

## Osservazioni sulla fauna demersale in un'area di dragaggio (Alto Adriatico) per ripascimento: risultati dei campionamenti pre- e post-escavo.

Gianluca Franceschini<sup>1</sup>, Emanuela Fanelli<sup>2</sup>, Monica Panfili<sup>3</sup>, Otello Giovanardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, ex-ICRAM) - STS Chioggia, Loc. Brondolo, 30015 Chioggia (VE)

<sup>2</sup>IAMC-CNR Laboratorio di Ecologia Marina - Via G. da Verrazzano 17, 91014 Castellammare del Golfo (TP)

<sup>3</sup>ISMAR - Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona

### Riassunto

Sabbia relitta situata al largo della costa ravennate è stata utilizzata per operazioni di ripascimento spiagge emiliano-romagnole nel 2001. L'area destinata al prelievo è stata campionata con attrezzi da pesca a strascico e tremaglio in periodi corrispondenti alla fase di pre- e post-dragaggio. I campionamenti sono stati condotti a bordo di motopescherecci commerciali. Ogni uscita ha previsto due cale da effettuare dentro l'area interessata dal dragaggio e altre due fuori. Complessivamente le due tipologie di campionamento non hanno evidenziato sostanziali differenze nella composizione specifica o nell'abbondanza del pescato prima e dopo il dragaggio. Il popolamento ittico demersale, quindi, sembra aver risentito solo marginalmente del prelievo di sabbia. La variabilità delle catture riscontrata nelle diverse campagne di pesca riflette sia quella tipica stagionale che quella dovuta alle operazioni di dragaggio. Le difficoltà pratiche incontrate nello svolgimento dei campionamenti stessi (in particolare l'accidentalità del fondale all'interno dell'area dragata) hanno reso difficile distinguere l'effetto determinato dai singoli fattori. E' comunque evidente che ci sono delle indicazioni positive circa un recupero, almeno della frazione commerciale, rispetto alla situazione pre-dragaggio. Nella valutazione complessiva dei risultati fin qui ottenuti, tale elemento va comunque inquadrato in un contesto nel quale le condizioni ambientali di partenza (limitata estensione della superficie interessata dai lavori, assenza di *nurseries* all'interno dell'area interessata dal dragaggio, specie commerciali soprattutto demersali o nectoniche) erano tali da minimizzare l'impatto dell'operazione di ripascimento sulla pesca commerciale. L'area oggetto di studio, infine, è una zona in cui la pressione di pesca è relativamente ridotta a causa della lontananza dalla costa (circa 30 miglia) e dell'assenza di un popolamento ittico di rilevante valore commerciale.

**Parole chiave:** pesca, strascico, tremaglio, dragaggio, sabbia, fauna ittica.

### Abstract

*In 2001 relict sand in a site offshore Ravenna (Italy) was extracted in the framework of a beach renourishment programme. The site was sampled using otter-trawl before and after extraction, aboard commercial fishing boats. Each sampling occasion was represented by two hauls inside the impacted site and two in the surrounding area. No significant differences were detected in the commercial catch composition, either in space or time, before dredging. Due to the extraction methodology, the otter-trawl hauls inside the impacted area were highly hampered after sand was removed, so trammel nets were deployed inside and outside the site in order to add and integrate data on commercial fish fauna during the post-operam phase.*

*No substantial differences were detected by the two sampling gears in catch composition and abundance that could be directly linked to the dredging operations or that differed from normal seasonal changes. It should be underlined, however, that local environmental conditions could have minimised the impact from the beginning: the relatively small surface affected by dredging, the apparent absence of nursery areas and of demersal or nektonic fish populations of commercial interest.*

**Keywords:** fishery, trawling, trammel-net, dredging, sand, fish fauna.

## Introduzione

Il litorale dell'Emilia Romagna ha uno sviluppo costiero di 130 Km ed è suddiviso in 4 province (Rimini, Forlì, Ravenna e Ferrara) e 14 comuni. Dal punto di vista morfologico questo tratto costiero è interamente costituito da costa bassa e sabbiosa ed è interrotto ogni 10-15 Km circa dalle foci di torrenti e fiumi, che hanno sempre garantito, con il loro apporto solido, l'alimentazione delle spiagge.

Lo sviluppo turistico in Adriatico e più in generale nel bacino Mediterraneo è altamente dipendente dalla gestione delle spiagge. Le spiagge subiscono naturalmente dei fenomeni di lenta erosione e di accumulo di sedimenti. Negli ultimi anni esse sono divenute un'attrattiva per diversi propositi ricreativi: lo sviluppo di città e paesi sulla costa ha creato un forte disturbo al naturale equilibrio del loro profilo di erosione ed accrescimento e sempre più crescente è la necessità di azioni correttive in questi ambienti (Sardà et al., 2000). I normali fenomeni di erosione sono stati inoltre alterati dalle modificazioni avvenute a carico del regime di molti fiumi e torrenti proprio a causa della massiccia realizzazione di opere di costruzione in prossimità di essi: ciò ha determinato un ridotto dilavamento delle terre con conseguente diminuzione degli apporti di sedimenti in mare. In diverse situazioni il ripascimento delle spiagge è il mezzo preferibilmente utilizzato per la loro protezione rispetto ad altri metodi strutturali, che si sono rilevati fallimentari nel tempo (Clark, 1983). Tra il 1983 e il 1999 in Emilia Romagna sono stati realizzati diversi interventi di ripascimento utilizzando circa tre milioni di m<sup>3</sup> di sabbia, proveniente da cave a terra, da accumuli litoranei e dal dragaggio di porti (dati ARPA, 2001). La scarsità di risorsa, gli alti costi, l'impatto ambientale dovuto all'apertura di nuove cave e il trasporto via terra, unitamente agli alti livelli di contaminazione che spesso si rilevano nei sedimenti portuali hanno portato in quest'area adriatica, come in altre parti del bacino mediterraneo (Mar Catalano, Mar Tirreno Centrale) o del mondo (Hong Kong, Cina; Miami, USA), a ricercare aree al largo ove fossero presenti depositi di sabbie relitte.

In base a quanto detto, la Regione Emilia Romagna ha approntato uno studio per l'individuazione di un'area off-shore dove effettuare il prelievo di sabbie ai fini del ripascimento.

L'area scelta per il prelievo delle sabbie relitte è sita al largo di Ravenna; tali sabbie sono state utilizzate nell'ambito del progetto di ripascimento di 9 tratti del litorale emiliano-romagnolo, da Lido di Classe (Ravenna) a Misano (Rimini), per un prelievo complessivo di circa 1.000.000 di m<sup>3</sup> di sabbie.

Gli studi effettuati nel progetto sono stati tesi a valutare le condizioni al contorno prima e dopo l'inizio dei lavori. La caratterizzazione del fondale è stata effettuata sovrapponendo informazioni relative ai parametri fisico-chimici della matrice acqua (trasmissanza, pH, salinità, temperatura, ossigeno disciolto, clorofilla "a" e nutrienti) e dei sedimenti (descrizione macroscopica dei materiali, granulometria, contenuto di elementi in tracce, IPA, PCB, sostanze organoclorurate, sostanza organica), biologici (campionamenti della fauna macrobentonica e campagna di pesca a strascico, per la definizione delle specie demersali), e microbiologici nei sedimenti (analisi batteriologiche e virologiche).

In questo lavoro vengono riportati i risultati delle analisi relative a campagne di pesca eseguite prima e dopo i dragaggi, negli anni 2001-2004.

## Materiali e metodi

L'area destinata al prelievo è stata campionata in diversi periodi, corrispondenti alla fase di pre- e post-dragaggio. I campionamenti sono stati condotti a bordo di motopescherecci commerciali, ed il personale coinvolto (pescatori professionisti), le procedure usate e i materiali impiegati hanno reso queste cale del tutto comparabili con quelle normalmente svolte durante l'attività di pesca professionale.

