



Progetto strategico MARTE +

Programma di cooperazione
transfrontaliera Italia-Francia
"Marittimo" 2007-2013

Sviluppo sperimentale per l'attuazione
del sottoprogetto SD "Innovazione nei
sistemi produttivi e tecniche per la pesca
e l'acquacoltura"

RELAZIONE FINALE

Novembre 2012

Progetto strategico MARTE +

Programma di cooperazione transfrontaliera Italia-Francia "Marittimo" 2007-2013

Sviluppo sperimentale per l'attuazione del sottoprogetto SD "Innovazione nei sistemi produttivi e tecniche per la pesca e l'acquacoltura"

Autori:

Francesco De Carlo, Paolo Pelusi, Ilaria Rossetti, Jure Brcic, Alessandro Lucchetti, Antonello Sala

Sommario

1. Lista dei partecipanti al progetto	5
2. Ringraziamenti.....	5
3. Estratto	6
4. Rationale.....	7
5. Premessa	8
6. Introduzione	9
7. Materiali e metodi.....	11
La pesca nel Mar Tirreno Settentrionale.....	11
Descrizione dell’attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare	13
Misurazione dell’apertura di maglia del sacco delle reti.	23
Prove in mare	23
Area di campionamento.....	25
Sistema per lo studio delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca.....	30
Metodo sperimentale di determinazione della selettività.....	31
Analisi statistica della selettività: metodo <i>Covered codend</i>	34
Impatto sulla fauna bentonica	37
8. Risultati.....	39
Apertura delle maglie dei sacchi sperimentati.....	39
Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca.....	40
Parametri di selettività delle principali specie catturate	43
Impatto sulla fauna bentonica	59
9. Discussioni e conclusioni	61
10. Bibliografia.....	63

1. Lista dei partecipanti al progetto

(In ordine alfabetico)

Cognome e Nome	Istituto/Ente di appartenenza
Brèiaè Jure	Università di Split
De Carlo Francesco	CNR-ISMAR
Gambaccini Silvia	Consorzio Mediterraneo
Lucchetti Alessandro	CNR-ISMAR
Micucci Domenico	CNR-ISMAR
Musumeci Claudia	Consorzio Mediterraneo
Pelusi Paolo	Consorzio Mediterraneo
Rossetti Ilaria	Consorzio Mediterraneo
Sala Antonello	CNR-ISMAR
Sartini Marina	Consorzio Mediterraneo
Vannucci Andrea	Consorzio Mediterraneo

2. Ringraziamenti

Si ringrazia sentitamente il comandante e l'equipaggio del motopeschereccio “*Angela Madre*” appartenente alla marineria di Porto Ercole, per la fattiva collaborazione prestata durante le diverse fasi degli esperimenti in mare.

Un ulteriore ringraziamento alla Regione Toscana per aver reso possibile, con il suo contributo, la realizzazione di questo progetto.

3. Estratto

Nel presente elaborato vengono presentati i risultati dello studio della selettività di quattro diverse modifiche sperimentali applicate alla parte terminale (sacco e avansacco) di una rete tradizionalmente utilizzata a livello commerciale in alcune marinerie della Regione Toscana.

Tutta l'attrezzatura è stata messa a punto in modo da mantenere le principali caratteristiche geometriche e fisiche degli attrezzi utilizzati commercialmente, modificando solo la parte di rete sottoposta a sperimentazione.

Nel 2012 sono state realizzate, durante due campagne su peschereccio commerciale, le prove di selettività e di efficienza delle seguenti configurazioni sperimentali di una rete a strascico commerciale di tipo "Tartana":

- 1) rete con sacco a maglia romboidale da 50 mm;
- 2) rete con sacco a maglia quadrata da 40 mm;
- 3) rete con sacco a maglia romboidale da 50 mm e dotata di pannello a maglia quadra da 50 mm posizionato sulla parte superiore della rete;
- 4) rete con sacco a maglia romboidale da 50 mm e dotata di griglia selettiva posizionata nell'avansacco.

Entrambe le campagne sono state svolte nel Tirreno Centrale a bordo del motopeschereccio "Angela Madre". La prima campagna è stata realizzata dal 26/03 al 02/04/2012. La seconda campagna si è svolta dal 16 al 25/07/2012. In entrambe le campagne i diversi sacchi e dispositivi di selettività venivano alternati giornalmente cercando di ottenere per ogni sacco/dispositivo lo stesso numero di cale nella stessa zona e nello stesso range di profondità. L'esperimento è stato effettuato considerando due tipologie di "metier" particolarmente rilevanti per la pesca a strascico toscana: la pesca demersale di piattaforma continentale, esercitata intorno ai 100 m di profondità, e la pesca demersale di scarpata continentale, esercitata in genere oltre i 400 metri di profondità. Nella prima sono state comparate le configurazioni 1), 2), 3), nella seconda le configurazioni 1), 3) e 4). Per lo studio della selettività dei diversi sacchi/dispositivi testati si è scelto di utilizzare il metodo del coprisacco (cover), in modo tale da poter stimare la selettività sulla base della frazione di individui trattenuti nel sacco e rilasciati da ogni tipo di attrezzo sperimentato nel coprisacco (*Covered codend method*, Pope *et al.*, 1975).

Lo studio è stato adeguatamente approfondito per le specie bersaglio *Merluccius merluccius* (nasello o merluzzo), *Nephrops norvegicus* (scampo) e *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa) e anche per un certo numero di specie risultate abbondanti nelle catture. In particolare è stato possibile stimare i parametri di selettività per le seguenti specie: *Eledone cirrhosa* (Moscardino bianco), *Galeus melastomus*. (Boccanera), *Trachurus trachurus* (Suro), *Trisopterus minutus capelanus* (Cappellano o busbana), *Phycis blennoides* (Musdea bianca).

Per la maggior parte delle specie studiate il sacco a maglia quadrata avente apertura di maglia di 40 mm ha mostrato una maggiore selettività rispetto al sacco con maglia romboidale da 50 mm, come evidenziato da un generale incremento dei valori del fattore di selezione (SF).

Al contrario non è stato possibile verificare con certezza gli effetti positivi determinati dall'introduzione del pannello a maglia quadra e della griglia di selezione. Il pannello non sembra la soluzione più idonea per le caratteristiche natatorie delle specie mediterranee mentre per quel che riguarda la griglia è stato verificato che la tipologia sperimentata è idonea a ridurre il *bycatch* di specie sensibili (come ad esempio gli squali e potenzialmente anche le tartarughe marine). Tuttavia per ridurre la cattura di giovanili nelle prossime sperimentazioni sarà necessario utilizzare altre tipologie di griglia note come JTED (*Juveniles and Trash Excluder Devices*).

4. Rationale

La Regione Toscana è partner del Sottoprogetto SD “*Innovazione nei sistemi produttivi e tecniche per la pesca e l’acquacoltura*” – *nell’ambito del progetto strategico MARTE+ (MAre, Ruralità e TErra: potenziare l’unitarietà strategica), Programma di cooperazione transfrontaliera Italia Francia “Marittimo” 2007-2013.*

Il Progetto MARTE+ è composto da diversi sottoprogetti tra i quali il sottoprogetto SD “*Innovazione nei sistemi produttivi e tecniche per la pesca e l’acquacoltura*”.

La componente 3 del sottoprogetto SD, prevede la realizzazione delle seguenti attività:

- analizzare i sistemi di pesca in uso nell’areale transfrontaliero (Corsica, Liguria, Toscana e Sardegna) per valutarne aspetti positivi e criticità;
- avviare specifiche sperimentazioni di sistemi/attrezzi da pesca innovativi sostenibili, che tengano conto delle prescrizioni normative in materia e delle esigenze delle regioni coinvolte in termini di pesche tradizionali svolte dalle marinerie, caratteristiche socio-culturali ed ambientali;
- sperimentare accorgimenti tecnici per aumentare la selettività di attrezzi utilizzati nella pesca con reti a traino di fondo.

In riferimento all’ultimo punto citato, la ricerca si prefiggeva di sperimentare soluzioni alternative con l’obiettivo di migliorare la sostenibilità degli attrezzi da pesca a strascico tradizionale sia in termini di selettività sia in termini di impatto ambientale. La sperimentazione di soluzioni tecniche alla luce delle disposizioni comunitarie del Reg. UE 1967/2006 era indirizzata alla messa a punto di accorgimenti tecnici in grado di ridurre lo scarto di pesca, minimizzare l’impatto ambientale, massimizzare i proventi.

5. Premessa

Le politiche comunitarie e nazionali messe in campo hanno prodotto una profonda razionalizzazione del settore, ma pagando un prezzo pesante in termini di dismissioni, e dunque di fuoriuscita di imprese e equipaggi. Se queste politiche hanno comunque ottenuto un effetto positivo per la tutela delle risorse ittiche attraverso il contenimento dello sforzo di pesca, l'esame della situazione economica del settore lascia aperto il problema della crisi di competitività del sistema imprenditoriale

In tale situazione risulta evidente la necessità di un riposizionamento del sistema di imprese, valorizzando buone pratiche, esperienze e sistemi di produzione e gestione che in scala locale o più estesa danno prova di saper progredire verso i criteri della sostenibilità economica, sociale ed ambientale.

L'entrata in vigore del regolamento 1967/2006 e la scadenza nel giugno 2010 delle deroghe previste ha determinato notevoli ripercussioni sul settore della pesca italiana, con riflessi in campo economico ed occupazionale.

Fra queste, particolarmente pesanti sono gli effetti sulle cosiddette "pesce speciali". La problematica legata alla fine delle deroghe non è limitata solo alla pesca del bianchetto e del rossetto in Puglia, Campania, Calabria, Toscana e Liguria, nonché alla pesca del cicerello in Liguria, Calabria e Sicilia, ma anche a quella del latterino in Alto Adriatico.

Le conseguenze dell'applicazione per il settore della pesca italiana sono stati più o meno rilevanti nei diversi segmenti, ma complessivamente hanno portato ad una riduzione delle catture e dei ricavi conseguenti, in un momento già difficile per congiunture di diverso ordine.

Le limitazioni previste dal regolamento sono in alcuni casi piuttosto evidenti, mentre in altri sono state sottovalutate momentaneamente, fra quelle riguardanti la pesca a strascico si devono individuare:

- dal 1 luglio 2008:
- maglia del sacco quadrata da 40 mm o romboidale 50 mm (scelta dell'impresa ma non contemporanea = un solo attrezzo permesso a bordo)
 - distanza minima dalla costa 1,5 m indipendentemente dalla profondità; deroghe con piano di gestione comunque mai entro le 0,7 m e profondità < 50 m (nessuna deroga per la Toscana)
 - piccolo strascico costiero e sciabiche entro le 3 m non più possibili dal 1 giugno 2010

Queste misure tecniche, integrate da quelle riguardanti le taglie minime e le aree nelle quali è proibito lo strascico, hanno influenzato negativamente questa attività che già soffre dell'impennata dei costi del carburante. Questo determina l'importanza di avviare esperienze pilota per valutare differenti ipotesi operative per il segmento strascico che riguardino sia sistemi a ridotto impatto sulle risorse e l'ambiente, sia modalità tecniche ed operative per contenere i consumi di carburante.

