

Monitoraggio di fauna ittica nelle zone interessate da barriere artificiali sommerse nelle acque costiere adriatiche della Regione Abruzzo

Carla Giansante⁽¹⁾, Marianna Fatigati⁽²⁾, Floriana Ciarrocchi⁽¹⁾, Giuseppe S. Milillo⁽¹⁾, Luciano Onori⁽³⁾ & Nicola Ferri⁽¹⁾

Riassunto

Le Province di Teramo e Pescara hanno installato tre barriere artificiali sommerse costituite da moduli in calcestruzzo e da massi naturali nelle acque costiere della regione Abruzzo per il ripopolamento della fauna ittica e per impedire la pesca a strascico illegale, utilizzando specifici finanziamenti europei. Le Province hanno affidato all'Istituto G. Caporale l'incarico di monitorare l'evoluzione delle popolazioni nectobentoniche mediante 3 campionamenti annuali in ciascuna barriera artificiale. Questo lavoro riporta i risultati dello studio condotto dal 2005 al 2007, ottenuti comparando le catture effettuate nelle aree interessate dalle barriere con quelle dei siti di controllo attraverso l'uso di alcuni indici di diversità. Le aree interessate da barriere artificiali mostrano una maggiore diversità e ricchezza di specie rispetto alle aree di controllo. Pertanto le barriere artificiali possono contribuire sia a risolvere i problemi legati allo scarso reddito della pesca artigianale e all'eccessivo sfruttamento delle risorse alieutiche, sia all'avvio di quei processi di diversificazione degli habitat che facilitano l'incremento della diversità biologica.

Parole chiave

Abruzzo, Barriere artificiali, Biodiversità, Italia, Mare Adriatico, Pesce, Ripopolamento.

Introduzione

Le barriere artificiali, da non confondere con gli sbarramenti frangiflutti posti a difesa dei litorali contro l'erosione marina, sono composte da corpi naturali (pietre, tronchi ecc.) o artificiali (calcestruzzo, cemento armato, cenere di carbone) che vengono calati su fondali marini (sabbiosi, fangosi o sabbio-fangosi) per creare un elemento di diversificazione nell'habitat originario monotono e costituiscono dei meccanismi bio-ecologici in grado di aumentare la produzione alieutica di un ecosistema (18). Ciò avviene attraverso la colonizzazione delle nuove superfici artificiali disponibili da parte della biomassa larvale di organismi sessili i quali, a loro volta, creano una maggiore disponibilità di cibo, trattenendo le specie per le quali rappresentano l'alimento e inducendone la relativa protezione (13). La colonizzazione interessa sia specie autoctone sia specie alloctone. I vantaggi che derivano dall'installazione di barriere artificiali sono molteplici:

- protezione dalla pesca a strascico (13),
- protezione e sviluppo delle risorse acquatiche,

(1) Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" (Istituto G. Caporale), Via Campo Boario, 64100 Teramo, Italia
c.giansante@izs.it

(2) Facoltà di Scienze MM.FF.NN., Department of Environmental Sciences, University of L'Aquila, Via Vetoio (Coppito 1), 67010 Coppito (AQ), Italia

(3) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Parchi e Pianificazione Territoriale, Settore Aree protette, Via Curtatone, 3, 00185 Roma, Italia

- compreso il ripopolamento,
- effettivo incremento della quantità di pesce disponibile anche nelle zone attigue e protezione della biodiversità e del patrimonio genetico delle popolazioni,
 - possibilità di utilizzo della zona di mare per l'allevamento, la piccola pesca e la pesca sportiva.

L'istallazione delle prime barriere artificiali in Italia ed in Europa risale agli anni Sessanta (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13); negli anni Settanta la necessità di rispondere a problemi riguardanti gli ecosistemi delle coste, la pesca e le sue risorse, ha incrementato l'interesse per questi impianti anche in altri Paesi extraeuropei come Israele, Malta, Russia (13, 18, 21).

Secondo quanto previsto dal DOCUP – PESCA 2000/2006 Misura 3.1.: *Protezione e sviluppo delle risorse acquatiche* (1), che recepisce le attuali disposizioni della Politica Comune della Pesca, gli obiettivi di questo studio riguardano la valutazione degli effetti che l'istallazione delle barriere artificiali antistanti le coste abruzzesi hanno verso la protezione dalla pesca a strascico illegale, l'accrescimento della complessità dell'ecosistema marino, lo sviluppo di nuova biomassa e verso i cambiamenti strutturali nella comunità della barriera.

Materiali e metodi

Le barriere artificiali e i moduli utilizzati

Tre barriere artificiali sono state collocate lungo la costa adriatica della regione Abruzzo, di fronte agli abitati di Cologna, di Pineto (Torre del Cerrano) e di fronte al Comune di Pescara. Le zone prescelte per l'istallazione delle barriere sono di forma rettangolare con il lato maggiore parallelo alla costa e il lato minore ortogonale ad essa e sono situate al limite esterno della fascia sabbiosa, su un fondale sabbio-fangoso in cui non esistono affioramenti rocciosi naturali né formazioni di particolare interesse ecologico, sulla batimetria tra i 14 ed i 18 m, al limite delle 3 miglia dalla costa (Figura 1). In Tabella I sono riportate le coordinate geografiche dei punti

perimetrali dei siti di ciascuna barriera artificiale.