Le caratteristiche tecniche dei pescherecci utilizzati - e delle loro reti - sono riportate nella Tab. 1. L'impiego di barche da pesca diverse è da attribuirsi ad imprevisti tecnici; ciò ha limitato la comparabilità delle osservazioni.

Tabella 1 - Dati tecnici dei motopescherecci e delle reti a strascico impiegate per la pesca.

|                        |   | <b>Pipeta</b>                                   | <b>Ulisse</b>   | <b>Palma II</b>  |
|------------------------|---|---|---|--|
|                        | <b>Porto</b><br><b>Matricola</b><br><b>Anno di costruz.</b><br><b>LFT/TSL</b><br><b>HP/giri max</b> | Fano<br>1PS447<br>1967<br>26 / 75<br>300 / 400  | Marina di Ravenna<br>RA 3774<br>1977<br>17 / 21,2<br>270 / 2000 | Chioggia<br>CI 3227<br>1980<br>21 / 43,5<br>300 / 1900 |
| <b>Divergenti</b>      | <b>Tipo</b><br><b>Materiale</b><br><b>Dimensioni (cm)</b><br><b>Peso (Kg)</b>                       | Rettangolari piatti<br>Legno<br>1750x900<br>170 | Rettangolari piatti<br>Legno<br>190x65<br>210                   | Rettangolari piatti<br>Legno<br>210x135<br>150         |
| <b>Calamenti</b>       | <b>Materiale</b><br><b>Diametro (mm)</b><br><b>Lunghezza (m)</b>                                    | Cavo misto<br>22<br>250                         | Cavo misto<br>20<br>50  | Cavo misto<br>26<br>180                                |
| <b>Cavo da traino</b>  | <b>Materiale</b><br><b>Diametro (mm)</b>  | Acciaio inox<br>12                              | Acciaio inox<br>10  | Acciaio inox<br>12                                     |
| <b>Gallezzanti</b>     | <b>Diametro (mm)</b><br><b>Numero</b>   | 120<br>50                                       | 200<br>12   | 200<br>15  |
| <b>Lima da sugheri</b> | <b>Lunghezza (m)</b>  | 32  | 32  | 50   |
| <b>Lima da piombi</b>  | <b>Lunghezza (m)</b>  | 41  | 38  | 50   |
| <b>Catena</b>          | <b>Lunghezza (m)</b>  | 5   | assente   | 45   |
| <b>Piombi/Catene</b>   | <b>Peso (Kg)</b>  | 40  | 70  | 300  |

In ogni caso durante il campionamento si è impiegato un tipo di rete italiana a strascico, chiamato “cocchia” e diffuso presso alcune marinerie dell’Alto Adriatico.

Il piano di campionamento ha previsto due cale da effettuare dentro l’area interessata dal dragaggio e altre due fuori, una sul lato nord ed una sul lato sud.

Ad ogni cala è stato assegnato un codice, composto da una lettera (D per dentro ed F per fuori l’area dragata) seguita dall’indicazione temporale: t0 rappresenta i campionamenti eseguiti prima del dragaggio (Aprile 2001 – Tab. 2), t1 e t2 quelli realizzati ad Agosto e Dicembre 2002, t3 e t4, rispettivamente, quelli di Giugno e Dicembre 2003 (Fig. 1).

Tabella 2 - Dettaglio delle cale pre-dragaggio (t0) effettuate ad Aprile 2001.

| Cala | Codice* | Inizio       |              | Fine         |              | Inizio |       | Fine  |       |
|------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|-------|-------|-------|
|      |         | Lat          | Long         | Lat          | Long         | Ora    | Prof. | Ora   | Prof. |
| 1    | D_t01   | 44° 27' ,361 | 12° 58' ,927 | 44° 28' ,269 | 13° 01' ,247 | 6:56   | 49,4  | 7:28  | 45,8  |
| 2    | D_t02   | 44° 28' ,524 | 13° 01' ,613 | 44° 26' ,946 | 13° 59' ,259 | 8:03   | 45,8  | 8:32  | 45,8  |
| 3    | F_t0 S  | 44° 26' ,503 | 13° 01' ,818 | 44° 27' ,968 | 13° 03' ,190 | 9:12   | 48,5  | 9:41  | 48,5  |
| 4    | F_t0 N  | 44° 27' ,900 | 12° 58' ,056 | 44° 29' ,457 | 12° 59' ,274 | 10:32  | 48,5  | 11:01 | 48,5  |

\*D: cale interne all’area dragata (cala 1 e 2); F: cale esterne all’area dragata (a Nord e a Sud).

Una volta salpata la rete, il contenuto del “cod-end” (sacco della rete) di ogni cala è stato suddiviso in due categorie: commerciale (tutte le specie di interesse commerciale e di taglia commercializzabile) e scarto (catture accessorie di specie non commerciali o commerciali sottotaglia). Il commerciale è stato immediatamente processato a bordo: si è proceduto all’identificazione fino al più basso livello tassonomico possibile, al conteggio del numero di individui, alla determinazione del peso complessivo (approssimato ai 100 g inferiori con una stadera) e della lunghezza totale (TL) di alcune specie. Lo scarto totale è stato subcampionato e posto in formalina al 4% tamponata per essere analizzato successivamente.

In laboratorio si è poi proceduto all’identificazione dei campioni dello scarto al livello tassonomico più basso

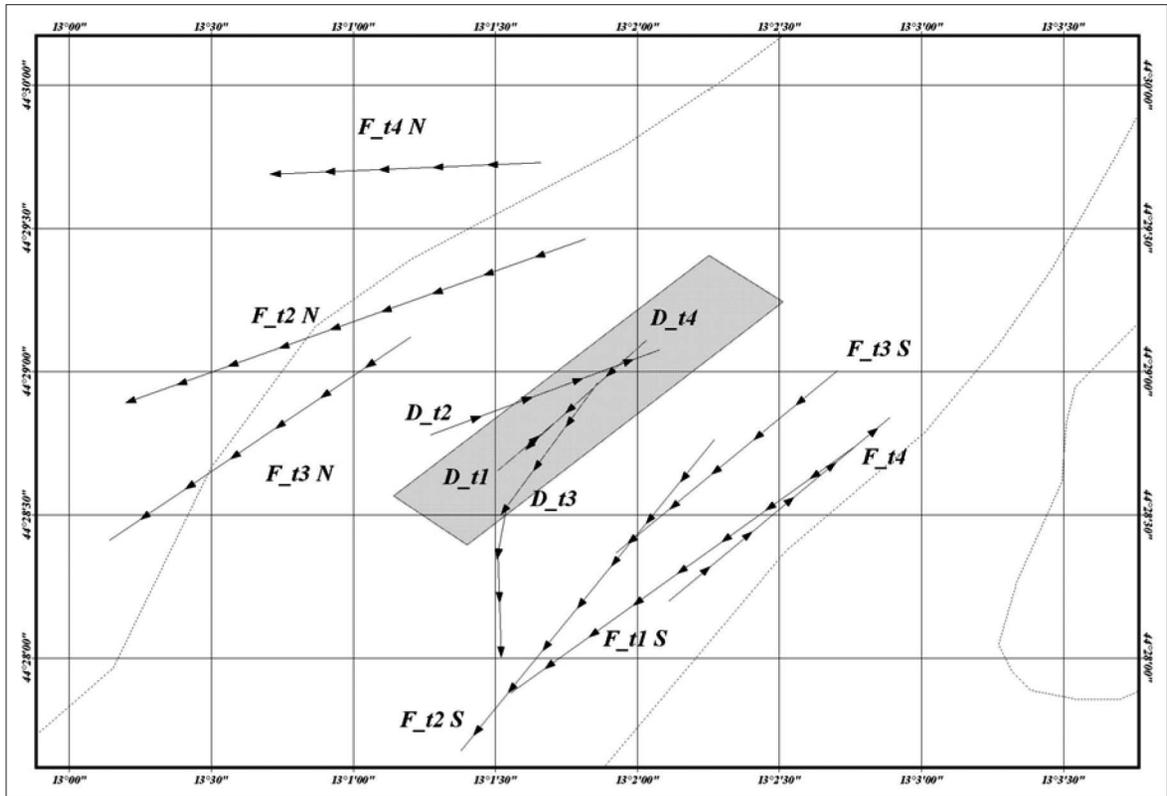


Figura 1 - Mappa dei campionamenti a strascico post-dragaggio effettuati dentro (D) e fuori (F) l'area interessata dai lavori di escavo (in grigio).

possibile, determinandone al contempo l'abbondanza ed il peso complessivo (allo 0,1 g inferiore) per specie. Per rendere comparabili tra loro l'abbondanza ed il peso delle catture effettuate, le cale sono state standardizzate ad un'ora di durata e all'area strascicata (in Km<sup>2</sup>) calcolata in base alla lunghezza della cala e ad una stima della distanza tra i divergenti durante la pesca.