Anche l'applicazione dei nuovi regolamenti sui controlli (reg. CE 1224/2009 e reg. UE 404/2011) hanno determinato una serie di incombenze che la categoria ha dovuto affrontare.

6. Introduzione

La pesca demersale del Mar Mediterraneo è notoriamente caratterizzata da un gran numero di specie importanti dal punto di vista commerciale, che, molto spesso, sono destinate al consumo umano diretto e hanno un valore commerciale considerevole anche se di piccola taglia. La commercializzazione di specie al di sotto della taglia minima commerciabile è diretta responsabile di un'attività di pesca che, soprattutto negli ultimi anni, è stata indirizzata verso la cattura anche di giovanili e specie accessorie, con risvolti negativi sulla maggior parte degli stock ittici.

La protezione del novellame, infatti, è di fondamentale importanza per garantire sia il potenziale produttivo degli stock che una sufficiente presenza di adulti. Tale protezione può essere ottenuta soprattutto grazie ad una maggiore selettività dei metodi di pesca, attraverso l'intervento diretto sulle caratteristiche tecniche degli attrezzi, e alla tutela delle zone di crescita del novellame con l'adozione di misure di gestione che prevedono l'interdizione alla pesca in determinate aree e periodi (fermo biologico). L'impatto dello strascico è però ben più vasto, poiché a livello ecosistemico questa attività di pesca va ad interessare anche specie che non hanno alcuna rilevanza commerciale ma che comunque rivestono un ruolo fondamentale nelle diverse reti trofiche.

Il Codice di condotta FAO (1995) per la pesca responsabile suggerisce che *“Pratiche e attrezzi della pesca selettivi e sicuri per l'ambiente dovrebbero essere ulteriormente sviluppati ed appropriatamente applicati al fine di mantenere la biodiversità e di conservare la struttura della popolazione e l'ecosistema acquatico e proteggere la qualità del pesce”*. L'obiettivo principale delle misure tecniche di conservazione è pertanto quello di aumentare la selettività degli attrezzi e ridurre le catture di novellame, di altre fasi giovanili e dei rigetti in mare.

Il medesimo codice riporta anche la necessità che *“le misure gestionali dovrebbero non soltanto assicurare la conservazione delle specie bersaglio ma anche delle specie appartenenti al medesimo ecosistema o dipendenti da specie bersaglio o ad esse associate”*. Da questo concetto emerge chiara la necessità di ridurre non solo la cattura dei giovanili, ma anche la percentuale dei rigetti in mare (lo scarto di pesca), che in alcuni casi supera abbondantemente il 50% della cattura totale in peso.

A tal proposito, il Regolamento Comunitario 1967/2006, oltre a dare delle precise definizioni su habitat, specie e zone di pesca protette, impone particolari restrizioni relative alla struttura e armamento degli attrezzi da pesca, nonché sulla taglia minima di sbarco delle principali specie commerciali. Secondo le indicazioni di questo regolamento la dimensione minima delle maglie del sacco delle reti trainate deve essere di 40 mm se quadra o, su richiesta debitamente motivata da parte del proprietario del peschereccio, di 50 mm se di forma romboidale.

Parecchi studi sono stati condotti nel Mediterraneo per approfondire le conoscenze degli effetti della dimensione e della configurazione delle maglie del sacco sulla selettività di alcune specie commerciali più importanti (Petraakis e Stergiou, 1997; Guijarro e Massutí, 2006; Ordines *et al.*, 2006; Sardà *et al.*, 2006; Lucchetti, 2008; Sala *et al.*, 2006a; 2008; Sala e Lucchetti, 2010; 2011). La maggior parte di essi conferma l'effetto positivo della maglia quadra nella riduzione delle forme giovanili di molte specie di pesci.

Tuttavia gli studi sembrano evidenziare anche che le misure previste dal Regolamento Comunitario 1967/2006 (sacchi con maglia quadrata da 40 mm o romboidale da 50 mm) non sono sufficienti a salvaguardare, per molte specie, gli individui al di sotto della taglia minima di commercializzazione e sbarco. Per questo motivo è necessario integrare le misure previste dal Regolamento Comunitario 1967/2006 e anzitutto migliorare la concezione degli attrezzi e le modifiche possibili: finestre, pannelli selettivi e di separazione, rapporto di armamento tra il sacco e l'avansacco, struttura e forma delle maglie, ecc.

In particolare, l'utilizzo di pannelli di rete a maglia quadra applicati alla parte superiore dell'avansacco (noti come "BACOMA" *panel*) è stato già sperimentato con successo in alcuni paesi del Nord Europa (Strange, 1978; Robertson, 1993); infatti la maglia quadra si dispone, durante la "strascicata", con i lati paralleli e perpendicolari alla direzione di traino, rimanendo più aperta rispetto a una tradizionale maglia a losanga (che invece sottoposta alle forze di traino rimane praticamente chiusa), e consentendo quindi la fuga degli esemplari di dimensioni più piccole. Alcuni studi hanno inoltre dimostrato che la sopravvivenza degli individui che riescono a fuoriuscire dal pannello a maglia quadra è molto alta (Suuronen *et al.*, 2005).

Nel Mare del Nord e nel Mar Baltico, l'efficacia di questa soluzione tecnica nel ridurre la cattura di pesci di piccola taglia ha portato già da alcuni anni all'applicazione di una legislazione specifica sulla pesca per regolamentare l'utilizzo di pannelli a maglia quadra. Anche le griglie di selezione, come ad esempio la "Nordmøre Grid" sviluppata in Norvegia alla fine degli anni ottanta (Isaksen *et al.*, 1992), hanno comportato una riduzione significativa della cattura di pesci di piccola taglia (Kenny *et al.*, 1992; Richards e Hendrickson, 2006) e sono state ormai introdotte e regolamentate nelle marinerie di molti paesi che esercitano la pesca al gambero, come nel Golfo del Maine.

La maggior parte degli studi condotti fino ad oggi in Italia sulla selettività delle reti a strascico era orientata principalmente alla conoscenza della lunghezza di ritenuta al 50% (L50) delle principali specie commerciali, al variare di alcuni parametri come l'apertura e la forma delle maglie del sacco, la velocità di traino, la circonferenza del sacco, il rapporto di armamento sacco/avansacco, ecc.

Il presente progetto di ricerca rappresenta un ulteriore avanzamento nella ricerca di soluzioni tecniche in grado di migliorare la selettività degli attrezzi tradizionali. Nell'ambito del progetto sono infatti state sperimentate modifiche tecniche fino ad ora mai provate nei mari italiani.

In particolare, nel corso di due campagne di ricerca condotte su peschereccio commerciale nel 2012, sono state sperimentate su una tradizionale rete a strascico di tipo “*Tartana*” le seguenti configurazioni:

- 1) rete con sacco a maglia romboidale da 50 mm;
- 2) rete con sacco a maglia quadrata da 40 mm;
- 3) rete con sacco a maglia romboidale da 50 mm e dotata di pannello a maglia quadra da 50 mm posizionato sulla parte superiore della rete;
- 4) rete con sacco a maglia romboidale da 50 mm e dotata di griglia selettiva posizionata nell'avansacco.

I risultati del presente progetto di ricerca, volto alla sperimentazione di accorgimenti tecnici per aumentare la selettività di attrezzi utilizzati dalle marinerie toscane nella pesca a strascico, potrebbero consentire di valutare le eventuali differenze rispetto alla tradizionale rete a strascico sia in termini di rendimenti che di selettività, consentendo di poter intervenire per apportare modifiche e perfezionamenti.

7. Materiali e metodi

La pesca nel Mar Tirreno Settentrionale

Le flottiglie di pesca che sfruttano i fondali del Mar Tirreno Settentrionale sono costituite sia da imbarcazioni dedite alla piccola pesca (pesca artigianale), effettuata con reti da posta, tramagli, palangari, nasse, ecc., sia da imbarcazioni di medie-grandi dimensioni dedite alla pesca con rete a strascico.

I principali porti pescherecci le cui imbarcazioni operano comunemente all'interno dell'area investigata sono (da nord a sud), Piombino, Castiglione della Pescaia, Porto Santo Stefano e Porto Ercole. Di questi, Porto Santo Stefano è il più importante (Demestre *et al.*, 1998).

Dati IREPA (2005) indicano che nel Mar Tirreno Settentrionale le imbarcazioni dedite allo strascico rappresentano il 21,2% del totale, mentre il settore della piccola pesca costituisce all'incirca il 72% delle imbarcazioni che operano in questo bacino. Lo strascico è il settore più importante in termini di tonnellaggio (58,8%) e potenza motrice (51,7%). Questa flottiglia è responsabile del 40,2% delle catture, per un ricavato che sfiora il 57% del totale realizzato in quest'area.

Nel Mar Tirreno Settentrionale, la pesca con reti a strascico è svolta essenzialmente con tre diverse tipologie di rete: la “*tartana*” e la “*volantina*”, che rappresentano le reti tradizionalmente più impiegate nelle marinerie italiane, e la “*rete francese*”, definita anche rete ad ampia apertura verticale, per la maggiore apertura verticale della bocca della rete: 4-5 m contro circa 1,5 m della rete tradizionale.

L'introduzione di quest'ultima è piuttosto recente e limitata esclusivamente alle marinerie di Porto Santo Stefano e Piombino. A Porto Santo Stefano le imbarcazioni armate con rete francese sono circa la metà delle imbarcazioni dedite allo strascico tradizionale.

La rete francese, più grande e pesante di quella tradizionale, richiede l'utilizzo di imbarcazioni più potenti. La pesca con questo attrezzo è concentrata su fondali di massimo 200 metri ed è rivolta alla cattura sia di specie tipicamente demersali (triglia di fango, triglia di scoglio, nasello, polpo di scoglio, ecc.), mentre le reti tradizionali italiane, e in particolare la tartana, a causa della loro minore apertura verticale, sono più efficaci su specie che vivono in stretto contatto con il fondale. Queste ultime vengono utilizzate anche a profondità superiori ai 200 m, soprattutto per la cattura dei crostacei e del nasello (Sartor e De Ranieri, 1994; De Ranieri, 2001).