Pescara

Le barriere artificiali di Pescara sono composte da 268 strutture a campana, in calcestruzzo, dotate di barre di acciaio inox che si protendono verso l'esterno, alte 2 m e dotate di varie tipologie di fori. Ciascun modulo pesa 4.900 kg, con una superficie utile per l'attecchimento del benthos pari a 6,91 m² cadauna, per una superficie totale di 1.852 m². La disposizione delle campane è stata progettata in modo tale da rendere la zona impenetrabile alla pesca a strascico mediante una disposizione a "quinconce" su maglia di circa 350 m. In particolare, sulla linea perimetrale verso il mare aperto e su quelle ortogonali alla costa, le campane sono state poste ad una distanza inferiore, di circa 175 m, in modo da costituire una barriera più efficace contro le reti a strascico. Nella zona centrale dell'area di intervento sono state realizzate 17 oasi costituite ciascuna da raggruppamenti di 7 campane collocate ad una distanza di 5-10 m l'una dall'altra. Lo schema della disposizione delle campane si riporta in Figura 2.

Torre del Cerrano e Cologna

Sono stati utilizzati per ciascuna area 516 blocchi cubici in calcestruzzo delle dimensioni di 1x1x1 m, già sperimentati con successo per gran parte delle barriere artificiali realizzate in Adriatico (8, 9, 12). Una parte di essi è stata destinata alla perimetrazione dell'area con funzione antistrascico poiché forniti in sommità di opportuna struttura metallica. A questi moduli, disposti a piramide, sono stati aggiunti dei massi naturali di 2^a e 3^a categoria depositati in modo tale da formare 18 strutture a forma di tronco di cono, di 3 m di altezza, 10 m di diametro per la base maggiore e 3 m di diametro per la base minore. I blocchi hanno superfici scabre per favorire l'insediamento delle larve degli organismi sessili e le pareti laterali presentano cavità di diverso volume e diametro, in modo da fornire rifugi e habitat diversificati ai vari organismi marini. La disposizione dei blocchi è stata progettata in modo tale da rendere la zona impenetrabile alla pesca a strascico illegale.

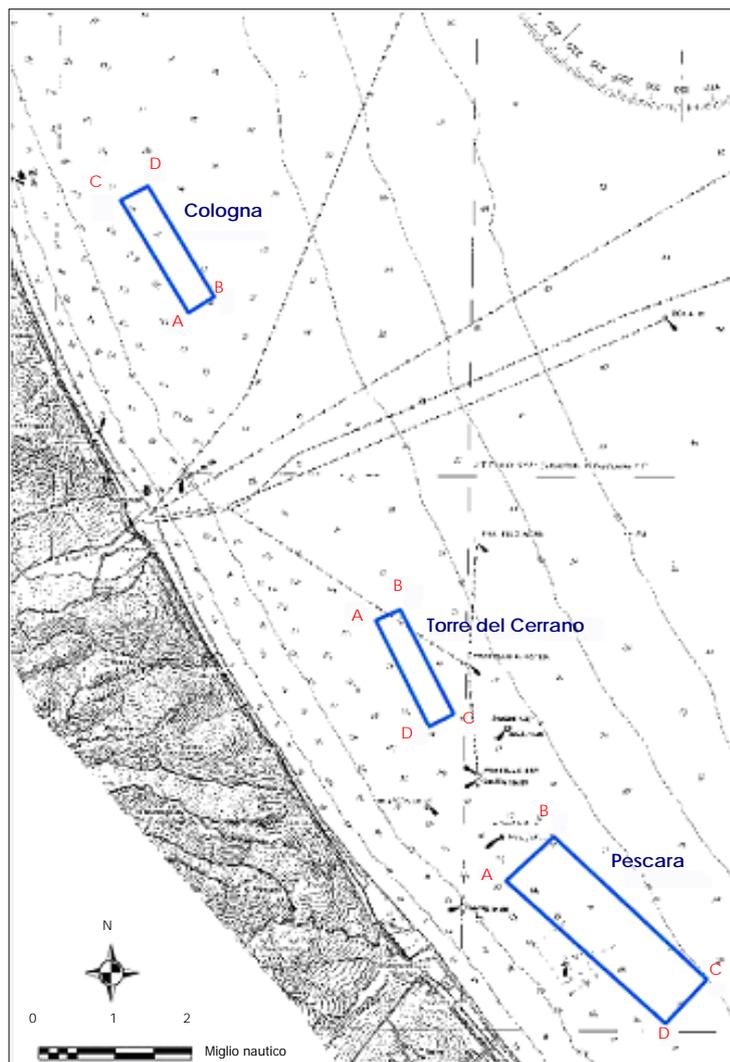


Figura 1
Ubicazione delle barriere artificiali su carta nautica n. 34

Tabella I
Coordinate geografiche dei punti perimetrali dei siti di ciascuna barriera artificiale

| Siti barriere artificiali | Punti perimetrali | Latitudine | Longitudine |
|---|-------------------|----------------|-----------------|
| Pescara (area di 13.86 km ²) | A | 42° 32, 720' N | 014° 11, 000' E |
| | B | 42° 33, 530' N | 014° 12, 150' E |
| | C | 42° 31, 000' N | 014° 15, 100' E |
| | D | 42° 30, 180' N | 014° 14, 900' E |
| Torre del Cerrano (area di 4 km ²) | A | 42° 37, 400' N | 014° 07, 750' E |
| | B | 42° 37, 600' N | 014° 08, 350' E |
| | C | 42° 35, 800' N | 014° 09, 200' E |
| | D | 42° 35, 500' N | 014° 09, 080' E |
| Cologna (area di 4 km ²) | A | 42° 42, 920' N | 014° 03, 110' E |
| | B | 42° 43, 210' N | 014° 03, 740' E |
| | C | 42° 44, 920" N | 014° 01, 430' E |
| | D | 42° 45, 050' N | 014° 02, 090' E |