All'interno dell'area dragata le operazioni di movimentazione hanno causato la formazione di numerosi avvallamenti, rendendo difficoltoso, se non impossibile, il campionamento della fauna con rete a strascico. Non si è potuto quindi replicare il campionamento, viste le enormi difficoltà nell'effettuare la prima cala. All'esterno, invece, si sono avuti problemi tecnici relativi ad afferrature (t1 e t2) ed alla grande quantità di scarto raccolta, che ha determinato uno strappo della rete e la rottura di un calamento in t2 (Tab. 3).

In conseguenza di ciò, i dati raccolti con rete a strascico sono stati integrati con quelli ottenuti mediante

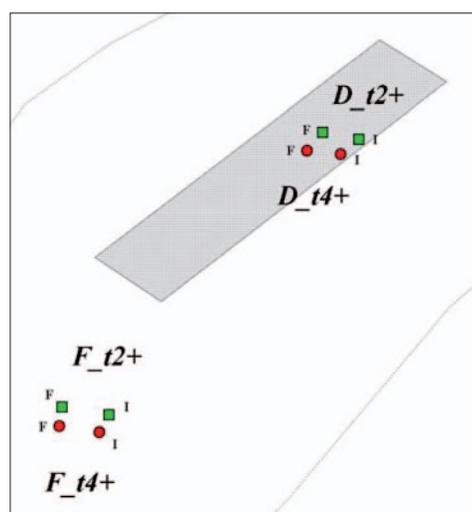
Tabella 3 - Dettaglio della validità delle cale pre- e post-dragaggio con i relativi problemi riscontrati sul campo.

| Codice | Tipo       | Motivo         | Codice | Tipo       | Motivo            |
|--------|------------|----------------|--------|------------|-------------------|
| D_t0 1 | Valida     |                | F_t0 N | Valida     |                   |
| D_t0 2 | Valida     |                | F_t0 S | Valida     |                   |
| D_t1 1 | Non Valida | Afferratura    | F_t1 S | Non Valida | Afferratura       |
| D_t1 2 |            | Non effettuata | F_t1 N |            | Non effettuata    |
| D_t2 1 | Non Valida | Afferratura    | F_t2 N | Non Valida | Afferratura       |
| D_t2 2 |            | Non effettuata | F_t2 S | Non Valida | Rottura calamenti |
| D_t3 1 | Valida     |                | F_t3 N | Valida     |                   |
| D_t3 2 |            | Non effettuata | F_t3 S | Valida     |                   |
| D_t4 1 | Non Valida | Afferratura    | F_t4 N | Valida     |                   |
| D_t4 2 |            | Non effettuata | F_t4 S | Valida     |                   |

attrezzo fisso (tremaglio) nei mesi di Aprile 2003 e 2004. I campionamenti con tremaglio sono stati effettuati sia dentro la zona dragata che fuori, con una rete avente le seguenti caratteristiche: lunghezza totale 800 m; altezza 3 m; pannello interno in monofilamento di poliammide con maglie di 72 mm di apertura; pannelli esterni in monofilamento di poliammide con maglie di 400 mm di apertura. I dettagli tecnici delle cale effettuate con questo tipo di attrezzo sono riportati nella Tab. 4. Per distinguere tali campionamenti da quelli con lo strascico, il codice abbinato è contraddistinto da un “+” (Fig. 2).

**Tabella 4 - Pesca con tremaglio: dettagli tecnici delle cale.**

|             | Cala | Area   | Codice | Inizio     |            | Fine       |            |
|-------------|------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|
|             |      |        |        | Lat.       | Long.      | Lat.       | Long.      |
| Aprile 2003 | 1    | dentro | D_t1+  | 44° 28.957 | 13° 02.143 | 44° 29.036 | 13° 02.020 |
|             | 2    | fuori  | F_t1+  | 44° 27.920 | 13° 01.180 | 44° 28.000 | 13° 00.840 |
| Aprile 2004 | 1    | dentro | D_t2+  | 44° 28.970 | 13° 02.017 | 44° 28.999 | 13° 01.787 |
|             | 2    | fuori  | F_t2+  | 44° 27.879 | 13° 01.165 | 44° 27.872 | 13° 00.948 |



A causa delle difficoltà descritte in precedenza (vedi Tab. 3), l'analisi dei dati è stata prevalentemente di tipo qualitativo, cercando di confrontare i risultati ottenuti con quelli disponibili in letteratura.

Un MDS non parametrico è stato effettuato sulla matrice di presenza-assenza (distanza di Bray-Curtis) dell'intero popolamento (commerciale e scarto) per comparare le differenze fuori e dentro il sito di prelievo, prima e dopo il dragaggio. Alcuni indici strutturali (diversità specifica, evenness e dominanza) sono stati calcolati. Il test non parametrico del  $\chi^2$  (correzione di Yates) è stato applicato alle frequenze percentuali delle diverse specie/taxa per stimare dove le differenze dentro-fuori e pre-post fossero significative. Le analisi sono state effettuate con i software PRIMER 6.0 (Clarke e Warwick, 1994) e STATISTICA 6.

**Figura 2 - Mappa dei campionamenti effettuati con tremaglio dentro e fuori l'area dragata. Con "I" ed "F" sono indicati rispettivamente i punti del posizionamento delle boe di inizio e fine rete.**

## Risultati

L'analisi del popolamento ittico delle campagne di pesca ha permesso di identificare in tutto 66 *taxa*, dei quali 40 nella frazione commerciale e 26 nello scarto (Tabb. 5 e 6).

Da un punto di vista qualitativo il popolamento presente (commerciale e scarto) dentro e fuori non differisce prima del dragaggio (Fig. 3), mentre si osserva una netta separazione tra le comunità nella fase post. Il numero totale di specie nell'area dragata è inferiore a quello osservato nel sito prima dell'escavo ( $N_{t0}=45$ ;  $N_{t0}^{post}=36$ ), mentre la diversità specifica (calcolata con l'indice di Shannon e Wiener) non è significativamente differente ( $H'_{t0}=3.81$ ;  $H'_{t0}^{post}=3.58$ ). Ciò indica che le differenze sono più qualitative che quantitative, dovute ad una sostituzione di specie nell'area di prelievo prima e dopo il dragaggio.

Le differenze pre-post maggiori in numero di specie si riscontrano nella frazione commerciale pescata dentro l'area (26 contro 17;  $H'_{t0}=3.26$ ;  $H'_{t0}^{post}=2.83$ ), attribuibili all'assenza quasi totale di Molluschi e Pesci cartilaginei dopo i lavori. Non sono invece state evidenziate differenze di rilievo nei Pesci ossei e nella frazione dello scarto prima e dopo l'escavo. In particolare il numero di specie nello scarto è rimasto invariato ( $N=19$ ). L'analisi dei rendimenti orari (kg/h) delle catture è stata effettuata distinguendo le categorie del commerciale e dello scarto e riportando per confronto anche i dati (mediati) ottenuti in fase di pre-escavo (Tab. 7); le differenze tra i rendimenti orari (in termini percentuali) della frazione commerciale pescata dentro l'area prima e dopo il prelievo delle sabbie sono significative ( $\chi^2=7.22$ ;  $p<0.05$ ); non ci sono variazioni significative nello

scarto. Un trend opposto, con differenze significative nello scarto ( $\chi^2=4.50$ ;  $p<0.05$ ) e non nel commerciale, si osserva invece per le due frazioni al di fuori dell'area dragata.