Non tutti i fondali del Tirreno Settentrionale sono sfruttabili dalla pesca a strascico, sia per motivi normativi che per motivi prettamente tecnici. In sostanza le caratteristiche morfologiche di alcune tipologie di fondale, l'andamento troppo irregolare del substrato e la presenza di conformazioni rocciose alle quali la rete potrebbe impigliarsi rendono certe aree poco accessibili agli attrezzi trainati sul fondo come lo strascico, tanto che solo 6246 km², pari al 84% della superficie totale del bacino nord tirrenico, risultano strascicabili (Rossetti, 1998). Il Regolamento CE 1967/06 vieta vietato l'utilizzo di attrezzi trainati entro una distanza di 3 miglia nautiche dalla costa o all'interno dell'isobata di 50 m quando tale profondità è raggiunta a una distanza inferiore dalla costa. Il suddetto Regolamento vieta inoltre l'uso di reti da traino sulle praterie di posidonia (*Posidonia oceanica*), su altre fanerogame marine, su habitat coralligeni e letti di *maerl*..

Lo sforzo di pesca (definito come l'insieme dei mezzi e strumenti posti in essere dal pescatore per ottenere una determinata quantità di cattura, in un dato intervallo di tempo) si distribuisce nell'area in base alle condizioni meteo-marine ed alla stagionalità delle specie bersaglio. Ad esempio nella zona denominata di "Levante", situata a sud del Promontorio dell'Argentario, si pratica la pesca del calamaro comune (*Loligo vulgaris*), e della mazzancolla (*Melicertus kerathurus*), soprattutto durante il periodo invernale. Nella porzione centrale del Mar Tirreno Settentrionale si pratica la pesca del nasello (*M. merluccius*) e della triglia (*Mullus barbatus*), che vengono sfruttati tutto l'anno; il moscardino bianco (*Eledone cirrhosa*), viene pescato soprattutto nel periodo estivo, quando sono abbondanti le reclute, che sul mercato hanno un elevato valore economico. Questa pesca è praticata sulla piattaforma continentale, tra 70 e 150 m di profondità. Nelle aree più distanti dalla costa, dove le profondità sono più elevate, in particolare fra l'Isola del Giglio e l'Isola di Montecristo, si effettua la pesca dei crostacei, quali lo scampo (*Nephrops norvegicus*) ed il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*), tra i 250 e i 500 m di profondità. Questo tipo di attività viene svolta soprattutto nei mesi estivi, quando le condizioni meteo-marine sono più favorevoli (De Ranieri, 2001). L'attività di pesca è quindi caratterizzata da una marcata stagionalità che influenza sia le aree battute che le specie oggetto di cattura.

Descrizione dell'attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare

Per la realizzazione dell'esperimento è stata utilizzata una rete tipo "Tartana" normalmente impiegata dal peschereccio *Angela Madre* durante la sua attività commerciale. La rete a strascico utilizzata (Figura 1), è formata da due pannelli uno superiore (cielo) e l'altro inferiore (tassello). Per permettere alla rete di avere maggiore aderenza con il fondo, il cielo è solitamente più corto di circa il 22% rispetto al tassello. Questa differenza di lunghezza tra le due parti che compongono la rete fa sì che il traino venga esercitato prevalentemente sulla lima da sugheri in modo che la lima da piombi, pesante ma in scarsa tensione, possa aderire meglio al fondo e quindi sia in grado di sollevare il pesce che vi si rifugia. La lima da piombi è quindi più lunga di quella da sugheri per evitare che, quando la lima da piombi smuove il pesce dal fondo, questo sollevatosi non possa fuggire verso l'alto impedito nella sua fuga dal cielo della rete. Inoltre, il cielo è molto più largo del tassello poiché la "Tartana", a differenza delle reti impiegate nella maggior parte del resto del mondo non presenta pannelli laterali.

Durante le prove in mare, i diversi sacchi e avansacchi dotati dei dispositivi di selezione, sono stati armati alternativamente sulla rete a strascico commerciale in modo tale da ottenere le configurazioni sperimentali indicate in Tabella 1.

L'armamento della restante parte dell'attrezzatura (cavi di traino, divergenti, calamenti, catene. etc.) è rimasto invariato rispetto alle normali procedure adottate nelle fasi di pesca, ed era rappresentativo di quello utilizzato dai pescherecci a strascico nelle marinerie del Tirreno Centrale (Figura 2). La lunghezza del cavo di traino, avente un diametro di 14 mm, è stata decisa di volta in volta in funzione della profondità del fondale.

Per mantenere la geometria della rete il più costante possibile, due diverse lunghezze di calamento sono state impiegate in relazione alla profondità di pesca: in piattaforma continentale sono stati utilizzati dei calamenti lunghi 200 m, mentre in scarpata continentale sono stati aggiunti degli spezzoni di calamento di 30 m per un totale di 230 m ciascuno.

Per la sperimentazione sono stati adottati gli stessi divergenti normalmente impiegati dal peschereccio *Angela Madre* del tipo *Danese* aventi una lunghezza di 1.65 m e un peso di 190 kg. Per quanto riguarda il confezionamento dei sacchi sperimentali è fondamentale conoscere la circonferenza dell'ultima pezza di rete prima del sacco di raccolta, detta avansacco (extension), in modo da calcolarne la giusta grandezza e definirne il rapporto di armamento. Infatti l'armamento del sacco sull'avansacco influenza in maniera decisiva le performance del sacco, e quindi anche la sua selettività.

Durante le prove in mare il sacco tradizionale è stato di volta in volta sostituito con i sacchi sperimentali (sacco a maglia romboidale da 50 mm e sacco a maglia quadrata da 40 mm). L'avansacco utilizzato per testare la selettività dei due diversi sacchi era invece costituito da una pezza di rete in polietilene con maglia a losanga da 44 mm di apertura nominale.

Per studiare la selettività della griglia e del pannello a maglia quadra l'avansacco veniva invece sostituito con due diversi avansacchi su cui erano montati rispettivamente la griglia di selezione e il pannello a maglia quadra. In Figura 3 è rappresentato il piano tecnico del nuovo avansacco, caratterizzato da 364 maglie nella circonferenza anteriore, estremità in cui viene effettuata la cucitura tra avansacco e parte terminale della rete commerciale. L'estremità posteriore, invece, era costituita da 280 maglie di circonferenza per un corretto armamento coi sacchi a maglia a losanga e quadra.

Lo stesso piano tecnico (circonferenza, apertura di maglia, n° maglie longitudinali) è stato adottato per la costruzione degli altri due avansacchi dotati rispettivamente di pannello a maglia quadra e di griglia di selezione, che verranno descritti in dettaglio successivamente.

Per la costruzione del sacco con maglia a losanga (STL50) è stata utilizzata una pezza di rete in poliammide, avente un'apertura di maglia nominale da 50 mm circa e una lunghezza di 6 m per un totale di 120 maglie longitudinali (ordini) e 246 maglie di circonferenza. Per ottenere una buona progettazione del sacco con maglia quadra, invece, è richiesta una corretta interpretazione della definizione di maglia quadra in relazione alla maglia a losanga così come è specificato in Figura 4 (Robertson, 1993). Il sacco a maglia quadra (STQ40) è stato costruito partendo da una tradizionale pezza di rete in poliammide, con maglia a losanga avente un'apertura nominale di 40 mm circa, poi ruotata di 45° in modo tale da ottenere durante il traino lati paralleli e perpendicolari alla direzione del flusso di acqua (Robertson, 1993; Figura 5). Il sacco a maglia quadra è stato costruito con 140 maglie di circonferenza, da unire all'avansacco avente 280 maglie a losanga in circonferenza e 300 maglie longitudinali per un totale di 6 m di lunghezza. Particolare attenzione è stata posta fin dall'inizio nella progettazione della circonferenza e del rapporto di armamento sacco-avansacco. Due maglie a losanga dell'avansacco sono state unite con 1 maglia del sacco a maglia quadra, ovvero 1 lato della maglia quadra con 2 maglie a losanga (Figura 6).

L'avansacco, avente maglia a losanga e dotato di pannello a maglia quadra da 50 mm sulla sua parte superiore, è stato costruito seguendo lo stesso piano tecnico suddetto. Una porzione rettangolare della pezza di rete superiore è stata tagliata e sostituita con il pannello a maglia quadra avente apertura nominale di 50 mm. Tale pannello è stato costruito utilizzando una normale pezza di rete in poliammide, con maglia a losanga avente un'apertura nominale di 40 mm circa, poi ruotata di 45° secondo le indicazioni fornite da Robertson, 1993. Questo dispositivo di selezione è caratterizzato da 50 maglie trasversali, 88 maglie longitudinali per un totale di 2.20 m di lunghezza e 1.25 di larghezza.

Sul perimetro del pannello a maglia quadra è stato cucito un sacco di raccolta o cover a maglia piccola (apertura di maglia nominale di 20 mm) per raccogliere gli individui che riuscivano a fuggire e quindi studiare la selettività (Figura 8). Anche per la costruzione dell'avansacco dotato di griglia di selezione sono state adottate le stesse indicazioni tecniche descritte precedentemente (Figura 9).

Questa volta la griglia è stata cucita all'interno della sezione dell'avansacco e nella parte superiore è stata realizzata l'uscita della griglia. Anche in questo caso gli individui riusciti a fuggire sono stati trattenuti da un cover di raccolta montato sul perimetro dell'uscita, per permettere lo studio della selettività di questo dispositivo (Figura 11).

Una classica griglia in alluminio modello “*Super-shooter*” (Figura 10A) comunemente utilizzata nella pesca al gambero in molti paesi, è stata montata nell'avansacco cercando di impostare un angolo di 45 gradi rispetto alla direzione di traino a 3.5 m di distanza dall'inizio del sacco (Figura 10).

Il *Super-shooter* (120 cm di altezza e 90 cm di larghezza) è tipicamente progettato per ridurre l'accumulo di detrito sulle barre con il conseguente impedimento al passaggio delle catture verso il sacco. Considerando la grande varietà di specie commerciali presenti nei fondali esplorati, la griglia è stata realizzata aumentando lo spazio tra le barre (9 cm) della griglia rispetto alla configurazione normalmente utilizzata, per evitare grosse perdite commerciali.

Tabella 1. Elenco delle diverse configurazioni di rete a strascico utilizzate per lo studio della selettività.