I punti A,B,C e D possono essere visualizzati in Figura 1

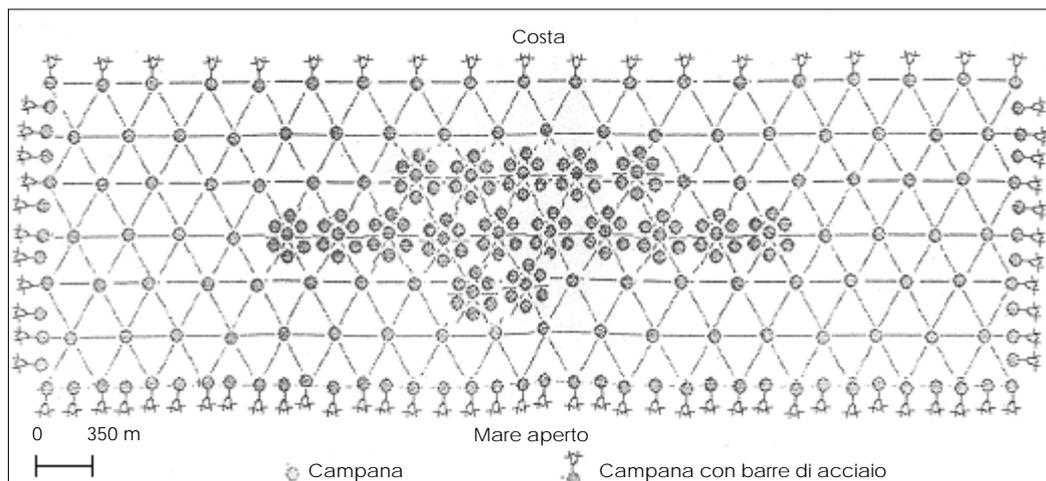


Figura 2
Disposizione a "quinconce" delle campane in calcestruzzo

La Figura 3 mostra il posizionamento dei massi naturali e delle campane in calcestruzzo.

Campionamenti

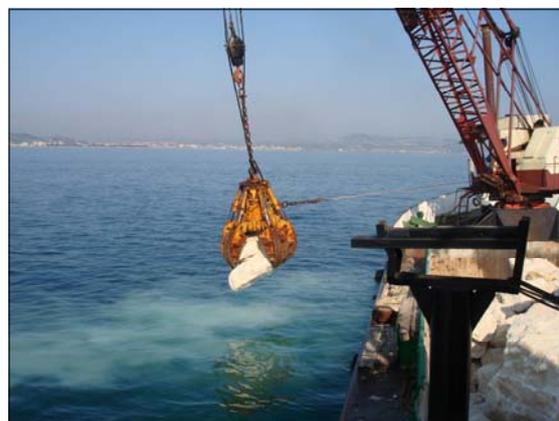
Per le barriere di Torre del Cerrano e di Cologna, sono stati individuati due punti di campionamento, uno dentro l'area caratterizzata dalle barriere artificiali (nel punto centrale), l'altro in una zona di controllo priva di strutture artificiali, ma con le stesse caratteristiche geo-morfologiche, posta alla stessa distanza dalla costa. Per la zona antistante Pescara, di maggiore superficie, è stato aggiunto un altro punto all'interno dell'area.

In questi punti, con l'ausilio di pescatori dediti alla piccola pesca, sono state calate reti da posta del tipo "barracuda", di 500 m di lunghezza, 2 m di altezza, 34 mm di apertura delle maglie. Le reti sono state calate al tramonto e salpate all'alba del giorno seguente, come da procedura seguita generalmente dai pescatori locali.

Il monitoraggio si è svolto nel triennio 2005-2007 mediante tre campionamenti per anno. Le date dei campionamenti nelle tre barriere sono riportate in Tabella II. Gli esemplari pescati sono stati trasportati in laboratorio in condizioni refrigerate dove sono stati subito sottoposti ad analisi morfologica e biometrica.

Inoltre sono state effettuate riprese subacquee con cadenza annuale per verificare l'evoluzione dei popolamenti nectobentonici e

a) Massi naturali



b) Modulo di calcestruzzo a campana



Figura 3
Il posizionamento in mare dei massi naturali ed una campana di calcestruzzo caricata sul pontone

costruire un archivio “visivo” della biologia delle barriere artificiali.

Analisi statistica dei dati

Al fine di valutare l’evoluzione dei rendimenti di pesca dopo l’installazione delle barriere, da ciascuna cattura sono stati raccolti i seguenti dati:

- numero degli esemplari catturati,
- identificazione
- numero delle specie (2, 19).

Per ciascun esemplare sono stati inoltre misurati: lunghezza totale, lunghezza standard, altezza (larghezza), peso.

Per confrontare lo stato di complessità delle biocenosi tra le zone occupate dalle barriere e quelle del fondale naturale, sono stati utilizzati i seguenti indici statistici:

- indice di Dominanza (15)
- indice di Diversità Specifica (22)
- indice di Ricchezza Specifica (14)
- indice di Equiripartizione o “Evenness” (17)
- indice di Omogeneità o Dominanza (23).

L’indice di Dominanza indica quali sono le specie dominanti nella comunità oggetto di studio e viene calcolato secondo la formula:

$$c^* = (n_i/N),$$

dove n_i è il numero di esemplari di ogni singola specie ed N il numero totale degli esemplari.

L’Indice di Diversità Specifica (Shannon-Weaver) risulta compreso, teoricamente, tra 0 e infinito e tiene conto sia del numero di specie presenti sia del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie. Esso viene calcolato con la seguente formula:

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i = -\sum (n_i/N) * \ln (n_i/N),$$

dove \ln è il logaritmo naturale, n_i è il numero di individui della i -esima specie ed N rappresenta il numero di individui totali di

tutte le specie. Se il valore dell’indice è minore o uguale a 1 c’è “bassa diversità”, la comunità è rappresentata da poche specie molto estese.

Se il valore è compreso tra 1 e 3 c’è “media diversità”, condizione intermedia, la comunità è mediamente diversificata per tipologia e dimensione. Se è maggiore di 3 c’è “buona diversità”, cioè c’è buona diversificazione qualitativa con dimensioni degli elementi simili. Quindi tanto maggiore è il valore di H' , tanto maggiore è la biodiversità.