Tabella 5 - Lista faunistica delle specie commerciali catturate con rete a strascico dentro e fuori l'area dragata, al tempo t0 e nelle fasi di post-dragaggio.

| Phylum                               | Specie                          | Dentro    | Dentro    | Fuori     | Fuori     |
|--------------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                      |                                 | pre       | post      | pre       | post      |
| <b>MOLLUSCHI</b>                     | <i>Aequipecten opercularis</i>  | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Pecten jacobaeus</i>         | *         |           |           | *         |
|                                      | <i>Allotheutis media</i>        | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Eledone moschata</i>         | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Illex coindetii</i>          |           |           | *         |           |
|                                      | <i>Loligo vulgaris</i>          | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Octopus vulgaris</i>         | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Sepia elegans</i>            | *         | *         | *         | *         |
|                                      | <b>tot</b>                      |           | 7         | 1         | 7         |
| <b>VERTEBRATI</b>                    | <i>Galeorhinus galeus</i>       | *         |           |           |           |
|                                      | <i>Raja asterias</i>            |           |           |           | *         |
|                                      | <i>Raja clavata</i>             | *         |           |           | *         |
|                                      | <i>Scyliorhinus canicula</i>    | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Squalus acanthias</i>        |           |           |           | *         |
|                                      | <i>Squalus blainvillei</i>      |           |           |           | *         |
| <b>tot</b>                           |                                 | 3         | 0         | 1         | 5         |
| <b>Pesci ossei</b>                   | <i>Boops boops</i>              |           | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Cepola macrophthalmia</i>    | *         |           | *         |           |
|                                      | <i>Citharus linguatula</i>      |           |           |           | *         |
|                                      | <i>Engraulis encrasicolus</i>   |           | *         |           | *         |
|                                      | <i>Eutrigla gurnardus</i>       |           |           |           | *         |
|                                      | <i>Gobius niger</i>             | *         | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Lophius piscatorius</i>      | *         |           | *         |           |
|                                      | <i>Merlangius merlangus</i>     | *         |           | *         |           |
|                                      | <i>Merluccius merluccius</i>    | *         | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Microchirus variegatus</i>   | *         | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Micromesistius poutassou</i> |           | *         |           | *         |
|                                      | <i>Mullus barbatus</i>          |           | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Mullus surmuletus</i>        |           | *         |           | *         |
|                                      | <i>Pagellus erythrinus</i>      | *         | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Phrynorhombus regius</i>     |           |           | *         |           |
|                                      | <i>Sardina pilchardus</i>       | *         | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Scomber scombrus</i>         | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Scorpaena notata</i>         | *         | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Scorpaena porcus</i>         | *         |           | *         |           |
|                                      | <i>Solea kleini</i>             |           | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Trachinus draco</i>          | *         |           | *         | *         |
|                                      | <i>Trachurus trachurus</i>      |           | *         | *         | *         |
|                                      | <i>Trigla lucerna</i>           | *         | *         | *         | *         |
| <i>Trigloporus lastoviza</i>         | *                               | *         | *         | *         |           |
| <i>Trisopterus minutus capelanus</i> | *                               | *         | *         | *         |           |
| <i>Zeus faber</i>                    | *                               |           | *         | *         |           |
| <b>tot</b>                           |                                 | 16        | 16        | 21        | 20        |
| <b>TOTALE</b>                        |                                 | <b>26</b> | <b>17</b> | <b>29</b> | <b>32</b> |

Tabella 6 - Lista faunistica delle specie dello scarto catturate con rete a strascico dentro e fuori l'area dragata, al tempo t0 e nelle fasi di post-dragaggio.

| Phylum        | Specie                                | Dentro    | Dentro    | Fuori     | Fuori     |
|---------------|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               |                                       | pre       | post      | pre       | post      |
| PORIFERI      | Poriferi spp.                         | *         |           | *         | *         |
| CNIDARI       | <i>Alcyonum palmatum</i>              | *         |           |           | *         |
| MOLLUSCHI     | <i>Atrina fragilis</i>                | *         | *         |           | *         |
|               | Opisthobranchia spp.                  |           |           | *         |           |
|               | <i>Scaphander lignarius</i>           | *         |           |           |           |
| ANELLIDI      | <i>Aphrodita aculeata</i>             | *         | *         | *         |           |
| ARTROPODI     | <i>Liocarcinus depurator</i>          | *         | *         | *         | *         |
| ECHINODERMI   | <i>Anseropoda placentia</i>           | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Astropecten irregularis</i>        |           | *         | *         | *         |
|               | <i>Echinaster sepositus</i>           |           |           | *         | *         |
|               | <i>Echinus acutus</i>                 | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Holothuria forskali</i>            | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Holothuria tubulosa</i>            | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Marthasterias glacialis</i>        | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Ocnus planci</i>                   | *         |           | *         | *         |
|               | <i>Psammechinus microtuberculatus</i> | *         | *         | *         | *         |
| TUNICATI      | <i>Botryllus</i> sp.                  |           |           |           | *         |
|               | <i>Phallusia mamillata</i>            |           | *         | *         | *         |
| VERTEBRATI    | <i>Arnoglossus laterna</i>            |           | *         | *         | *         |
|               | <i>Arnoglossus thori</i>              | *         |           | *         |           |
|               | <i>Blennius ocellaris</i>             |           | *         |           | *         |
|               | <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>  | *         | *         |           | *         |
|               | <i>Lepidotrigla cavillone</i>         | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Serranus hepatus</i>               | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Spicara flexuosa</i>               | *         | *         | *         | *         |
|               | <i>Spicara smaris</i>                 | *         | *         |           | *         |
| <b>TOTALE</b> |                                       | <b>19</b> | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>22</b> |

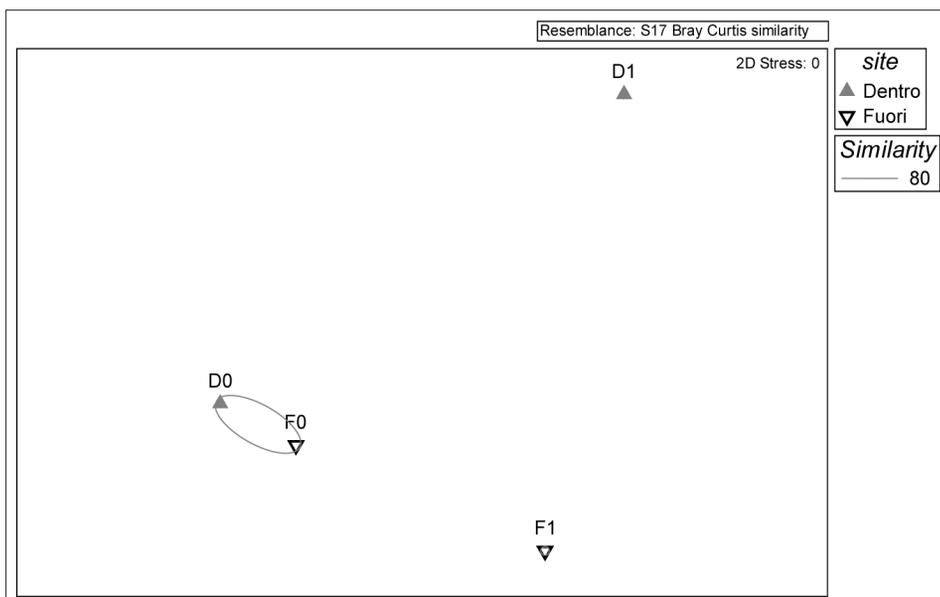
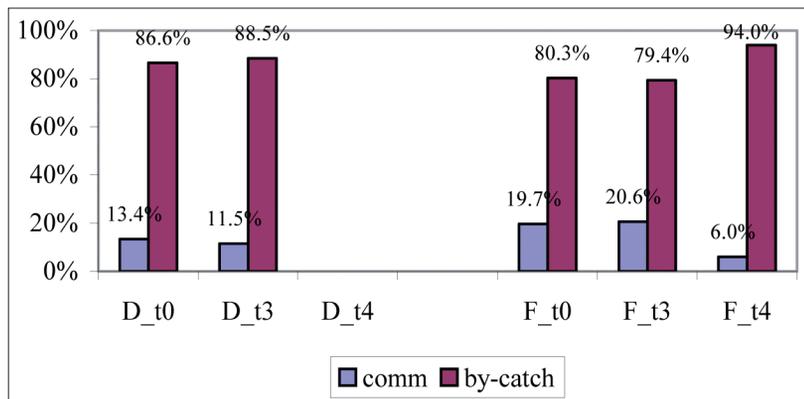


