venezia"

Principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche

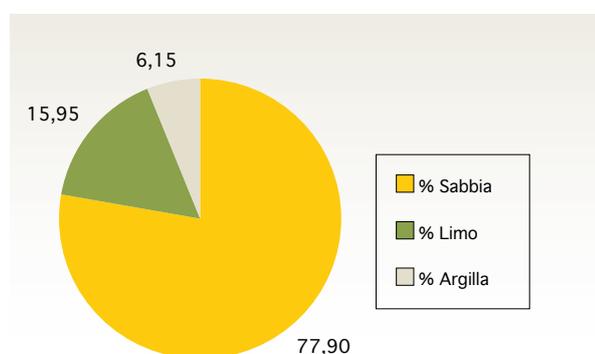
Numero dei nuclei principali costituenti l'affioramento: **6**Elevazione media dal fondale: **0,57 m**

Classi di superficie (mq)	Numero di affioramenti
Piccoli (<500)	5
Medi (500 – 5000)	1
Grandi (5000 – 10000)	0
Molto grandi (> 10000)	0

Classi di altezza (m)	Numero di affioramenti
Molto bassi (<0.5)	4
Bassi (0.5 - 1)	1
Medi (1-2)	1
Alti (> 2)	0

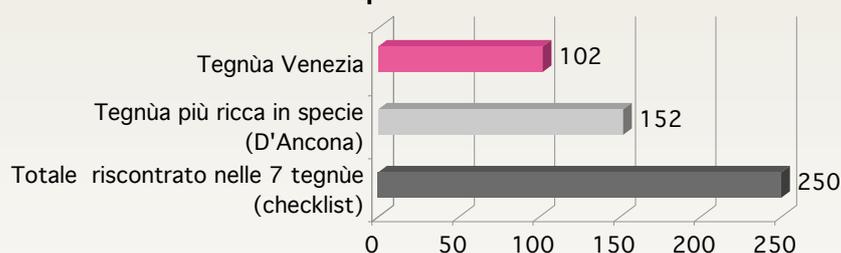
Mineralogie e Litologia: **matrice rocciosa della formazione ricca di componente organogena** (in prevalenza gusci di molluschi e strutture generate da organismi costruttori)

Caratteristiche granulometriche del fondale circostante gli affioramenti:

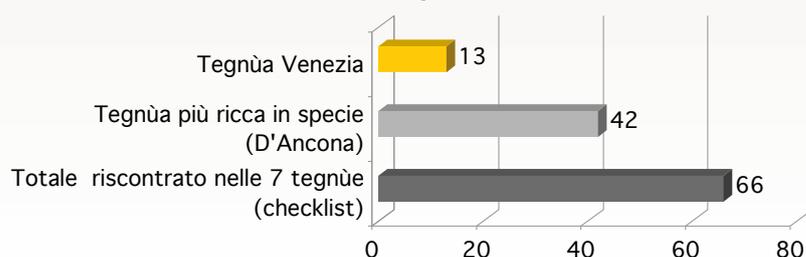


Principali caratteristiche biologiche riferite al substrato solido

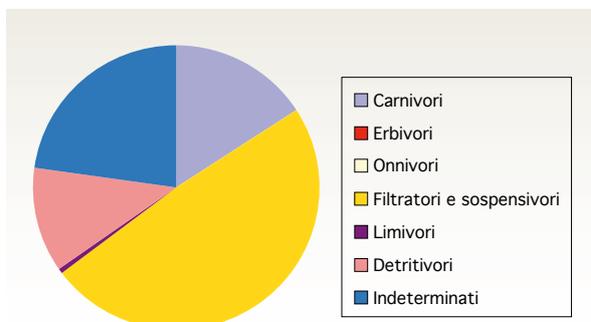
Numero di specie zoobentoniche riscontrate



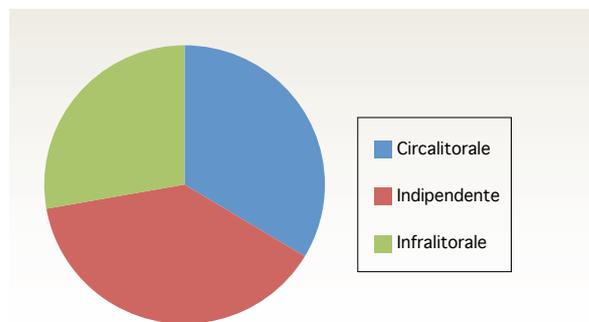
Numero di specie fitobentoniche riscontrate



Distribuzione del numero di taxa nelle principali categorie trofiche (carnivori, erbivori, onnivori, filtratori e sospensivori, limivori, detritivori, indeterminati).



Ripartizione delle specie zoobentoniche in base alle affinità al piano verticale.



Infralitorale: piano verticale compreso tra il livello medio delle basse maree e il livello di distribuzione della vegetazione fotofila.