Acronimo	Descrizione attrezzo
STL50	Rete avente maglia al sacco a losanga da 50 mm
STQ40	Rete avente maglia al sacco quadrata da 40 mm
STPA50	Rete avente maglia al sacco a losanga da 50 mm e dotata di pannello a maglia quadra da 50 mm posizionato sulla parte superiore della rete
STGR	Rete avente maglia al sacco a losanga da 50 mm e dotata di griglia selettiva posizionata nell'avansacco

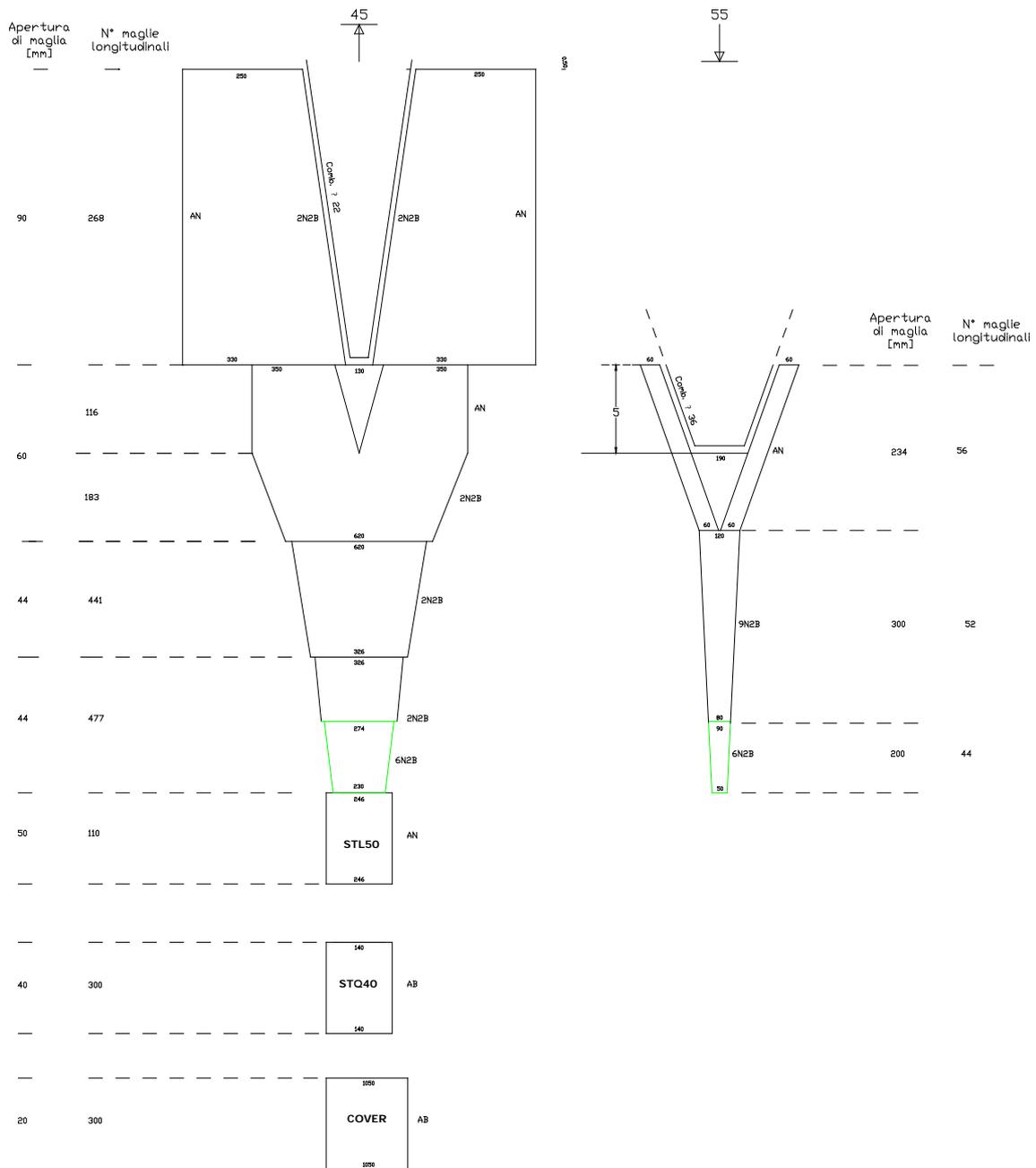
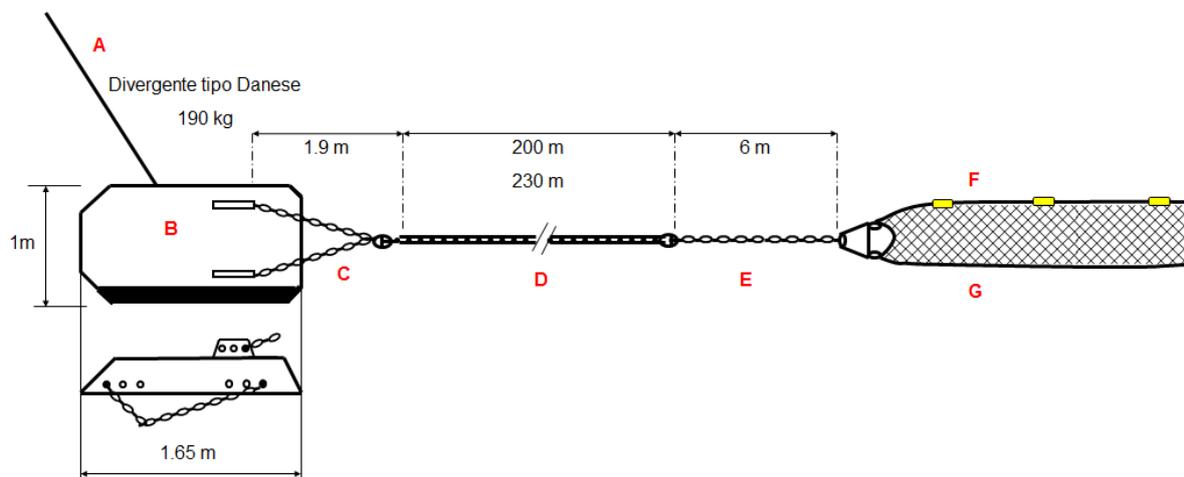


Figura 1. Piano della rete, dei sacchi e del cover utilizzati durante le prove in mare.



Acronimo	Nome	Materiale	Diametro [mm]	Lunghezza [m]	Peso [kg]
A	CAVO DI TRAINO	Acciaio	14		
B	DIVERGENTI	Acciaio		1.65	190
C	BRAGA DIVERGENTE	Acciaio		1.9	
D	CALAMENTO	Cavo misto	26	200 (piattaforma)	
	CALAMENTO	Cavo misto	26	230 (scarpata)	
E	CATENA	Acciaio		6	33
F	LIMA DA SUGHERI	PE	22	46	
G	LIMA DA PIOMBI	Comb.	36	55	

Figura 2. Diagramma dell'armamento della rete commerciale utilizzata per l'esperimento.

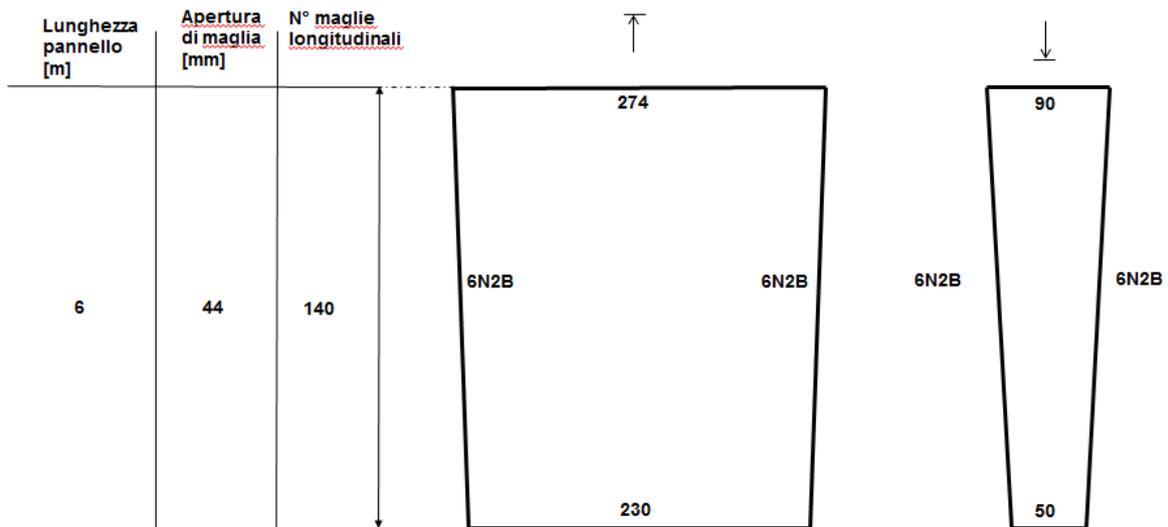


Figura 3. Piano tecnico dell'avansacco privo di dispositivi di selettività (montato nelle configurazioni STL50 e STQ40).

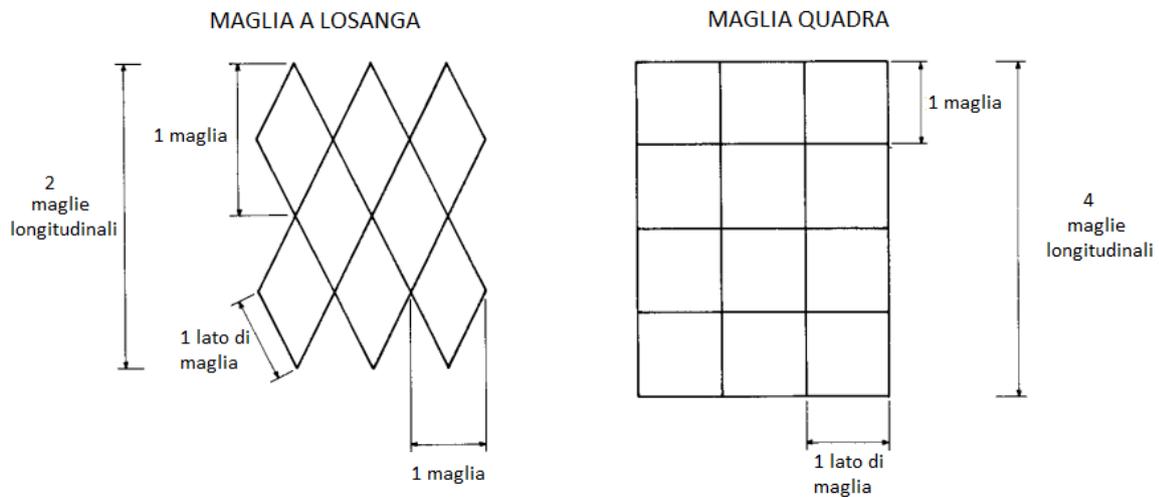
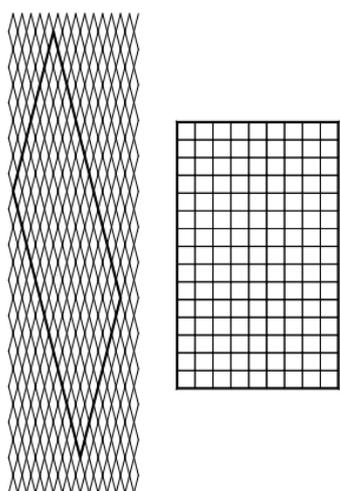


Figura 4 - Convenzioni nella terminologia della maglia a losanga e della maglia quadra.