L’Indice di Ricchezza Specifica prende in considerazione il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale di individui in una comunità. Quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà tale indice. Viene calcolato con la seguente formula:

$$D = (S-1) / \log N,$$

dove S è il numero totale di specie della comunità ed N il numero totale di individui.

Questo indice quantifica la diversità relazionando la ricchezza di specie con il numero totale di individui (19) e questo valore aumenta con l’incremento della biodiversità.

L’Indice di Equiripartizione o di “Evenness” risulta compreso tra 0 e 1 e prende in considerazione la distribuzione degli individui nell’ambito delle varie specie che compongono una comunità. Tale indice presenta il valore massimo nel caso teorico in cui tutte le specie siano presenti con la stessa abbondanza, mentre presenta un valore basso nel caso in cui sia una sola specie abbondante e numerose specie rare. Viene calcolato con la seguente formula:

$$J = H' / H_{max},$$

dove H' è il valore dell’Indice di Shannon-Weaver per quella comunità, H_{max} è il massimo valore di H' , uguale a $H'/\ln S$, S è il numero delle specie.

Tabella II
Date dei campionamenti nelle aree di studio

| Campionamento | Pescara | | | Torre del Cerrano | | | Cologna | | |
|---------------|---------|--------|--------|-------------------|-------|--------|---------|--------|--------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2005 | 2006 | 2007 | 2005 | 2006 | 2007 |
| 1 | 17 Giu | 21 Lug | 21 Mag | 1 Set | 23Giu | 12 Giu | 21 Dic | 16 Gen | 4 Giu |
| 2 | 28 Lug | 13 Set | 20 Lug | 16 Set | 27Lug | 21 Lug | NE | 1 Ago | 27 Giu |
| 3 | 18 Gen | 21 Set | 4 Ott | 3 Nov | 5 Set | 14 Set | NE | 16 Nov | 13 Lug |

NE non effettuato

Quando tutte le specie hanno la stessa abbondanza l'equiripartizione è massima.

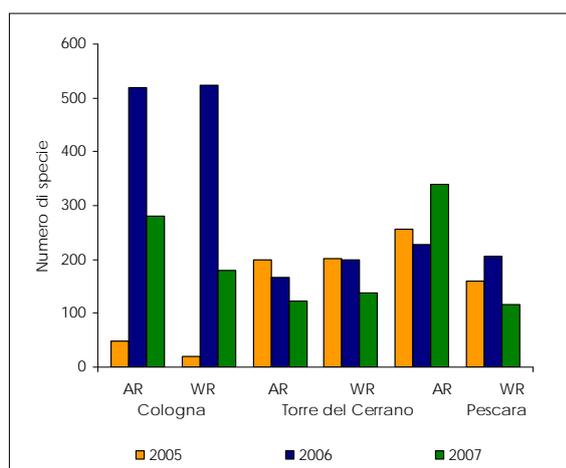
L'Indice di Omogeneità o di Dominanza di Simpson dà più peso alle specie rare rispetto all'Indice di Shannon-Weaver e misura la prevalenza di poche specie nella comunità con un andamento inverso rispetto all'indice di "Evenness". Un'elevata dominanza significa che una o poche specie hanno il monopolio delle risorse. L'indice è basso se si ha una limitata varietà di specie molto numerose; di contro è elevato nel caso in cui gli elementi sono poco diversificati e poco numerosi. Il range va da 0 a 1 e viene calcolato con la seguente formula:

$$c = \sum (n_i / N)^2,$$

dove n_i è il numero totale di individui di una particolare specie ed N è il numero totale di individui di tutte le specie.

Risultati

Come mostra la Figura 4 il numero degli esemplari catturati nel triennio 2005-2007 è sempre maggiore nella zona con barriere rispetto a quella corrispondente senza barriere, tranne che nei campionamenti relativi alla Torre del Cerrano ed in quello effettuato presso Cologna nel 2006 (Figura 4). In particolare è rilevante la differenza tra l'area interessata dalle barriere artificiali e i sito di

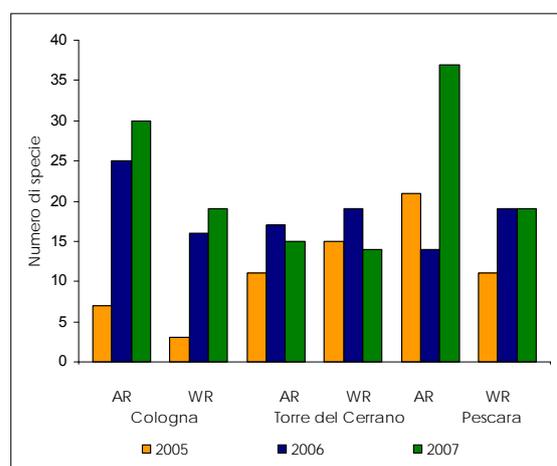


AR zona con barriere artificiali
WR zona senza barriere artificiali

Figura 4
Numero di esemplari catturati nelle zone di mare con barriere e senza barriere nel triennio 2005-2007

controllo di Pescara nel 2007 quando sono state catturati 339 esemplari contro i 117 del sito di controllo.

Mettendo a confronto i dati del monitoraggio effettuato nel 2005 con i dati del 2006 e del 2007, si notano dei sensibili cambiamenti nell'evoluzione della risorsa, soprattutto nel numero di specie catturate per ciascun punto di campionamento. Il numero delle specie risulta aumentato nelle barriere installate a Pescara e Cologna, mentre è stabile per Torre del Cerrano. Relativamente alle specie catturate nel sito di controllo, un incremento è stato osservato a Cologna e a Pescara, ma il numero delle specie resta sempre inferiore a quello riscontrato nelle barriere (Figura 5).