Figura 3 - nMDS (Distanza di Bray-Curtis, presenza-assenza) del popolamento (commerciale e scarto) dentro e fuori l'area di dragaggio (D e F), prima (0) e dopo (1) il prelievo delle sabbie. L'ellisse raggruppa i popolamenti dentro e fuori l'area dragata al tempo 0, all'80% di similarità (overlay cluster).

**Tabella 7 - Rendimenti orari (kg/h) delle catture commerciali e dello scarto nei campionamenti 2003 effettuati dentro e fuori l'area dragata, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0). cnv = cala non valida.**

|                    | D_t0   | D_t3   | D_t4 | F_t0   | F_t3  | F_t4   |
|--------------------|--------|--------|------|--------|-------|--------|
| <b>commerciale</b> | 40,74  | 45,44  | cnv  | 32,95  | 24,92 | 21,45  |
| <b>scarto</b>      | 262,28 | 238,32 | cnv  | 134,64 | 95,75 | 335,07 |

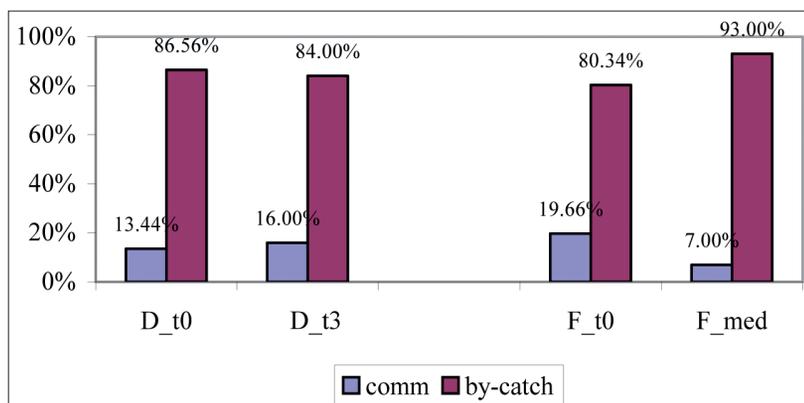
Rispetto alla situazione pre-dragaggio (t0) il rendimento delle catture commerciali è diminuito, sia fuori che dentro, anche se, confrontando la percentuale relativa delle due frazioni, si può notare una sostanziale uniformità del loro rapporto nel tempo, ad eccezione dei valori di F\_t4 (Fig. 4).



**Figura 4 - Composizione % delle catture commerciali e dello scarto nei campionamenti del 2003 effettuati dentro e fuori l'area dragata, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0), sulla base dei rendimenti orari.**

**Tabella 8 - Medie dei rendimenti orari (kg/h) delle catture commerciali e dello scarto nei campionamenti 2003 dentro e fuori l'area dragata, a confronto con la situazione pre-dragaggio.**

|                    | D_t0          | D_t3          | F_t0          | F_med         |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>commerciale</b> | 40,74         | 45,44         | 32,94         | <b>24,03</b>  |
| <b>scarto</b>      | 262,28        | 238,32        | 134,64        | 299,13        |
| <b>tot</b>         | <b>303,02</b> | <b>283,76</b> | <b>167,58</b> | <b>323,16</b> |



**Figura 5 - Composizione % delle catture commerciali e dello scarto dentro e fuori dall'area del prelievo, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0), sulla base dei rendimenti orari medi.**

Date le difficoltà evidenziate nella sezione precedente, i rendimenti ottenuti nelle diverse fasi di campionamento (cale valide) sono stati mediati in modo da avere un unico termine di confronto con la situazione pre-dragaggio. All'interno dell'area dragata la media è stata fatta solo sul t0 (2 cale), dato che nella fase post la sola cala t3 è risultata valida.

Come si può notare, il rendimento delle catture commerciali all'interno dell'area (D\_t3) è superiore alla situazione pre-dragaggio (D\_t0), mentre lo scarto è diminuito. All'esterno (F\_med) si osserva una diminuzione del commerciale ed un aumento dello scarto (Tab. 8); tali differenze non sono però significative, evidenziando un trend di normalizzazione (possibile ritorno alle condizioni pre-escavo) dopo due anni.

In termini percentuali, tuttavia, all'interno dell'area il rendimento delle catture al tempo t0 rispetto al rendimento in t3 sembra relativamente immutato, mentre all'esterno i valori appaiono molto diversi, con un netto aumento dello scarto rispetto al commerciale (Fig. 5).

Mettendo a confronto i dati a sud e a nord dell'area di dragaggio, si può notare come i rendimenti nelle due zone non mostrano un trend comune in relazione al tempo e allo spazio (Tab. 9).

Tabella 9 - Rendimenti orari (kg/h) delle catture commerciali e dello scarto nell'area circostante a sud (S) e a nord (N) di quella del prelievo, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0).

|                    | F_t3 N | F_t4 N | F_t0   | F_t3 S | F_t4 S |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>commerciale</b> | 17,11  | 35,76  | 32,95  | 14,07  | 25,78  |
| <b>scarto</b>      | 562,50 | 129,18 | 134,64 | 62,31  | 107,63 |

La composizione percentuale delle catture per quanto riguarda le due frazioni del pescato rimane pressochè costante nella zona sud in entrambe le campagne del 2003, mentre a nord la frazione commerciale dopo un aumento in Giugno, mostra un forte decremento in Dicembre (Fig. 6).

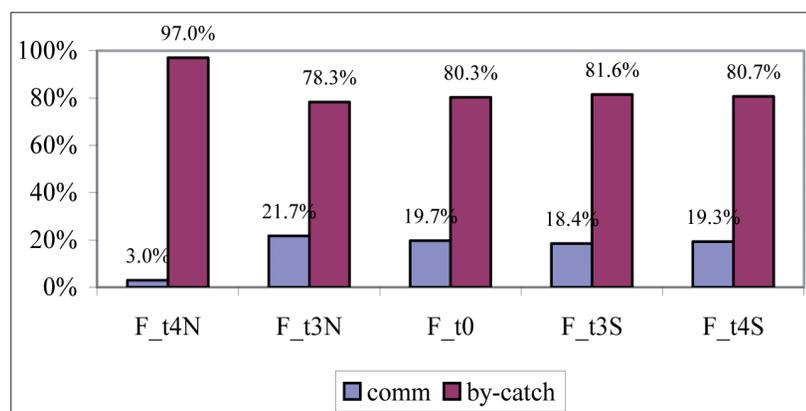


Figura 6 - Composizione % delle catture commerciali e dello scarto fuori dall'area del prelievo, a nord (sinistra) e a sud (destra), a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0) sulla base dei rendimenti orari.

### Frazione commerciale

La frazione commerciale risulta composta da Molluschi e Vertebrati, sia dentro che fuori (Tab. 10). Confrontando i rendimenti orari medi prima e dopo il dragaggio, si osserva una diminuzione generale dei Molluschi in entrambe le aree (più marcata fuori), mentre si assiste ad un andamento opposto per i Vertebrati, che aumentano all'interno e diminuiscono all'esterno.