Circalitorale: piano verticale compreso tra il livello inferiore dell'infralitorale e il limite di distribuzione dei vegetali.

Indipendente: specie non strettamente legate ad una precisa distribuzione verticale.

Immagini relative alla Tegnù "Venezia"





Elenco delle specie raccolte durante il progetto

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Poriferi	<i>Sycon raphanus</i> Schmidt, 1862	X				X	X	
	<i>Tethya aurantium</i> (Pallas, 1766)		X	X	X		X	X
	<i>Tethya citrina</i> Sarà & Melone, 1965	X		X		X	X	X
	<i>Tethya</i> sp.							X
Antozoi	Anthozoa indet.	X		X	X		X	X
Nemertini	Nemertea indet.			X				
Molluchi Poliplacofori	Polyplacophora indet.	X	X	X	X		X	X
Molluschi Gasteropodi	<i>Alvania</i> cfr. <i>cancellata</i> (Da Costa, 1778)		X					
	<i>Alvania cimex</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X		X	X	X
	<i>Alvania</i> sp.		X		X			X
	<i>Aporrhais pespelecani</i> (Linnaeus, 1758)	X	X					
	<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Bittium</i> sp.			X				
	<i>Bolinus brandaris</i> (Linnaeus, 1758)	X				X		
	<i>Bolma rugosa</i> (Linnaeus, 1767)	X	X	X				
	<i>Buccinulum</i> cfr. <i>corneum</i> (Linnaeus, 1758)	X						

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Molluschi Gasteropodi	<i>Fusinus</i> sp.	X	X	X	X		X	
	<i>Haliotis tuberculata tuberculata</i> Linnaeus, 1758	X					X	
	<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Hypselodoris villafraanca</i> (Risso, 1818)						X	
	<i>Jujubinus exasperatus</i> (Pennant, 1777)						X	
	<i>Jujubinus</i> sp.						X	
	<i>Jujubinus striatus</i> (Linnaeus, 1758)		X				X	
	<i>Mangelia attenuata</i> (Montagu, 1803)		X					
	<i>Smithiella costulata</i> (Blainville, 1829)	X	X				X	
	<i>Marshallora adversa</i> (Montagu, 1803)	X	X					
	<i>Mitrella scripta</i> (Linnaeus, 1758)		X					
	Muricidae indet.		X				X	
	<i>Muricopsis cristata</i> (Brocchi, 1814)	X	X	X	X		X	X
	<i>Muricopsis</i> sp.		X	X				
	<i>Nassarius incrassatus</i> (Stroem, 1768)	X	X	X	X		X	X
	<i>Nassarius pygmaeus</i> (Lamarck, 1822)	X	X	X	X	X	X	X

	<i>Nassarius (Hinia) nitidus</i> (Jeffreys, 1867)								X				
	<i>Nassarius</i> sp.	X								X			
	<i>Natica hebraea</i> (Martyn, 1784)								X				
	<i>Natica stercusmuscarum</i> (Gmelin, 1791)								X				
	<i>Neogastropoda</i> indet.								X				
	<i>Nudibranchia</i> indet.				X					X			
	<i>Ocenebra erinaceus</i> (Linnaeus, 1758)										X		
	<i>Ocenebrina ingloria</i> (Crosse, 1865)											X	
	<i>Ocenebrina</i> sp.											X	X
	<i>Opisthobranchia</i> indet.	X							X				
	<i>Philine</i> sp.											X	
	<i>Puncturella noachina</i> (Linnaeus, 1771)	X						X					
	<i>Serpulorbis arenaria</i> (Linnaeus, 1767)	X						X			X		X
	<i>Trochidae</i> indet.											X	
	<i>Turridae</i> indet.								X		X		
	<i>Vermetus triquetrus</i> Ant. Bivona, 1832	X						X			X		X
	<i>Vexillum</i> cfr. <i>tricolor</i> (Gmelin, 1791)							X					

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Molluschi Gasteropodi	<i>Vexillum tricolor</i> (Gmelin, 1791)		X					
Molluschi Bivalvi	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	X	X		X	X	X	
	<i>Abra</i> sp.						X	
	<i>Scapharca demiri</i> Piani, 1981	X				X	X	
	<i>Anodontia fragilis</i> (Philippi, 1836)	X		X		X	X	X
	<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	X	X				X	X
	Anomiidae indet.	X			X	X	X	
	<i>Arca rosea</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X	X	X
	Arcidae indet.						X	
	<i>Barbatia barbata</i> (Linnaeus, 1758)	X	X				X	X
	<i>Bivalvia</i> indet.	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Callista chione</i> (Linnaeus, 1758)		X					
	Cardiidae indet.	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Flexopecten glaber glaber</i> (Linnaeus, 1758)	X		X	X	X	X	X
	<i>Chlamys</i> sp.						X	