AR zona con barriere artificiali
WR zona senza barriere artificiali

Figura 5
Numero di specie catturate nelle zone di mare con barriere e senza barriere nel triennio 2005-2007

I risultati dell'analisi statistica riguardanti l'Indice di Dominanza (Figure 6, 7 e 8) mostrano che le specie prevalenti in tutte le zone di mare interessate dalle barriere sono il Murice (*Murex brandaris*, Linneo, 1758), la Pannocchia (*Squilla mantis*, Linneo, 1758), il Mazzolino (*Trigla lucerna*, Linneo 1758), la Triglia di fango (*Mullus barbatus*, Linneo, 1758) e la Sogliola (*Solea vulgaris*, Quensel, 1806).

E' interessante notare come all'interno delle barriere posizionate in prossimità di Cologna, siano presenti specie nectobentoniche caratteristiche dei fondali duri quali:

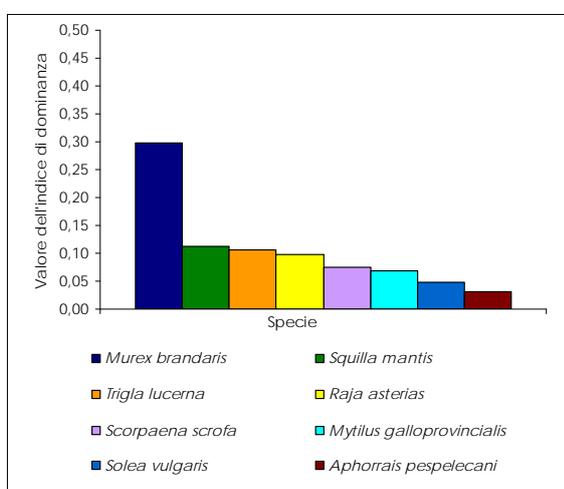
- Sarago maggiore (*Diplodus sargus*, Linneo, 1758),

- Sarago sparaglione (*D. annularis*, Linneo 1758),
- Sarago fasciato (*D. vulgaris*, Geoffroy Saint-Hilaire, 1817),
- Corvina (*Sciaena umbra*, Linneo, 1758),
- Ombrina (*Umbrina cirrosa*, Linneo, 1758)

segnalate anche dai pescatori che utilizzano le barriere di Pescara.

Per quanto riguarda l'Indice di Diversità Specifica, quasi tutti i valori nei tre anni di monitoraggio sono compresi tra 1 e 3,15 ad

a) Zona di mare con barriere artificiali



b) Zona di mare senza barriere artificiali

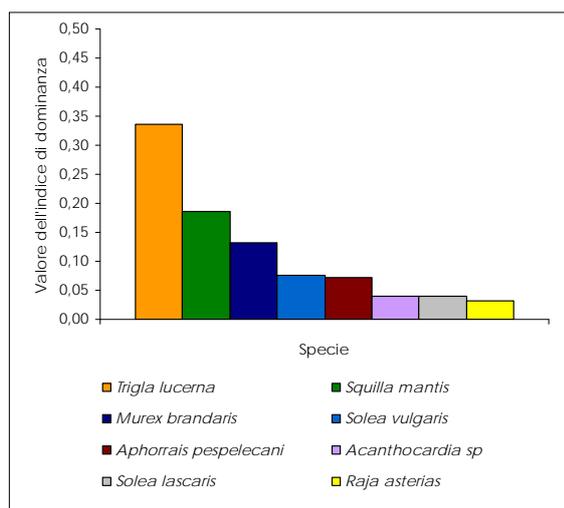
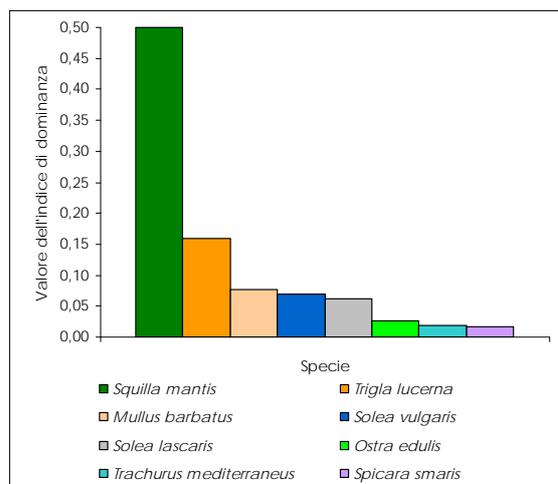


Figura 6
Valori dell'indice di dominanza del triennio 2005-2007 registrati per le zone di campionamento di Cologna
Per entrambe le zone sono riportate le 8 specie maggiormente prevalenti su 40 (zona con barriere) e 25 specie totali (zona senza barriere)