Tabella 10 - Medie dei rendimenti orari (kg/h) delle catture commerciali divise per Phylum dentro e fuori l'area dragata, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0).

| Phylum            | D_t0  | D_t3  | F_t0  | F_med |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Molluschi</b>  | 11,71 | 11,34 | 8,86  | 4,87  |
| <b>Vertebrati</b> | 29,03 | 34,10 | 24,09 | 19,16 |

Tabella 11 - Medie dei rendimenti orari (kg/h) delle catture commerciali divise per Classi dentro e fuori l'area dragata, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0).

| Classe            | D_t0  | D_t3  | F_t0  | F_med |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Bivalvi</b>    | 0,62  | 0,00  | 5,10  | 0,11  |
| <b>Cefalopodi</b> | 11,09 | 11,34 | 3,76  | 4,77  |
| <b>Condroitti</b> | 11,61 | 3,00  | 0,93  | 2,44  |
| <b>Osteitti</b>   | 17,42 | 31,10 | 23,16 | 16,72 |

invertita rispetto all'area interessata dal dragaggio, con un aumento dei rendimenti dei pesci cartilaginei ed una diminuzione di quelli dei pesci ossei.

I dati relativi alla composizione percentuale dei rendimenti del commerciale (Fig. 7) mostrano come gli incrementi dei Cefalopodi non compensino le perdite dei Bivalvi con conseguente riduzione generale dei Molluschi sia dentro che fuori, mentre nel caso dei Vertebrati la loro quota complessiva aumenta in virtù di un opposto bilancio tra perdite dei pesci cartilaginei e aumenti dei pesci ossei. Eccezion fatta per i Bivalvi, si nota comunque una differenza dentro l'area (D\_t0) nella distribuzione di tutte le altre Classi prima del dra-

Analizzando le catture a livello di Classe (Tab. 11), a seguito della movimentazione del fondale dentro l'area dragata si nota l'assenza dei Molluschi Bivalvi, un lieve incremento dei Cefalopodi, una netta riduzione nei Condroitti (pesci cartilaginei) e quasi un raddoppio dei rendimenti per gli Osteitti (pesci ossei).

Anche all'esterno dell'area i Molluschi mostrano un andamento simile, caratterizzato dalla netta diminuzione dei Bivalvi e da un aumento più marcato dei Cefalopodi. Per quanto riguarda i Vertebrati si osserva una situazione

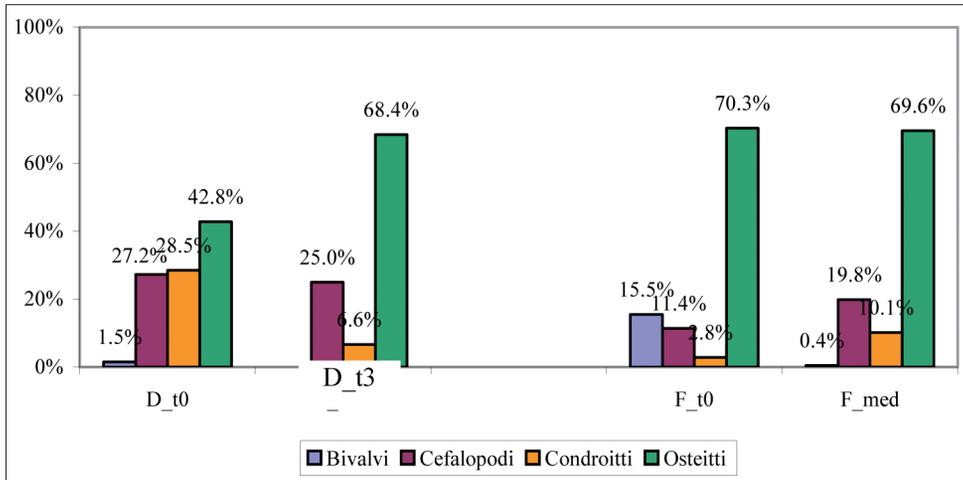


Figura 7 - Composizione % delle catture commerciali per Classi dentro e fuori dall'area di prelievo a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0), sulla base dei rendimenti orari medi.

Tabella 12 - Confronto tra valori medi di biomassa (kg/km<sup>2</sup>) di alcune specie commerciali pescate dentro e fuori l'area con quanto noto in letteratura.

| Specie (nome comune)                              | Relini et al., 1999 (area di riferimento) | Dentro | Fuori |
|---|---|--------|-------|
| <i>Eledone moschata</i> (moscardino muschiato)    | 87,3 (Adriatico Sett.)                    | 82,87  | 30,53 |
| <i>Loligo vulgaris</i> (calamaro)                 | 0,07-4,48 (mari italiani)                 | 66,30  | 27,80 |
| <i>Pagellus erythrinus</i> (fragolino)            | 12,5 (Adriatico Sett.)                    | 29,87  | 59,15 |
| <i>Trigla lucerna</i> (gallinella, pesce cocchio) | 0,7-1 (mari italiani)                     | 26,53  | 24,24 |
| <i>Trigloporus lastoviza</i> (capone ubriaco)     | < 3 (mari italiani)                       | 14,82  | 6,78  |
| <i>Trisopterus minutus</i> (merluzzetto)          | 56,57 (Adriatico Sett.)                   | 31,04  | 2,15  |

*erythrinus*. E' da sottolineare che nelle singole cale sono stati registrati valori molto alti di biomassa per alcune specie, come per il moscardino (165,7 kg/km<sup>2</sup>) ed il calamaro (132,6 kg/km<sup>2</sup>) (D\_t0), e per il fragolino (335,2 kg/km<sup>2</sup>) in F\_t4 (a sud).

**Scarto**

Otto sono i Phyla rappresentati nello scarto, ma solamente gli Echinodermi sono presenti con più di una Classe (Tab. 13).

All'interno dell'area dragata Anellidi, Artropodi, Cnidari e Tunicati, a distanza di un anno e mezzo dall'attività di prelievo

Tabella 13 - Medie dei rendimenti orari (kg/h) del dello scarto divise per Phylum dentro e fuori l'area dragata, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0).

| Phylum      | D_t0   | D_t3   | F_t0   | F_med  |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| Anellidi    | 0,58   | 0,79   | 0,77   | 0,00   |
| Artropodi   | 1,42   | 10,67  | 3,23   | ,158   |
| Cnidari     | 0,65   | 1,13   | 0,00   | 1,58   |
| Echinodermi | 217,32 | 212,67 | 104,22 | 266,50 |
| Molluschi   | 3,87   | 0,00   | 0,21   | 0,00   |
| Poriferi    | 28,47  | 0,00   | 9,54   | 7,50   |
| Tunicati    | 0,00   | 4,23   | 2,23   | 4,50   |
| Vertebrati  | 9,97   | 8,82   | 14,44  | 10,65  |

del sedimento, mostrano un incremento positivo nei valori osservati, mentre Echinodermi, Molluschi, Poriferi e Vertebrati diminuiscono. Particolarmente evidente è l'aumento degli Artropodi (rappresentati quasi esclusivamente da *Liocarcinus depurator*), che riportano un incremento di quasi un ordine di grandezza, e la comparsa dei Tunicati nelle catture, assenti nei campionamenti del t0. Al contrario Molluschi e, soprattutto, Poriferi, non sono stati rinvenuti nei campionamenti post dragaggio.

In conseguenza di ciò, il contributo in termini di rendimento percentuale dei vari Phyla alle catture, prima e dopo il dragaggio, appare abbastanza differente (Fig. 8) e tralasciando le componenti minori, solo i Vertebrati e gli Echinodermi si mantengono su percentuali relativamente stabili.