A)



B)

Figura 5. A) Confezionamento del sacco a maglia quadra da una pezza di rete con maglia a losanga; B) particolare di una cattura del sacco a maglia quadra (STQ40).

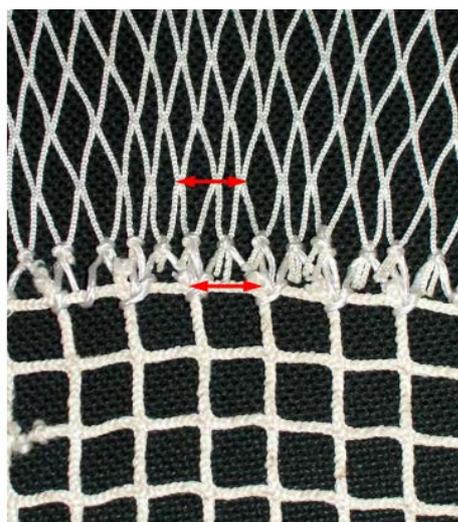
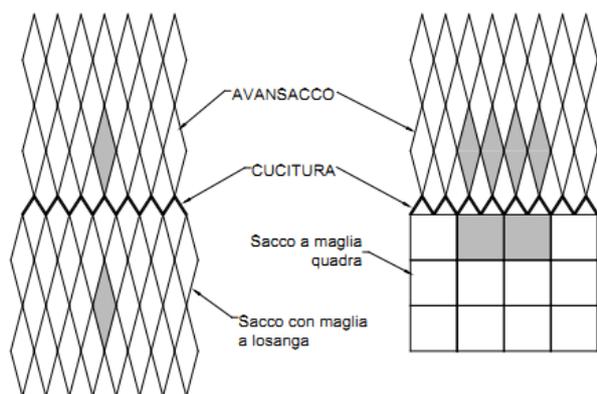


Figura 6. Armamento del sacco con maglia a losanga e del sacco a maglia quadra con l'avansacco.

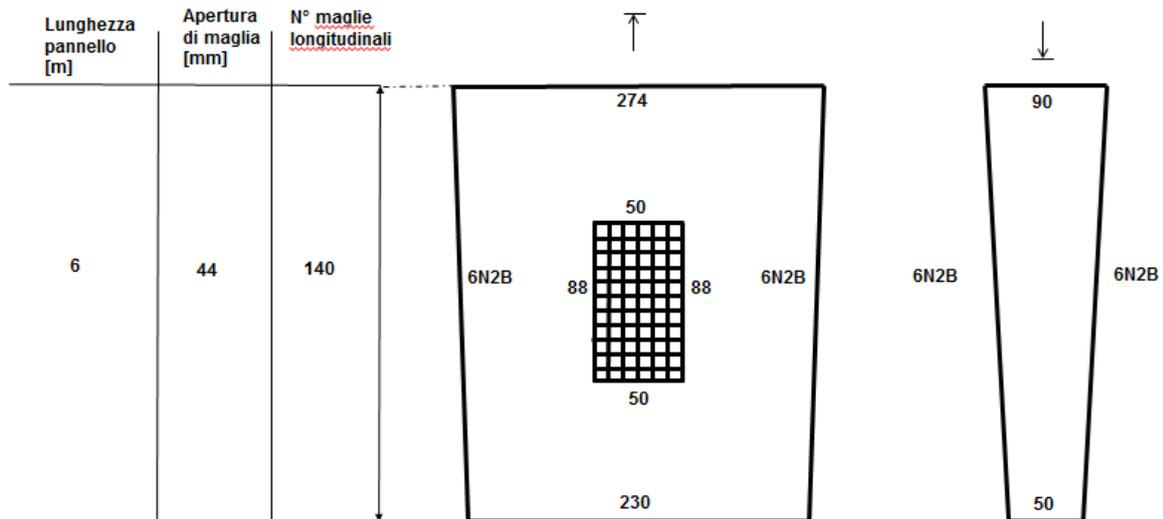


Figura 7. Piano tecnico dell'avansacco dotato di pannello a maglia quadra da 50 mm nella pezza superiore.



Figura 8. Dettaglio dell'avansacco dotato di pannello a maglia quadra da 50 mm (STPA50) e del sacco di raccolta degli individui riusciti a fuggire.

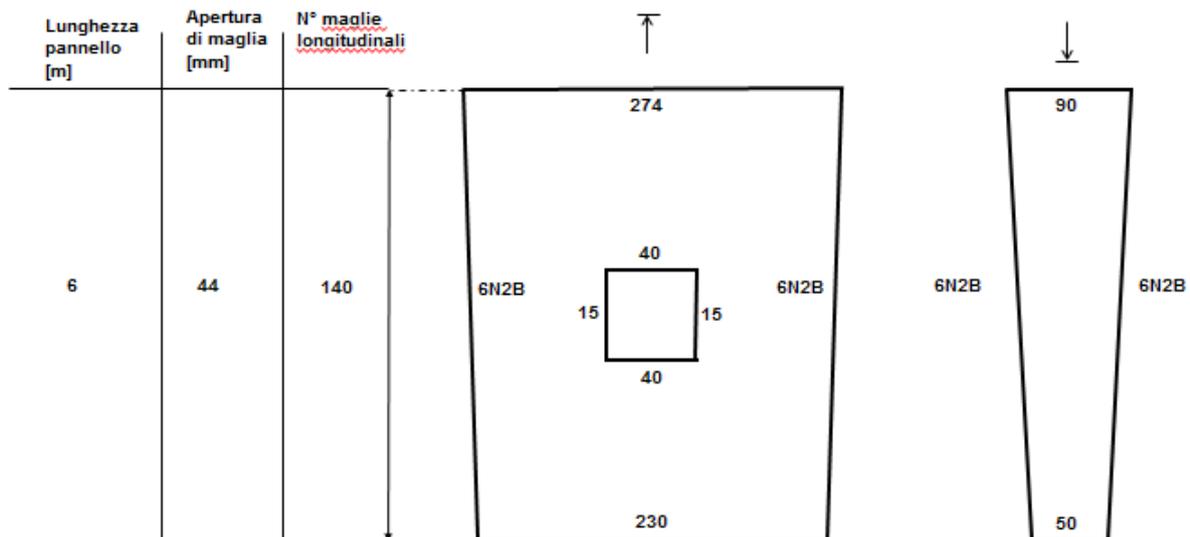


Figura 9. Piano tecnico (non in scala) dell'avansacco dotato di griglia di selezione e relativa uscita nella pezza superiore.

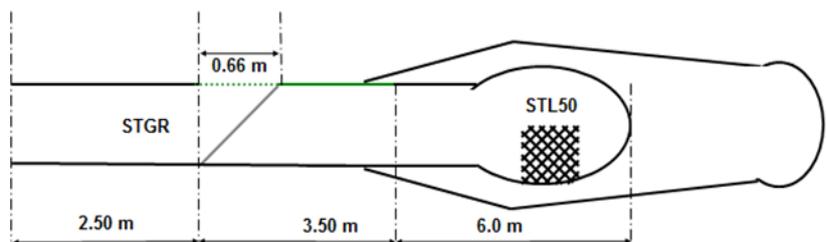


Figura 10. A) Griglia di esclusione “Super-shooter”. B) Dettagli tecnici relativi al montaggio del “Super-shooter” nell’avansacco della rete. C) Dettaglio dell’uscita realizzata sulla parte superiore dell’avansacco in corrispondenza della griglia D) Installazione della griglia nell’avansacco: nel montaggio si è cercato di mantenere un angolo di 45° rispetto all’asse longitudinale della rete.

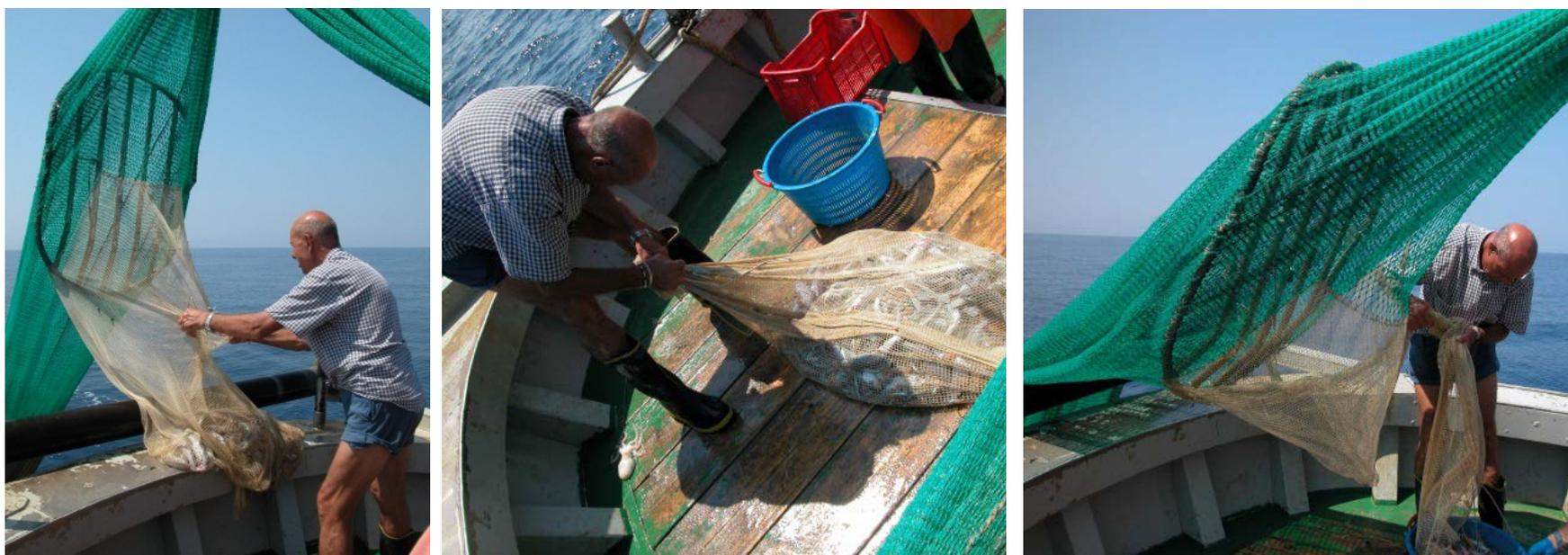


Figura 11. Alcune fasi di recupero a bordo della griglia di selezione alla fine di una cala e recupero delle catture contenute nel sacco di raccolta.