a) Zona di mare con barriere artificiali



b) Zona di mare senza barriere artificiali

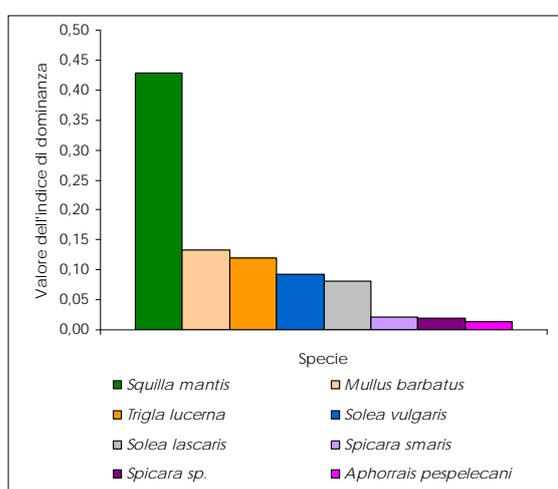
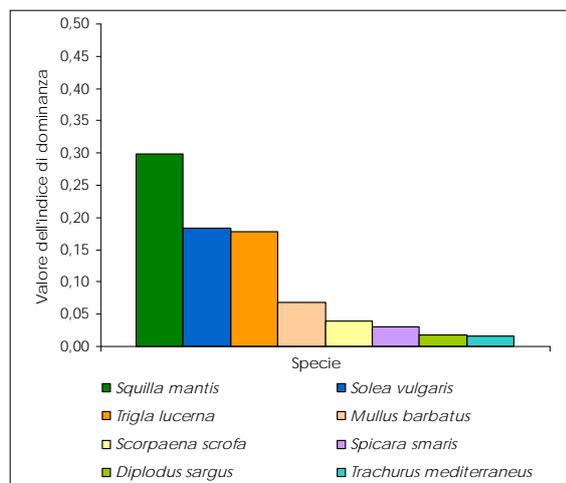


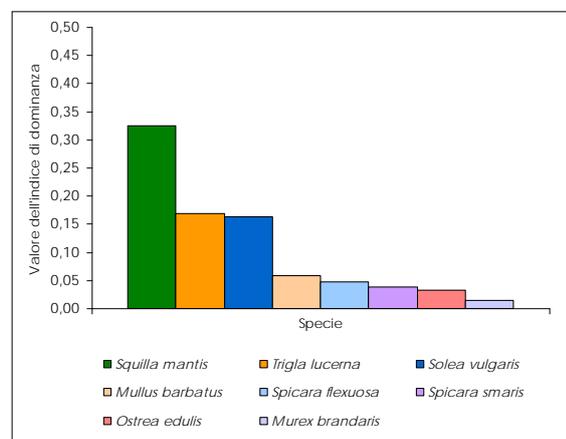
Figura 7
Valori dell'indice di dominanza del triennio 2005-2007 registrati per le zone di campionamento di Torre del Cerrano
Per entrambe le zone sono riportate le 8 specie maggiormente prevalenti su 27 specie totali presenti sia nella zona con barriere sia nella zona senza barriere

indicare una condizione intermedia, mediamente diversificata per tipologia e dimensione delle specie, sia nella zona con barriere artificiali sia in quella senza barriere. I valori dello stesso indice determinati sugli esemplari pescati all'interno delle barriere sono sempre maggiori di quelli relativi all'esterno, tranne che per le barriere di Torre del Cerrano e di Pescara nell'anno 2006 (Figura 9).

a) Zona di mare con barriere artificiali (centro)



b) Zona di mare con barriere artificiali (nord)



c) Zona di mare senza barriere artificiali

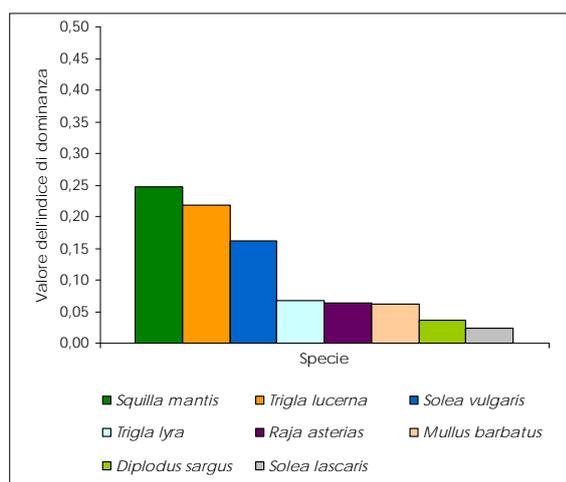
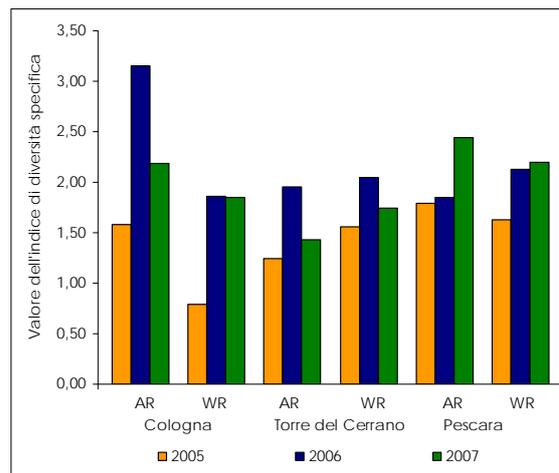


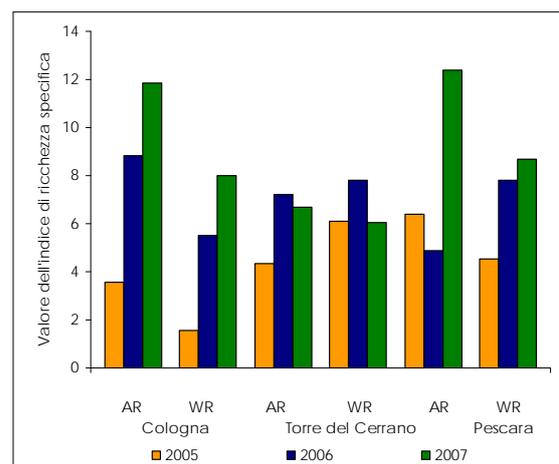
Figura 8
Valori dell'indice di dominanza del triennio 2005-2007 registrati per le zone di campionamento di Pescara
Per tutti e tre i punti di campionamento vengono riportati solo i valori delle 8 specie maggiormente prevalenti su 27 (centro e nord) e 28 (fuori) specie totali



AR zona con barriere artificiali
WR zona senza barriere artificiali

Figura 9
Valori dell'indice di diversità specifica nelle zone di mare con barriere e senza barriere nel triennio 2005-2007