Per quanto riguarda quest'ultimo Phylum, l'analisi delle Classi (Tab. 14) mostra invece delle notevoli variazioni relativamente alla componente degli Echinoidei (in negativo) e degli Oloturioidei (in positivo) ed una fluttuazione positiva ma ridotta degli Asteroidei. Ciò determina una distribuzione percentuale nettamente diversa tra il prima ed il dopo dragaggio (Fig. 9).

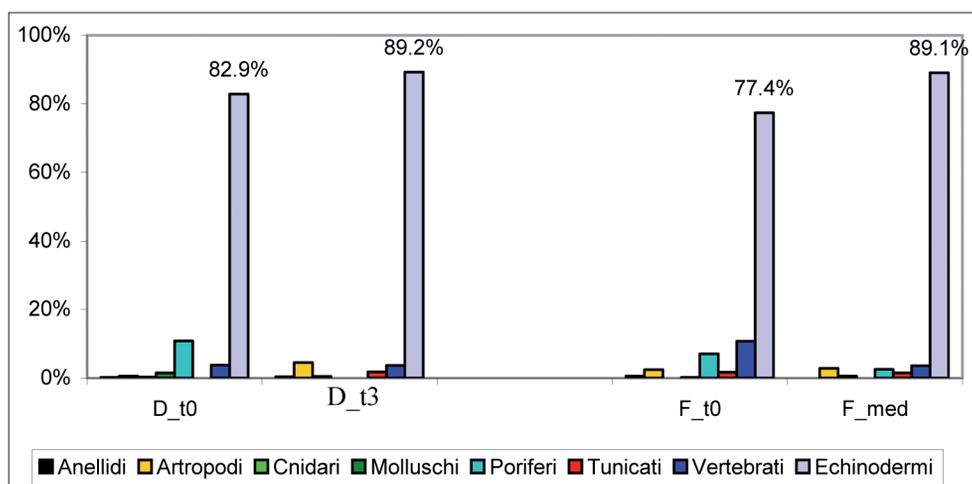


Figura 8 - Composizione % dello scarto per Phyla dentro e fuori l'area del prelievo a confronto con la situazione pre-dragaggio, sulla base dei rendimenti orari medi.

Tabella 14 - Medie dei rendimenti orari (kg/h) dello scarto divise per Classi (solo Echinodermi) dentro e fuori l'area dragata, a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0).

| Classe       | D_t0  | D_t3   | F_t0  | F_med  |
|--------------|-------|--------|-------|--------|
| Asteroidei   | 28,10 | 31,78  | 25,02 | 23,47  |
| Echinoidei   | 97,36 | 21,68  | 13,24 | 9,72   |
| Oloturioidei | 91,86 | 159,21 | 65,96 | 233,31 |

All'esterno dell'area dragata i rendimenti di Artropodi, Cnidari, Echinodermi e Tunicati aumentano nel tempo, mentre quelli di Anellidi, Molluschi, Poriferi e Vertebrati diminuiscono e, a parte Anellidi ed Echinodermi, la situazione che si verifica è del tutto simile a quella che si osserva all'interno (Tab. 13).

L'incremento maggiore è stato registrato per gli Echinodermi, seguito da Artropodi e Tunicati. Tuttavia, considerando l'incremento relativo, gli Artropodi aumentano di 2,6 volte rispetto al t0, gli Echinodermi di 2,5 ed i Tunicati di poco più del doppio.

Al contrario, nel periodo successivo al dragaggio, Poriferi e Vertebrati mostrano un netto calo, Anellidi e Molluschi non vengono più rinvenuti (Fig. 8; Tab. 13).

Per quanto riguarda gli Echinodermi (Fig. 9) possiamo notare anche qui una riduzione della Classe degli Echinoidei (minore, come entità, rispetto all'area dragata), un aumento degli Oloturioidei (di proporzioni maggiori) ed una fluttuazione contenuta, stavolta negativa, degli Asteroidei.

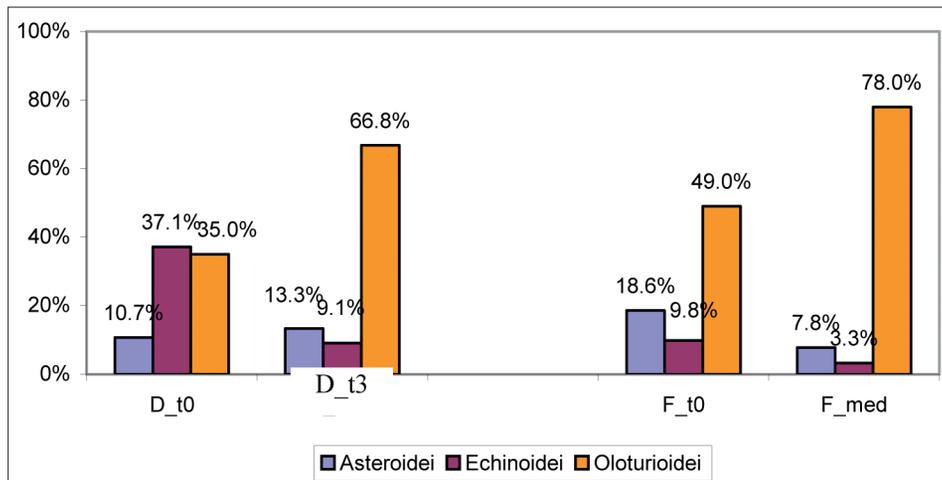


Figura 9 - Composizione % totale e per Classe degli Echinodermi dentro e fuori l'area del prelievo a confronto con la situazione pre-dragaggio (t0), sulla base dei rendimenti orari medi.

### Pesca con tremaglio

L'analisi del pescato ottenuto con le reti tremaglio ha permesso di completare la definizione del popolamento ittico dell'area dragata e quella esterna. Complessivamente sono state catturate 14 specie di cui 4 all'esterno e 13 all'interno. Solo 3 specie sono state pescate in entrambe le zone. La Tab. 15 riporta le quantità di pescato ottenute dentro e fuori, espresse come kg/km di rete (in corsivo sono evidenziate le specie rinvenute nelle due cale e il totale parziale).

Questa situazione è abbastanza diversa rispetto a quella rilevata nel 2003 sia come numero di specie catturate (in totale 10 specie di cui 4 dentro e 10 fuori) sia come numero di individui e biomassa (Tab. 16). All'interno le specie appaiono decisamente più numerose nell'Aprile 2004.

A livello qualitativo, è evidente una marcata differenza nella composizione specifica delle catture che appaiono maggiormente diversificate all'interno dell'area di dragaggio, al contrario di quanto rilevato nel campionamento precedente.

Tabella 15 - Catture delle specie pescate con tremaglio dentro e fuori l'area dragata nell'Aprile 2004.

| Specie                         | Dentro<br>n/km | Fuori<br>n/km | Dentro<br>kg/km | Fuori<br>kg/km |
|--------------------------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|
| <i>Solea vulgaris</i>          | 18             | 4             | 2,40            | 0,60           |
| <i>Trigla lucerna</i>          | 14             | 2             | 6,50            | 0,20           |
| <i>Pagellus erythrinus</i>     | 2              | 2             | 0,20            | 0,60           |
| <b>Totale parziale</b>         | <b>34</b>      | <b>8</b>      | <b>9,10</b>     | <b>1,4</b>     |
| <i>Aequipecten opercularis</i> | 8              | 0             | 0,10            | 0,00           |
| <i>Eledone moschata</i>        | 2              | 0             | 0,70            | 0,00           |
| <i>Sepia officinalis</i>       | 0              | 2             | 0,00            | 0,30           |
| <i>Solea kleini</i>            | 2              | 0             | 0,30            | 0,00           |
| <i>Mustelus mustelus</i>       | 4              | 0             | 7,40            | 0,00           |
| <i>Merluccius merluccius</i>   | 2              | 0             | 0,90            | 0,00           |
| <i>Aspitrigla</i> sp.          | 2              | 0             | 0,10            | 0,00           |
| <i>Trisopterus minutus</i>     | 4              | 0             | 0,60            | 0,00           |
| <i>Merlangius merlangus</i>    | 2              | 0             | 0,60            | 0,00           |
| <i>Scomber japonicus</i>       | 2              | 0             | 0,50            | 0,00           |
| <i>Myliobatis aquila</i>       | 2              | 0             | 20,00           | 0,00           |
| <b>Totale</b>                  | <b>64</b>      | <b>10</b>     | <b>40,3</b>     | <b>1,7</b>     |