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Molluschi Bivalvi	<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)					X	X	
	<i>Lutraria</i> sp.		X					
	<i>Modiolarca subpicta</i> (Cantraine, 1835)	X	X	X		X	X	X
	<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Nucula nucleus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758		X		X	X		X
	<i>Tapes rhomboides</i> (Pennant, 1777)					X		
	<i>Paphia</i> sp.	X	X			X		
	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	X		X		X		
	<i>Petricola lithophaga</i> (Retzius, 1786)		X	X		X		
	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1759)	X		X	X	X		
	<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1795)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Pododesmus patelliformis</i> (Linnaeus, 1761)	X	X	X		X	X	X
	<i>Saxicavella jeffreysii</i> Winckworth, 1930		X					
	<i>Striarca lactea</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Tellimya ferruginosa</i> (Montagu, 1803)		X				X	

	<i>Tellina balaustina</i> Linnaeus, 1758	X			X				X	
	<i>Tellina serrata</i> Brocchi, 1814						X			
	<i>Tellina</i> sp.						X			
	Thraciidae indet.	X							X	
	<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)	X			X				X	
	<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus, 1758	X		X	X				X	
	<i>Dentalium</i> sp.							X		
Policheti	Aphroditidae indet.	X		X	X		X		X	X
	<i>Arabella</i> sp.								X	
	Capitellidae indet.					X		X		
	<i>Ceratonereis costae</i> (Grube, 1840)	X		X	X		X		X	X
	Cirratulidae indet.	X		X	X		X		X	X
	<i>Dasybranchus</i> sp.							X		
	Errantia indet.	X		X	X		X		X	
	<i>Eunice oerstedii</i> Stimpson, 1854	X								
	<i>Eunice torquata</i> Quatrefages, 1866	X		X	X		X		X	X
	<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	X		X	X		X		X	X

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Policheti	Eunicidae indet.	X	X		X	X	X	X
	Eunicidae indet. Sp 1		X					
	<i>Glycera</i> sp.			X	X		X	
	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	X	X					
	Hermioninae indet.			X				
	<i>Hydroides dianthus</i> (Verrill, 1873)		X			X		
	<i>Hydroides pseudouncinatus</i> Zibrowius, 1968	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Lumbrineris adriatica</i> (Fauvel, 1940)	X		X		X		
	<i>Lumbrineris gracilis</i> (Ehlers, 1868)	X						
	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne-Edwards, 1834	X	X	X			X	
	<i>Lumbrineris</i> sp.	X	X	X	X		X	X
	<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833	X	X		X		X	X
	Maldanidae indet.	X	X	X	X	X	X	
	<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)						X	
	<i>Marphysa fallax</i> Marion & Bobretzky, 1875	X	X	X	X	X		X
	<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu, 1815)	X	X	X	X	X	X	X

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Policheti	Serpulidae indet.	X	X	X	X	X	X	X
	Spirorbidae indet.							X
	Syllidae indet.	X	X	X	X	X	X	X
	Terebellidae indet.	X		X			X	X
	<i>Vermilopsis</i> sp.				X			
Sipunculidi	Sipunculidae indet.	X	X	X	X		X	X
	Sipunculidae sp. 1	X	X	X	X	X	X	X
	Sipunculidae sp. 2	X		X			X	X
	Sipunculidae sp. 3	X					X	
Picnognonidi	Pycnogonidae indet.				X			
Crostei Ostracodi	Ostracoda indet.					X		
Crostei Cirripedi	<i>Acasta spongites</i> (Poli, 1791)		X				X	X
	<i>Balanus</i> cfr. <i>trigonus</i> Darwin, 1854					X		
	<i>Verruca stroemia</i> (O.F. Müller, 1776)		X		X			X
	<i>Diastylis rugosa</i> Sars, 1865	X						
Crostei Misiacei	Mysidacea indet.			X				

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Crostacei Decapodi	<i>Alpheus</i> sp.		X				X	
	<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Brachiura</i> indet.	X	X		X	X	X	
	Crangonidae indet.	X		X		X		
	<i>Dromia personata</i> (Linnaeus, 1758)			X				
	Dromiidae indet.						X	
	<i>Ebalia edwardsii</i> O.G. Costa, 1838							X
	<i>Ethusa mascarone</i> (Herbst, 1785)	X						
	<i>Eurynome aspera</i> (Pennant, 1777)		X					
	<i>Galathea</i> cfr. <i>squamifera</i> Leach, 1814	X						
	<i>Galathea intermedia</i> Lilljeborg, 1851					X		
	<i>Galathea</i> sp.		X				X	
	<i>Galathea squamifera</i> Leach, 1814				X			
	Hippolytidae indet.	X						
	<i>Illia nucleus</i> (Linnaeus, 1758)						X	
	<i>Macropodia</i> cfr. <i>linaresi</i> Forest & Zariquiey Alvarez, 1964					X		