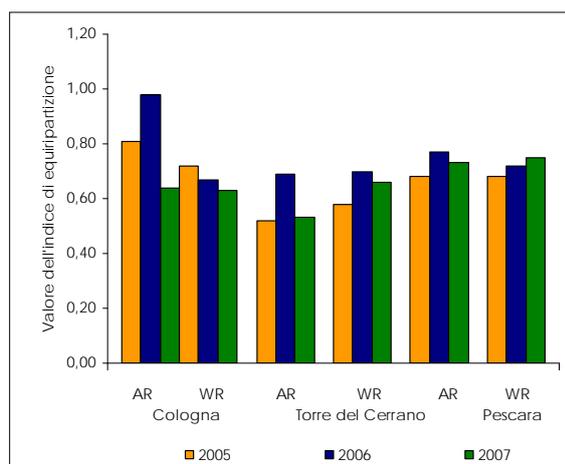
L'andamento dell'Indice di Ricchezza Specifica nel triennio di monitoraggio mostra una maggiore ricchezza di specie nelle zone di mare protette da barriere artificiali che è progressivamente aumentata negli anni. Per quanto riguarda Pescara, una maggiore biodiversità e abbondanza nel sito di controllo posto a nord delle barriere, nel 2006, può essere dovuto all'apporto nutritivo del fiume Saline che arricchisce queste acque (Figura 10).



AR zona con barriere artificiali
WR zona senza barriere artificiali

Figura 10
Valori dell'indice di ricchezza specifica nelle zone di mare con barriere e senza barriere nel triennio 2005-2007

Come mostrato in Figura 11, l'Indice di Equiripartizione o do "Eveness" raggiunge valori prossimi all'unità a indicare una equidistribuzione quantitativa delle specie, cioè gli individui sono presenti con la stessa abbondanza nella comunità, in entrambe le zone di mare monitorate nelle varie località. In particolare tale indice raggiunge il valore massimo nella zona di mare antistante il comune di Cologna.



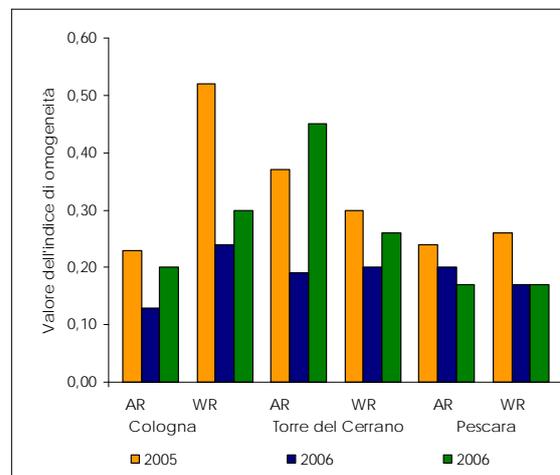
AR zona con barriere artificiali
WR zona senza barriere artificiali

Figura 11
Valori dell'indice di equiripartizione nelle zone di mare con barriere e senza barriere nel triennio 2005-2007

L'Indice di Omogeneità per tutte le aree indagate mostra in generale un valore compreso tra 0,13 e 0,52. Tali valori indicano che sia in prossimità sia fuori delle barriere artificiali, si è insediata una varietà di specie ittiche molto abbondanti. In particolare il valore risulta maggiore nel sito di controllo di Cologna nel 2005 (0,52) e nelle barriere di Torre del Cerrano 2007 (0,45) (Figura 12).

Come riportato in letteratura (13, 16, 18), dalle riprese subacquee effettuate in corrispondenza delle barriere è emerso che le superfici scabre dei moduli artificiali hanno favorito l'insediamento delle larve di organismi sessili e le cavità delle pareti laterali sono state colonizzate oltre che da organismi bentonici, anche da altre specie marine che hanno trovato in questi barriere rifugi e habitat idonei per la loro sopravvivenza. Le riprese subacquee

relative ai tre anni di controlli sulle barriere artificiali sono disponibili su sito dell'Istituto G. Caporale (www.izs.it/IZS/Engine/RAServePG.php/P/294210010400/M/294010010300).



AR zona con barriere artificiali
WR zona senza barriere artificiali

Figura 12
Valori dell'indice di omogeneità nelle zone di mare con barriere e senza barriere nel triennio 2005-2007

Conclusioni

Da quanto riportato dai pescatori della piccola pesca che hanno collaborato a questo studio, la presenza delle barriere ha effettivamente scoraggiato la pesca a strascico illegale entro le tre miglia. Conformemente a quanto osservato presso altri impianti di barriere artificiali collocate in differenti zone di mare italiane ed europee (9, 12, 13, 16, 18, 21), l'istallazione dei moduli artificiali ha inoltre dimostrato la sua efficacia nel ripopolamento della fauna e nella protezione della biodiversità, oltre all'incremento di numerose specie ad alto valore commerciale. Un considerevole incremento della quantità di risorsa alieutica disponibile è stato registrato anche nella zona di mare esterna alle barriere, ad indicare un possibile potere attrattivo delle barriere nei confronti delle specie ittiche, che si riflette anche nelle zone di mare circostanti.

Inoltre è interessante notare nelle catture della barriera di Cologna la presenza di Saraghi di varie specie, di Ombrine e di Corvine, che non sono state pescate nel sito di controllo, ad indicare che la presenza di strutture artificiali

può essere un'importante attrattiva e può svolgere un ruolo protettivo per le specie dei fondali duri.

I risultati mostrano che l'insediamento di comunità bentoniche tipiche di substrati duri in corrispondenza delle barriere artificiali studiate non solo contribuisce ad incrementare la biodiversità di queste zone marine, ma potenzialmente favorisce l'innescamento di catene trofiche aggiuntive con conseguente incremento di popolazioni ittiche che trovano nelle comunità bentoniche una cospicua fonte di nutrimento (11).