Misurazione dell'apertura di maglia del sacco delle reti.

Il valore effettivo dell'apertura di maglia dei sacchi utilizzati è un parametro fondamentale nel calcolo della selettività ed è stato rilevato tramite il misuratore elettronico OMEGA, misuratore ufficiale della Comunità Europea in base al Regolamento Comunitario 517/2008. Il misuratore è costituito da due beccucci che vengono inseriti nella maglia da misurare e messi a contatto delle due giunzioni opposte e, sottoposti ad una forza prefissata di 50 N, sono in grado di determinare oggettivamente l'effettiva apertura di maglia (Figura 7).

In base al Reg. 517/2008 l'apertura delle maglie quadrate viene invece determinata misurando entrambe le diagonali di ogni maglia e, nel caso in cui venga riscontrata una differenza, considerando la diagonale maggiore. Il misuratore è in grado di registrare le misurazioni effettuate e di trasferirle direttamente al PC tramite porta USB.

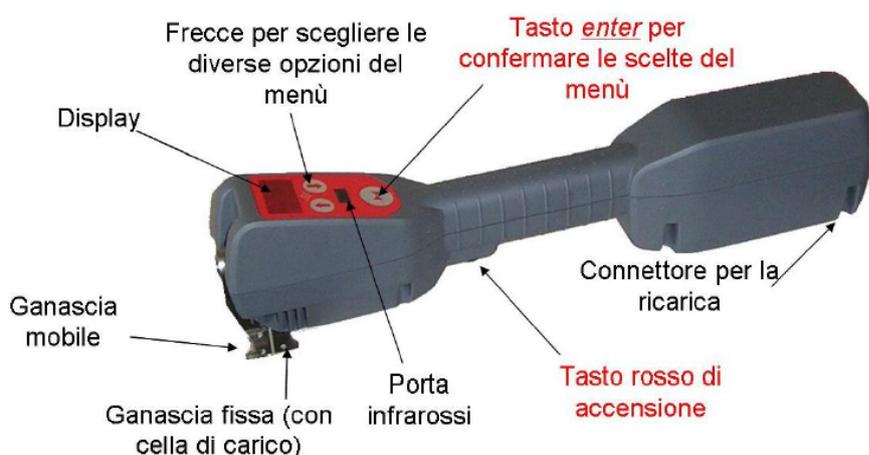


Figura 12. Misuratore OMEGA utilizzato per rilevare l'apertura effettiva della maglia del sacco delle reti da pesca.

Prove in mare

Nel 2012 sono state realizzate, due campagne di pesca nel Tirreno Centrale sul motopeschereccio commerciale "Angela Madre", appartenente alla marineria di Porto Ercole presso il Comune di Monte Argentario (Figura 13). La prima campagna è stata realizzata dal 26/03 al 02/04/2012. La seconda campagna si è svolta dal 16 al 25/07/2012 replicando le cale effettuate nella prima campagna. In entrambe le campagne i diversi sacchi e dispositivi di selettività venivano alternati giornalmente cercando di ottenere per ciascuna delle quattro configurazioni descritte, lo stesso numero di cale nella stessa zona e nello stesso range di profondità.

L'esperimento è stato effettuato considerando due tipologie di "metier" particolarmente rilevanti per la pesca a strascico toscana: la pesca demersale di piattaforma continentale, esercitata intorno ai 100 m di profondità, e la pesca demersale di scarpata, esercitata in genere oltre i 400 metri di profondità. Nella prima sono stati comparati gli attrezzi STL50, STQ40, STPA50, nella seconda le configurazioni STL50, STQ40, STGR. Per lo studio della selettività dei diversi sacchi/dispositivi testati si è scelto di utilizzare il metodo del coprisacco (cover), in modo tale da poter stimare la selettività sulla base della frazione degli individui trattenuti dal sacco e rilasciati nel cover (*Covered codend method*, Pope *et al.*, 1975).

Per poter effettuare lo studio della selettività del pannello a maglia quadra e della griglia di selezione, su questi dispositivi sono stati appositamente montati dei sacchi di raccolta con apertura di maglia nominale di 20 mm, in grado di trattenere tutti gli individui riusciti a fuggire. Al fine di poter catturare il maggior numero di specie bersaglio, si è cercato di effettuare le cale in due distinte aree del Mar Tirreno Centrale, normalmente esplorate dai pescherecci a strascico locali, aventi differenti range batimetrici: una zona di piattaforma continentale compresa tra 80-150 m circa e una zona di scarpata continentale caratterizzata da profondità maggiore e compresa tra 300 e 400 m.

Entrambe le aree, erano situate a Sud del Promontorio dell'Argentario una distanza rispettivamente di circa 8 e 30 miglia dalla costa (Figura 14). Per non introdurre ulteriori fonti di variabilità, si è ritenuto opportuno realizzare le cale durante le ore diurne evitando sia l'alba che il tramonto. Infatti non si deve dimenticare come per talune specie, esista una marcata differenza di vulnerabilità tra giorno e notte, in relazione all'habitat e all'etologia della stessa (Frogliani e Gramitto, 1985).



M/P Angela Madre	
Matricola	8L188
Loa [m]	22.65
Larghezza [m]	5.55
Pescaggio [m]	2.65
GT	67
Materiale Scafo	Legno
Anno di Costruzione	1963
Società di Pesca	Pescamar S.A.S.
Potenza motore [kW]	206
Diametro elica [m]	1.7
Equipaggio	3

Figura 13. M/P Angela Madre e relativi dati tecnici.

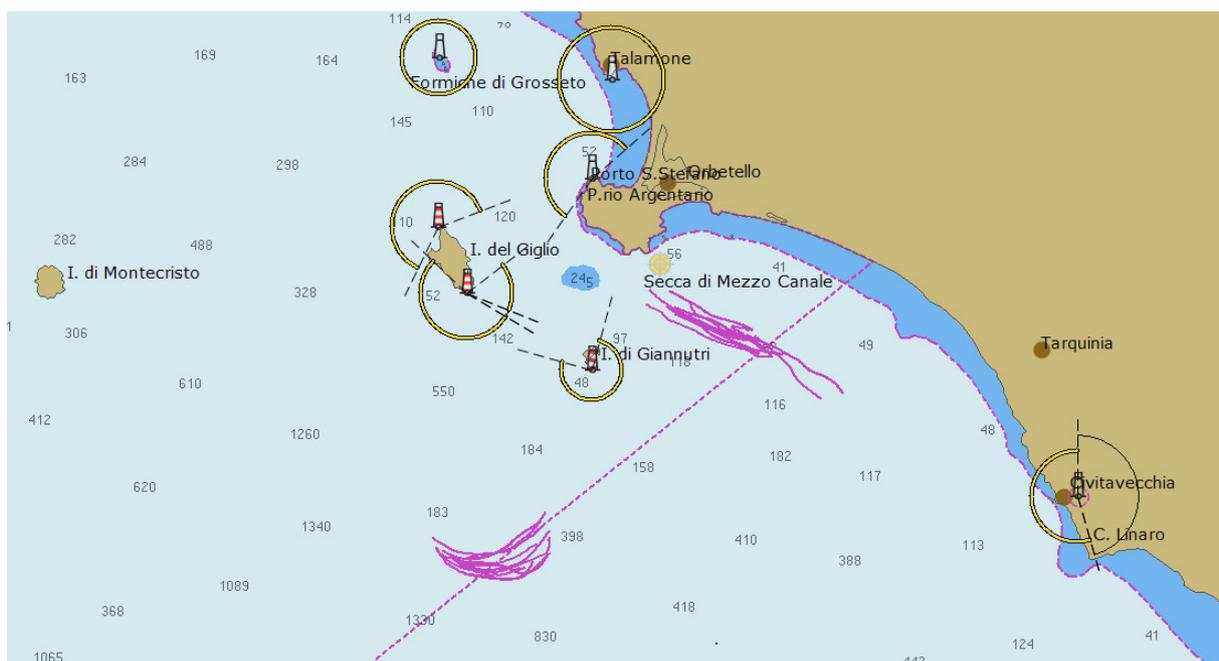


Figura 14. Area di campionamento. In fucsia sono evidenziate le tracce delle cale salvate col sistema GPS.

Area di campionamento

La zona interessata dal campionamento è stata quella a sud del Promontorio dell'Argentario in due aree normalmente sfruttate dalle imbarcazioni a strascico della Marineria di Porto Ercole, caratterizzate da batimetrie differenti. Infatti, la flottiglia di Porto Ercole esercita la pesca in un'ampia area, rappresentata da una fascia orizzontale che si estende oltre l'Isola di Montecristo, anche se i fondali maggiormente sfruttati interessano le batimetrie tra 100 e 500 m. La prima area indagata, all'interno della piattaforma continentale e compresa tra la linea di costa e l'Isola di Giannutri, è risultata caratterizzata da profondità comprese tra 90 e 110 m. Le cale effettuate presentano la tipica biocenosi del Detritico del Largo dominata dal crinoide *L. phalangium*. La seconda area, estesa sulla scarpata continentale con profondità comprese tra 375 e 450 m, presenta la caratteristica biocenosi dei popolamenti dei fanghi profondi (VP) con tanacenososi a *Griphus vitreus*.

Per la varietà di habitat, condizioni ambientali e comunità biologiche presenti, la Toscana è una regione estremamente variabile sotto l'aspetto morfologico ed ecologico. Infatti, la costa di questa regione comprende circa 400 km di terraferma e 200 km di coste insulari dell'Arcipelago Toscano e vi si riconoscono due diverse tipologie di litorale, quelli con coste basse e sabbiose e quelli con costa rocciosa e alta (isole dell'Arcipelago). Tra il Golfo di La Spezia e l'Isola d'Elba, la piattaforma continentale è ampia e presenta una leggera pendenza, soprattutto tra Livorno e l'Elba, e si estende per 35 - 40 km dalla costa, fino a circa 150 m di

profondità. Il fondale tra l'Elba e l'Argentario è costituito da un unico bacino, delimitato a Ovest dalla dorsale elbana, a Est dalla costa toscana e a Nord dal canale di Piombino e dall'Elba.

I fondi mobili presenti al largo della Toscana ospitano principalmente popolamenti riconducibili alla serie dei detritici che, a profondità maggiori, vengono sostituiti dai popolamenti dei fanghi. A profondità tra 80 e 150 m, nei settori occidentale e meridionale dell'isola d'Elba la biocenosi del Detritico del Largo è caratterizzata dalla dominanza del crinoide *Leptometra phalangium*. Su questi fondali si sviluppa un popolamento altamente diversificato e produttivo, in grado di ospitare aree di nursery di importanti specie commerciali, come il nasello. I fondali duri costieri presentano le biocenosi tipiche delle pareti verticali. Praterie di fanerogame marine sono particolarmente rigogliose soprattutto lungo le coste delle isole dell'Arcipelago Toscano.