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
Crostacei Decapodi	<i>Xantho</i> sp.					X		
Tunicati	Asciadiacea indet.				X		X	
	<i>Microcosmus vulgaris</i> Heller, 1877	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Phallusia fumigata</i> Grube, 1864	X	X	X			X	X
	<i>Pyura dura</i> (Heller, 1877)	X	X		X	X	X	X
	Stolidobranchia indet.	X	X	X				
	<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)	X	X		X	X		X
	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	X						
Echinodermi	<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843		X				X	
	Cucumariidae indet.	X	X		X			X
	Holothurioidea indet.	X			X			
	<i>Ophioderma</i> cfr. <i>longicaudum</i> (Retzius, 1805)	X					X	X
	<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard, 1789)	X	X	X	X	X	X	X
	Ophiurae indet.						X	
	Ophiuroidea indet.	X	X	X	X	X	X	X

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
CHLOROPHYTA	<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützing		X					
	<i>Cladophora pellucida</i> (Hudson) Kützing	X	X	X			X	
	<i>Cladophora</i> sp.	X	X				X	
	<i>Entocladia viridis</i> Reinke		X			X	X	
	<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin		X					
	<i>Gayralia oxysperma</i> (Kützing) K.L. Vinogradova ex Scagel et al.	X						
	<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i> (Zanardini) Børgesen	X	X				X	
	<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kützing) Kützing		X					
	<i>Tellamia</i> sp. (contorta cfr. intricata)		X				X	
	<i>Ulva laetevirens</i> Areschoug	X						
	<i>Ulva</i> sp.	X						
	<i>Ulvella lens</i> P.et H. Crouan	X	X	X			X	X
OCHROPHYTA	<i>Cutleria chilosa</i> (Falkenberg) P.C. Silva	X	X	X	X		X	X
	<i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P. De Candolle) J.V. Lamouroux		X					
	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux		X					
	<i>Dictyota</i> sp.		X					

Gruppo	Genere Specie	ANCONA	CAORLE	CAVALLINO LONTANA	CAVALLINO VICINA	MALAMOCCO	SORSE	VENEZIA
RHODOPHYTA	Delesseriacea indet.	X						
	<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge		X					
	<i>Gastroclonium</i> sp.		X					
	<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	X	X	X	X		X	X
	<i>Gracilaria dendroides</i> Gargiulo, De Masi et Tripodi		X					
	<i>Gracilariopsis longissima</i> (S.G. Gmelin) Steentoft et al.					X		
	<i>Griffithsia</i> sp.	X			X		X	
	<i>Halymenia floresia</i> (Clemente) C.Agardh	X	X				X	
	<i>Heterosiphonia japonica</i> Yendo					X		
	<i>Hydrolithon boreale</i> (Foslie) Y.M. Chamberlain	X	X	X		X		
	<i>Kallymenia</i> sp.		X					
	<i>Lithophyllum stictaeforme</i> (Areshoug) Hauck	X					X	X
	<i>Lithothamnion philippii</i> Foslie	X	X	X	X		X	X
	<i>Melobesia membranacea</i> (Esper) J.V. Lamouroux	X						
	<i>Peyssonnelia dubyi</i> P. et H. Crouan			X			X	
	<i>Peyssonnelia harveyana</i> P. et H. Crouan ex J. Agardh	X		X	X		X	X

FONDAZIONE
MUSEI CIVICI VENEZIA
Museo di Storia Naturale
Fontego dei Turchi - S. Croce 1730
30135 Venezia
Italy
Tel. + 390412750206
Fax + 39041721000
E-mail: nat.mus.ve@fmcvenezia.it

ARPAV
Settore Acque
Piazzale Stazione, 1
35131 Padova
Italy
Tel. +390498767587
Fax +390498767586
E-mail: oaa@arpa.veneto.it

Stampa: Cetid s.r.l.
Stampato su carta ecologica sbiancata senza uso di cloro

Finito di stampare nel mese di giugno 2010

Le tegnùe dell'Alto Adriatico:

valorizzazione della risorsa marina attraverso lo studio di aree di pregio ambientale

Allegati:

Elenco specie raccolte durante il progetto

Mappe



ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale

Direzione Generale
Via Matteotti, 27
35137 Padova
Italy
Tel. +390498239301
Fax + 39049660966
E-mail: urp@arpa.veneto.it
E-mail certificata: protocollo@arpav.it
www.arpa.veneto.it



Museo di Storia Naturale
di Venezia

Fontego dei Turchi - S. Croce 1730
30135 Venezia
Italy
Tel. +390412750206
Fax +39041721000
E-mail: nat.mus.ve@fmcvenezia.it
www.msn.ve.it

ISBN 978-88-7504-151-9