In conclusione, queste esperienze hanno confermato la potenzialità delle barriere artificiali in una diversa gestione della fascia costiera che può senz'altro contribuire a risolvere sia i problemi legati allo scarso reddito della pesca, sia all'avvio di quei processi di diversificazione degli habitat che facilitano l'incremento della diversità biologica.

Bibliografia

1. Anon 2001. DELIBERA Giunta Regionale 778 dell'8 Agosto 2001 'REG. CE 2792/99 del Consiglio DOCUP-PESCA Marittima ed Acquacoltura. Complemento di programmazione - bandi di gara 2001'. *BURA*, **102**, Speciale del 7/09/2001.
2. Anon 2008. Decreto Ministeriale 31 gennaio 2008: Denominazione in lingua italiana delle specie ittiche di interesse commerciale - Modifiche ed integrazioni dell'elenco di cui al decreto 25 luglio 2005. *Off J*, **45**, 11 22 Febbraio 2008.
3. Bisca A., Giuliani Ricci V., Pepoli R., Rambelli F. & Vistoli G.P. 1994. Paguro, immagini da un relitto, Calderini Editore, Bologna, 152 pp.
4. Bombace G. 1995. Le barriere artificiali nella gestione razionale della fascia costiera italiana. *Biol Mar Medit*, **2** (1), 1-14.
5. Bombace G., Fabi G., Fiorentini L. & Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull Mar Sci*, **55** (2-3), 559-580.
6. Bombace G., Fabi G. & Fiorentini L. 1995. Osservazioni sull'insediamento e l'accrescimento di *Pholas dactylus* L. (*Bivalvia*, *Pholadidae*) sui substrati artificiali. *Biol Mar*, **2** (2), 143-150.
7. Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Grati L., Panfili M. & Spagnolo A. 1998. Maricoltura associata a barriere artificiali. *Biol Mar Medit*, **5** (3), 1773-1782.
8. Bombace G., Fabi G., Leonori J., Sala A. & Spagnolo A. 1998. Valutazione con tecnica elettroacustica della biomassa vagile presente in una barriera artificiale del medio Adriatico. *Biol Mar Medit*, **5** (3), 1843-1854.
9. Bombace G., Fabi G. & Fiorentini L. 2000. Artificial reefs in the Adriatic Sea. In *Artificial reefs in European Seas* (A.C. Jensen, K.J. Collins & A.P.M. Lockwood, eds). Kluwer, Dordrecht, 31-64.
10. Castriota L., Fabi G. & Spagnolo A. 1996. Evoluzione del popolamento bentonico insediato su substrati di calcestruzzo immersi in medio Adriatico. *Biol Mar Medit*, **3** (1), 120-127.
11. Fabi G., Camilletti E., Cicconi E., Luccarini F., Lucchetti A., Panfili M. & Solustri C. 1998. Ruolo trofico della barriera artificiale di Cesano-Senigallia nei confronti di alcune specie ittiche. *Biol Mar Medit*, **5** (3), 1812-1721.
12. Fabi G. & Spagnolo A. 2001. Le barriere artificiali. In *Acquacoltura responsabile - verso le produzioni acquatiche del terzo millennio* (S. Cataudella & P. Bronzi, eds). Unimar Uniprom, Rome, 454-466.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano Angela De Dominicis per il supporto nella traduzione, Guido Mosca per i commenti costruttivi, Michele Artone, Walter Terra e Vincenzo Amicone per le catture e Sandro Pelini per l'utilizzo cartografico dei sistemi informativi geografici.

Finanziatori

Il lavoro è stato finanziato dalla Regione Abruzzo, Fondi DOCUP-PESCA 2000/2006 Misura 3.1.: Protezione e sviluppo delle risorse acquatiche.

13. Jensen A. 2002. Artificial reefs of Europe: perspective and future. *ICES J Mar Sci*, **59**, S3-S13, doi: 10.1006/jmsc.2002.1298 (icesjms.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/59/suppl/S3 ultimo accesso 22 agosto 2010).
14. Margalef R. 1958. Information theory in ecology. *Gen Syst*, **3**, 36-71.
15. May R.M. 1975 Patterns of species abundance and diversity. In Ecology and evolution of communities (M.L. Cody & J.M. Diamond, eds). Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, Vol. 4, 81-120.
16. Nicoletti L., Marzialetti S., Paganelli D. & Ardizzone G.D. 2007. Long-term changes in a benthic assemblage associated with artificial reefs. *Hydrobiol*, **580**, 233-240.
17. Pielou E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J Theor Biol*, **13**, 131-144.
18. Relini G., Relini M., Palandri G., Merello S. & Beccornia E. 2007. History, ecology and trends for artificial reefs of the Ligurian Sea, Italy. *Hydrobiol*, **580**, 193-217.
19. Riedl R. 2005. Fauna e flora del Mediterraneo. Dalle alghe ai mammiferi: una guida sistematica alle specie che vivono nel mar Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, Padova, 777 pp.
20. Salas F., Marcos C., Pérez-Ruzafa A. & Marques J.C. 2005. Application of the energy index as ecological indicator of organically enrichment areas in the Mar Menor lagoon (south-eastern Spain). *Energy*, **30**, 2505-2522.
21. Santos M.N. & Monteiro C.C. 2007. A fourteen-year overview of the fish assemblages and yield of the two oldest Algarve artificial reefs (southern Portugal). *Hydrobiol*, **580**, 225-231.
22. Shannon C.E. & Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Champaign, Illinois, 144 pp.
23. Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, **163**, 688 (www.nature.com/nature/journal/v163/n4148/abs/163688a0.html ultimo accesso 22 agosto 2010).