La circolazione delle acque è caratterizzata da una serie di vortici originati dal vento che subiscono rilevanti cambiamenti stagionali. In inverno aumenta la corrente nella regione frontale dei vortici e l'upwelling ad essa associato, si sposta verso occidente e si rafforza. L'upwelling provoca il mescolamento delle acque di origine atlantica (MAW) con le acque levantine (LIW) sottostanti, modificando le proprietà fisiche e chimiche delle acque. A Nord di Capraia, la Corrente della Corsica orientale si fonde con la più fredda Corrente della Corsica occidentale, formando la Corrente Ligure. È un fiume d'acqua largo circa 20 km e profondo circa 150 m presente tutto l'anno, sia pure con variazioni di intensità.

Questa produce in tutto il Mar Ligure e quindi fino a Piombino, una circolazione ciclonica che coinvolge le acque di origine atlantica (MAW) in superficie e quelle levantine (LIW) in profondità.

In Toscana, la dinamica stagionale del fitoplancton è quella tipica delle aree subtropicali con un massimo nella stagione fredda (ottobre-aprile) e un minimo in estate. L'intensità delle fioriture fitoplanctoniche varia di anno in anno in correlazione con le condizioni meteorologiche dei mesi precedenti. È stata dimostrata una correlazione positiva tra concentrazione di clorofilla in primavera e rimescolamento delle acque nei mesi precedenti (autunno-inverno) per effetto del vento.

Per quanto riguarda le acque del largo, va ricordato che in Toscana è presente la parte occidentale del Santuario per i mammiferi marini del Mediterraneo (Pelagos), dove la presenza di grandi cetacei mysticeti e odontoceti, grandi perciformi (tonni, pesce spada, altri rostrati) e squali pelagici (Isuridi, Alopidi e Carcarinidi) rappresenta un elemento di grandissimo valore naturalistico. Dal punto di vista amministrativo, il litorale Toscano è suddiviso in quattro Compartimenti Marittimi: Marina di Carrara, Viareggio, Livorno e Portoferraio. Il numero di porti pescherecci (25) dimostra l'elevata polverizzazione sul territorio di questo settore.

Tabella 2. Logbook delle cale effettuate durante la prima campagna di selettività (26/03/12 - 02/04/12). STL50= sacco a maglia a losangsa da 50 mm; STQ40 = sacco a maglia quadra da 40 mm; STPA50 = pannello a maglia quadra; STGR = griglia di selezione; PFA = piaffaforma; SCA = scarpata.

N.cala	File Dati	Tipo attrezzo	Data	Scanmar/ Simrad	Orario cala			Latitudine		Longitudine		Prof. [m]	Zona
					Inizio	Fine	Durata	Inizio	Fine	Inizio	Fine		
2317	ST029-12	STL50	27/03/2012	Simrad	09:47	11:05	01:18	42°17.730	42°16.355	11°13.583	11°19.255	100	PFA
2318	ST030-12	STL50	27/03/2012	Simrad	11:45	13:00	01:15	42°15.921	42°13.715	11°21.055	11°25.963	104.5	PFA
2319	ST031-12	STL50	27/03/2012	Simrad	15:16	16:34	01:18	42°14.833	42°16.376	11°23.888	11°18.3	106	PFA
2320	ST032-12	STL50	27/03/2012	Simrad	17:25	18:43	01:18	42°15.918	42°18.699	11°16.363	11°12.158	100	PFA
2321	ST033-12	STL50	28/03/2012	Scanmar	07:23	09:18	01:55	42°3.466	42°2.605	11°0.381	10°52.571	402	SCA
2322	ST034-12	STL50	28/03/2012	Scanmar	10:20	11:49	01:29	42°1.059	42°1.455	10°54.951	11°1.361	428	SCA
2323	ST035-12	STL50	28/03/2012	Scanmar	12:52	13:56	01:04	42°1.499	42°1.959	10°58.89	10°54.189	424	SCA
2324	ST036-12	STL50	28/03/2012	Scanmar	14:57	16:29	01:32	42°1.189	42°3.797	10°56.916	11°2.642	407	SCA
2325	ST037-12	STQ40	28/03/2012	Scanmar	06:59	08:55	01:56	42°18.744	42°16.907	11°14.85	11°23.219	88	PFA
2326	ST038-12	STQ40	29/03/2012	Scanmar	09:38	11:24	01:46	42°15.403	42°10.86	11°23.91	11°28.208	107	PFA
2327	ST039-12	STQ40	29/03/2012	Scanmar	12:06	14:07	02:01	42°11.264	42°13.374	11°26.788	11°18.503	114	PFA
2328	ST040-12	STQ40	29/03/2012	Scanmar	14:48	16:42	01:54	42°15.258	42°19.607	11°18.984	11°13.219	100	PFA
2329	ST041-12	STQ40	29/03/2012	Simrad	07:18	09:21	02:03	42°3.573	42°3.077	11°0.406	10°52.213	402	SCA
2330	ST042-12	STQ40	30/03/2012	Simrad	10:21	11:58	01:37	42°1.181	42°0.773	10°54.272	11°1.126	432	SCA
2331	ST043-12	STQ40	30/03/2012	Simrad	13:04	14:24	01:20	42°0.893	42°1.358	10°59.665	10°53.67	427	SCA
2332	ST044-12	STQ40	30/03/2012	Simrad	15:30	16:15	00:45	42°1.823	42°1.954	10°56.742	11°0.012	397	SCA
2333	ST045-12	STPA50	30/03/2012	Scanmar	09:18	11:17	01:59	42°20.134	42°18.093	11°14.408	11°22.807	76	PFA
2334	ST046-12	STPA50	02/04/2012	Scanmar	11:56	13:41	01:45	42°16.61	42°14.71	11°22.248	11°15.406	116.5	PFA
2335	ST047-12	STPA50	02/04/2012	Scanmar	14:16	15:38	01:22	42°14.776	42°15.724	11°17.003	11°22.573	113	PFA
2336	ST048-12	STPA50	02/04/2012	Scanmar	16:16	17:44	01:28	42°16.951	42°19.289	11°20.271	11°14.544	91	PFA
2337	ST049-12	STGR	02/04/2012	Simrad	07:13	09:30	02:17	42°2.751	42°1.316	11°3.401	10°53.549	436	SCA
2338	ST050-12	STGR	03/04/2012	Simrad	10:35	12:31	01:56	42°0.514	42°1.936	10°54.458	11°2.162	439	SCA
2339	ST051-12	STGR	03/04/2012	Simrad	13:40	14:52	01:12	42°1.657	42°2.174	11°1.775	10°54.093	442	SCA
2340	ST052-12	STGR	03/04/2012	Simrad	16:02	16:44	00:42	42°1.944	42°3.159	10°57.509	11°0.041	416	SCA

Tabella 3. Logbook delle cale effettuate durante la seconda campagna di selettività (16/07/12 - 25/07/12). STL50= sacco a maglia a losangsa da 50 mm; STQ40 = sacco a maglia quadra da 40 mm; STPA50 = pannello a maglia quadra; STGR = griglia di selezione; PFA = piattaforma; SCA = scarpata.

N.cala	File Dati	Tipo attrezzo	Data	Scanmar/ Simrad	Orario cala			Latitudine		Longitudine		Prof. [m]	Zona
					Inizio	Fine	Durata	Inizio	Fine	Inizio	Fine		
2347	ST059-12	STPA50	16/07/2012	Simrad	09:25	11:05	01:40	42°19.087	42°16.636	11°13.336	11°20.385	90	PFA
2348	ST060-12	STPA50	16/07/2012	Simrad	11:52	13:57	02:05	42°16.217	42°12.486	11°20.115	11°28.337	103	PFA
2349	ST061-12	STPA50	16/07/2012	Simrad	14:43	16:40	01:57	42°12.065	42°16.240	11°26.557	11°20.550	105	PFA
2350	ST062-12	STPA50	16/07/2012	Simrad	17:27	18:49	01:22	42°16.430	42°18.289	11°19.466	11°14.432	102	PFA
2351	ST063-12	STQ40	17/07/2012	Simrad	07:23	09:20	01:57	42°03.628	42°02.127	11°00.977	10°53.147	377	SCA
2352	ST064-12	STQ40	17/07/2012	Simrad	10:27	12:02	01:35	42°00.487	42°01.833	10°55.707	11°02.353	444	SCA
2353	ST065-12	STQ40	17/07/2012	Simrad	13:10	14:42	01:32	42°00.892	42°02.288	10°59.182	10°52.566	448	SCA
2354	ST066-12	STQ40	17/07/2012	Simrad	15:45	17:00	01:15	42°01.131	42°02.529	10°55.957	11°01.319	404	SCA
2355	ST067-12	STQ40	18/07/2012	Simrad	07:04	09:04	02:00	42°17.59	42°14.845	11°13.842	11°22.135	102	PFA
2356	ST068-12	STQ40	18/07/2012	Simrad	09:46	12:05	02:19	42°15.189	42°18.299	11°20.624	11°11.127	103	PFA
2357	ST069-12	STQ40	18/07/2012	Simrad	12:45	14:20	01:35	42°18.124	42°16.047	11°12.925	11°19.667	101	PFA
2358	ST070-12	STQ40	18/07/2012	Simrad	15:03	17:03	02:00	42°16.133	42°19.264	11°19.53	11°11.325	97	PFA
2359	ST071-12	STL50	19/07/2012	Simrad	07:20	09:20	02:00	42°02.770	42°01.778	11°01.86	10°53.845	420	SCA
2360	ST072-12	STL50	19/07/2012	Simrad	10:27	11:55	01:28	42°01.344	42°01.342	10°56.379	10°56.426	441	SCA
2361	ST073-12	STL50	19/07/2012	Simrad	13:00	14:39	01:39	42°00.946	42°02.065	10°58.81	10°52.727	431	SCA
2362	ST074-12	STL50	19/07/2012	Simrad	15:45	17:15	01:30	42°01.886	42°04.663	10°56.534	11°02.171	410	SCA
2363	ST075-12	STL50	20/07/2012	Simrad	06:50	09:02	02:12	42°18.145	42°15.001	11°13.368	11°22.986	98	PFA
2364	ST076-12	STL50	20/07/2012	Simrad	09:44	11:55	02:11	42°15.057	42°17.670	11°22.769	11°13.708	103	PFA
2365	ST077-12	STL50	20/07/2012	Simrad	12:35	14:20	01:45	42°17.466	42°14.902	11°14.943	11°22.038	108	PFA
2366	ST078-12	STL50	20/07/2012	Simrad	15:00	16:43	01:43	42°15.734	42°18.341	11°21.593	11°19.941	102	PFA
2367	ST079-12	STGR	25/07/2012	Simrad	06:02	08:10	02:08	42°03.703	42°02.959	11°01.036	10°52.259	380	SCA
2368	ST080-12	STGR	25/07/2012	Simrad	09:30	11:30	02:00	42°01.304	42°02.899	10°54.566	11°02.496	425	SCA
2369	ST081-12	STGR	25/07/2012	Simrad	12:36	14:35	01:59	42°00.896	42°02.381	11°00.659	10°56.621	430	SCA
2370	ST082-12	STGR	25/07/2012	Simrad	15:39	17:05	01:26	42°01.662	42°03.926	10°56.248	11°02.146	403	SCA