**Tabella 16 - Abbondanza e biomassa complessiva delle pescate con tremaglio effettuate nel 2003 e nel 2004 dentro e fuori l'area dragata.**

|              | Apr-03 | Apr-04 | Apr-03 | Apr-04 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
|              | D_t2+  | D_t4+  | F_t2+  | F_t4+  |
| n/km         | 46     | 64     | 47     | 10     |
| kg/km        | 8,8    | 40,3   | 18,5   | 1,7    |
| n. specie/km | 4      | 13     | 10     | 4      |

Atkinson e Froggia, 2000) viene dai dati dello strascico. Tale specie, prelevata con tremaglio solo nel 2003, non è mai stata catturata con la rete a strascico (né dentro né fuori), le cui cale sono state effettuate sempre durante il mattino.

### Discussione e conclusioni

L'analisi delle liste faunistiche ha mostrato una differenza nel numero di specie pescate prima e dopo le operazioni di escavo solo dentro l'area dragata ma, considerate le difficoltà di ottenere cale rappresentative ed il fatto che molte delle specie "mancanti" dopo il dragaggio non fossero presenti in grande quantità neanche prima dei lavori (Molluschi e Pesci cartilaginei), le due situazioni temporali si sono mantenute su livelli paragonabili. A riprova, osserviamo che nello scarto tale differenza è praticamente inesistente.

De Juan et al. (2007) hanno osservato un aumento del brachiuro *L. depurator* in aree sottoposte ad una forte pressione di pesca a strascico rispetto ad aree dove tale pesca è assente. Questa specie, nota come scavenger (si ciba cioè di animali morti) e caratterizzata da elevata mobilità, viene attratta nelle zone ove lo strascico (o il dragaggio, in questo caso), determinando un aumento degli animali morti altera la locale comunità bentonica (Ramsay et al., 1998). In maniera analoga le oloturie, caratterizzate in prevalenza da animali detritivori, beneficiano dell'aumento di sostanza organica determinata dalla movimentazione del fondale (Duplisea et al., 2002). Al contrario i filtratori (come i Bivalvi) diminuiscono drasticamente o scompaiono dall'area di dragaggio, poiché la risospensione del sedimento porta ad un incremento della richiesta biologica di ossigeno (Reimann e Holman, 1991) e può occludere gli organi respiratori.

I rendimenti orari della frazione commerciale risultano inferiori rispetto a quella di scarto, soprattutto a causa della massiccia presenza nelle catture degli Echinodermi (*Holothuria tubulosa* e *H. forskali*).

Durante il 2003 all'interno dell'area dragata i rendimenti relativi alle specie commerciali si sono ristabiliti ai livelli del periodo pre-dragaggio, mentre i valori dello scarto appaiono ancora inferiori rispetto a quanto rilevato nella fase di caratterizzazione, anche se in netta ripresa. Questo corrisponde a quanto atteso in una situazione nella quale è stata rimossa dal fondo marino la componente bentonica (predominante nello scarto) lasciando più o meno inalterata quella commerciale, rappresentata soprattutto da specie demersali mobili.

E' da sottolineare, inoltre, che sebbene il numero di specie sia simile, la frazione di scarto mostra una composizione differente da quella iniziale, probabilmente legata anche alla diversa mobilità delle varie specie ma soprattutto alla diversa capacità di ricolonizzazione (ad es., scomparsa di spugne e di *A. palmatum*, netta riduzione di ricci, forte aumento di granchi).

Nell'area esterna si osserva una diminuzione complessiva dei rendimenti relativi sia alla frazione commerciale che allo scarto rispetto al periodo antecedente al dragaggio, con una certa disomogeneità tra le catture effettuate a nord e quelle a sud dell'area interessata dal prelievo di sabbie. Non è chiaro se questo sia legato ad un'eterogeneità spaziale e/o stagionale o dipenda strettamente dalla movimentazione del fondale.

Le stime di biomassa commerciale risultano del tutto paragonabili con quelle riscontrate in letteratura per il mare Adriatico (Relini et al., 1999) e, analogamente a quanto rilevato per i rendimenti orari, mettono in evidenza valori maggiori per le specie commerciali all'interno dell'area dragata rispetto a fuori, ad eccezione del fragolino (*Pagellus erythrinus*).

Complessivamente le due tipologie di campionamento (pesca con strascico e con tramaglio) non hanno evidenziato sostanziali differenze nella composizione specifica o nell'abbondanza del pescato prima e dopo il dragaggio. I rendimenti più elevati sono sempre stati ottenuti all'interno dell'area dragata rispetto all'esterno. Il popolamento ittico demersale, quindi, sembra aver risentito solo marginalmente delle attività di dragaggio; la composizione faunistica è rimasta pressoché invariata nell'intervallo di tempo intercorso tra il cam-

pionamento pre- e il post dragaggio. La variabilità delle catture riscontrata nelle diverse campagne di pesca riflette sia quella tipica stagionale che quella dovuta alle operazioni di dragaggio. Le difficoltà pratiche incontrate nello svolgimento dei campionamenti stessi quali l'utilizzo di diverse imbarcazioni e l'accidentalità del fondale all'interno dell'area dragata hanno reso difficile distinguere l'effetto determinato dai singoli fattori. E' comunque evidente che ci sono delle indicazioni positive circa un recupero, almeno della frazione commerciale, rispetto alla situazione pre-dragaggio.

Nella valutazione complessiva dei risultati fin qui ottenuti, tale elemento va comunque inquadrato in un contesto nel quale le condizioni ambientali di partenza (limitata estensione della superficie interessata dai lavori, assenza di *nursery* all'interno dell'area interessata dal dragaggio, specie commerciali soprattutto demersali o nectoniche) erano tali da minimizzare l'impatto dell'operazione di ripascimento sulla pesca commerciale. L'area oggetto di studio, infine, è una zona in cui la pressione di pesca è relativamente ridotta a causa della lontananza dalla costa (circa 30 miglia) e dell'assenza di un popolamento ittico di rilevante valore commerciale.

### Bibliografia

- Atkinson R.A.J., Froggia C. (2000) - *Burrow structures and eco-ethology of burrowing fauna in the Adriatic Sea*. Atti del workshop "Impact of trawl fishing on benthic communities", Quaderni ICRAM: 79-94.
- Clark J.R. (1983) - *Coastal Ecosystem Management*. R. E. Krieger Publ. Co. Inc., Malabar Florida: 928
- Clarke K.R., Warwick R.M. (1995) - *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.
- De Juan S., Thrush F. e Demestre M. (2007) - *Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground (NW Mediterranean Sea)*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 334: 117-129.
- Duplisea D.E., Jennings S., Malcolm S.J., Parker R. e Sivyer D. (2002) - *Modelling the potential impacts of bottom trawl fisheries on soft sediment biochemistry in the North Sea*. Geochemical Transactions 14: 1-6.
- Ramsay K., Kaiser M. e Hughes R. (1998) - *Responses of benthic scavengers to fishing disturbance by towed gears in different habitats*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 224: 73-89.
- Reimann B., Hoffman E. (1991) - *Ecological consequences of dredging and bottom trawling in the Limfjord, Denmark*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 69: 171-178.
- Relini G., Bertrand J. e Zamboni A. (eds.) (1999) - *Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica)*. Biol. Mar. Medit., 6 (suppl. 1).
- Sardà R., Pinedo S., Gremare A. e Taboada S. (2000) - *Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea*. J. Mar. Science, 57: 1446-1453.

**Ricevuto il 24/01/2008, accettato il 01/12/2009.**