Sistema per lo studio delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca

Durante le fasi di pesca di entrambe le campagne, i principali parametri geometrici ed idrodinamici delle reti sono stati rilevati a bordo per mezzo di sistemi acustici di monitoraggio delle reti. Nella prima campagna è stato impiegato il sistema SCANMAR Cabinet C604 e il sistema SIMRAD PI-50; nella seconda è stato impiegato solo il sistema SIMRAD PI50. Entrambe le strumentazioni hanno permesso di seguenti misure: i) distanza tra i divergenti; ii) apertura orizzontale della rete alla punta dei bracci; iii) apertura verticale della rete al centro della lima dei sugheri (carione). Per la misura dei primi due parametri sono state impiegate due coppie di trasduttori. Ogni coppia è costituita da un “master” che invia un segnale acustico verso il secondo sensore (slave) che riceve il segnale acustico e lo rimanda al master. La distanza tra i due sensori è proporzionale al tempo intercorso tra l’invio del segnale da parte del master e la risposta dello slave (Figura 15).

La prima coppia di trasduttori è stata montata sul divergente, mentre la seconda è stata montata sulla lima dei sugheri della rete in prossimità delle mazzette. Per evitare interferenze, ogni coppia di trasduttori utilizza frequenze di comunicazione diverse. L’apertura verticale è stata invece rilevata per mezzo di un sensore, posizionato al centro della lima dei sugheri, che funziona come un vero e proprio scandaglio misurando la distanza dal fondo (Figura 15). Questo sensore e i master delle due coppie inviano acusticamente le misure rilevate verso la nave e i dati vengono ricevuti da un trasduttore installato sullo scafo che li trasmette immediatamente ad un computer di bordo. È stato, inoltre, utilizzato un ecoscandaglio per determinare la profondità del fondale ed un GPS per misurare la posizione della nave in fase di pesca. Tutti gli strumenti utilizzati sono stati connessi attraverso diverse porte seriali RS232/485 ad un computer, il quale, attraverso un programma appositamente sviluppato, provvedeva automaticamente in tempo reale ad acquisire a cadenze di 10 secondi tutte le misure rilevate registrandole sull’hard disk (Figura 16).

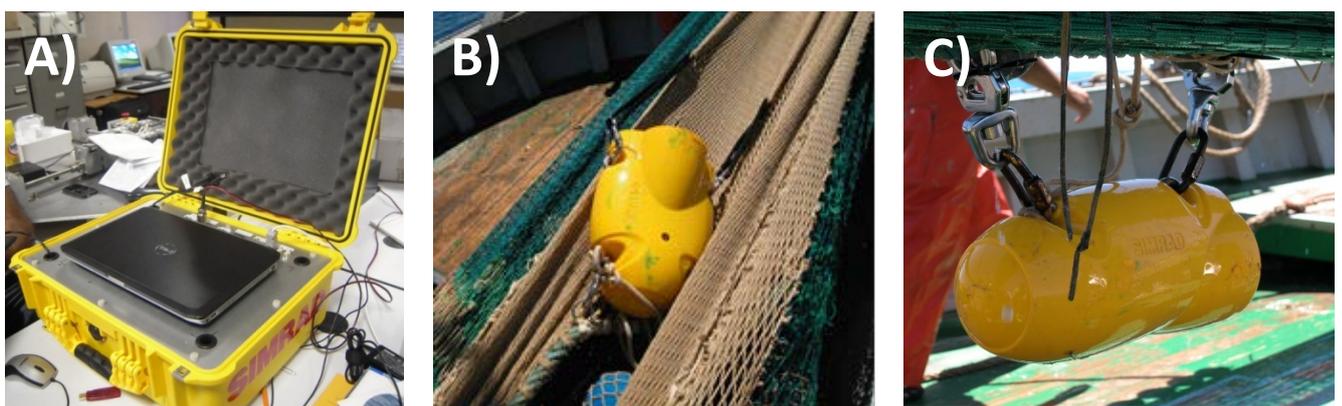


Figura 15. Sistema SIMRAD PI50. A) PI50 connesso al computer portatile. B) Sensore per la misurazione dell’apertura verticale della rete al centro della lima dei sugheri. C) Sensore (Master) per la misura dell’apertura orizzontale della rete alla punta dei bracci.

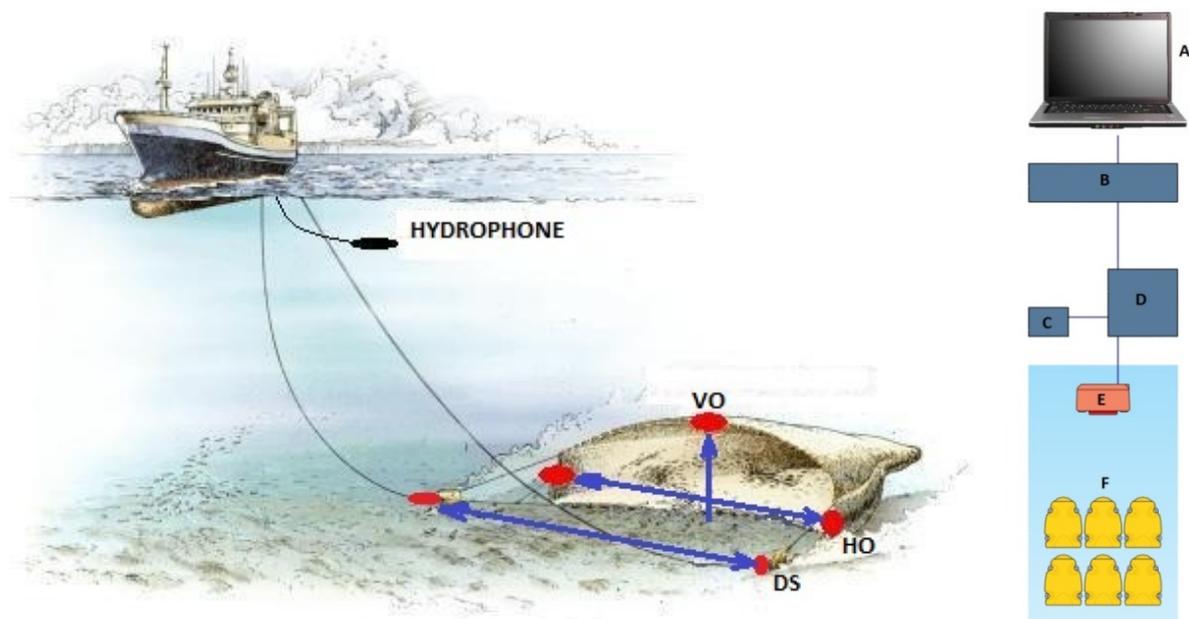


Figura 16. Posizionamento dei sensori acustici sulla rete utilizzata per l'esperimento schema del sistema di acquisizione dei dati. VO: Apertura Verticale; HO: Apertura Orizzontale; DS: Distanza tra i Divergenti; A) computer portatile; B) processore; C) alimentazione elettrica; D) ricevitore sensori; E) idrofono trainato; F) sensori acustici.

Metodo sperimentale di determinazione della selettività

Con il termine di selettività si definisce la misurazione di quel processo che porta alla cattura di organismi la cui composizione differisce dalla popolazione realmente presente nell'area dove la pesca viene effettuata. In pratica con questo termine si può rappresentare sia la capacità che ha un attrezzo di catturare prevalentemente solo alcune taglie di una determinata specie, sia come selettività tra le diverse specie presenti in mare.

In questo secondo senso è chiaro che la selettività di un attrezzo non è più prevalentemente un problema risolvibile utilizzando dimensioni di maglia opportune, ma è legato soprattutto all'armamento dell'attrezzo e ad eventuali dispositivi installati sull'attrezzo che ne modificano il comportamento.

Nel primo caso, invece, per cercare di ottenere attrezzi che permettano la fuga delle forme giovanili di una determinata specie si utilizzano generalmente maglie di opportuna apertura e forma. La selettività di una attrezzatura da pesca al traino può essere studiata fondamentalmente con due diversi approcci metodologici (Pope *et al.*, 1975): i) metodo delle cale parallele o alternate (*Paired-gear method*), con cui è possibile confrontare due attrezzature che differiscono del tutto o in parte (ad esempio solo il sacco). Con questo metodo si può valutare la selettività di una rete nel suo complesso, nel caso un'attrezzatura venga confrontata con un'altra a selettività molto bassa.

A questa categoria appartengono anche i metodi che prevedono l'utilizzo di due reti identiche (*twin-trawls*) a divergenti trainate simultaneamente da una sola imbarcazione. ii) metodo del coprisacco (*Covered codend method*), con cui è possibile valutare esclusivamente la selettività del sacco. Con questo metodo il sacco, di cui si vuole stimare la selettività, viene foderato con un cover di maglia sufficientemente piccola, di solito la metà del sacco, in modo da trattenere tutto ciò che sfugge dal sacco.

La scelta del metodo dipende fondamentalmente dagli obiettivi specifici dell'indagine. In questo progetto, è stato utilizzato il metodo del coprisacco, per studiare gli effetti derivanti dall'utilizzo della maglia quadra da 40 mm e a losanga da 50 mm nel sacco. Il metodo delle cale alternate è stato adottato per valutare gli effetti del pannello a maglia quadra e della griglia di selezione. Inoltre, al fine di evitare l'effetto di mascheramento (*masking effect*) del cover e garantire agli organismi la possibilità di fuga dalle maglie del sacco, è stata assicurata un minimo di separazione fra sacco e cover utilizzando due anelli semi-rigidi (\varnothing 20 mm) in alluminio come in Figura 17 e in Figura 18. Il primo anello è stato fissato a circa 4.2 m dall'inizio del cover, mentre il secondo anello è a 2.6 m dal primo, laddove cioè il sacco raggiunge il suo massimo diametro (Figura 16).

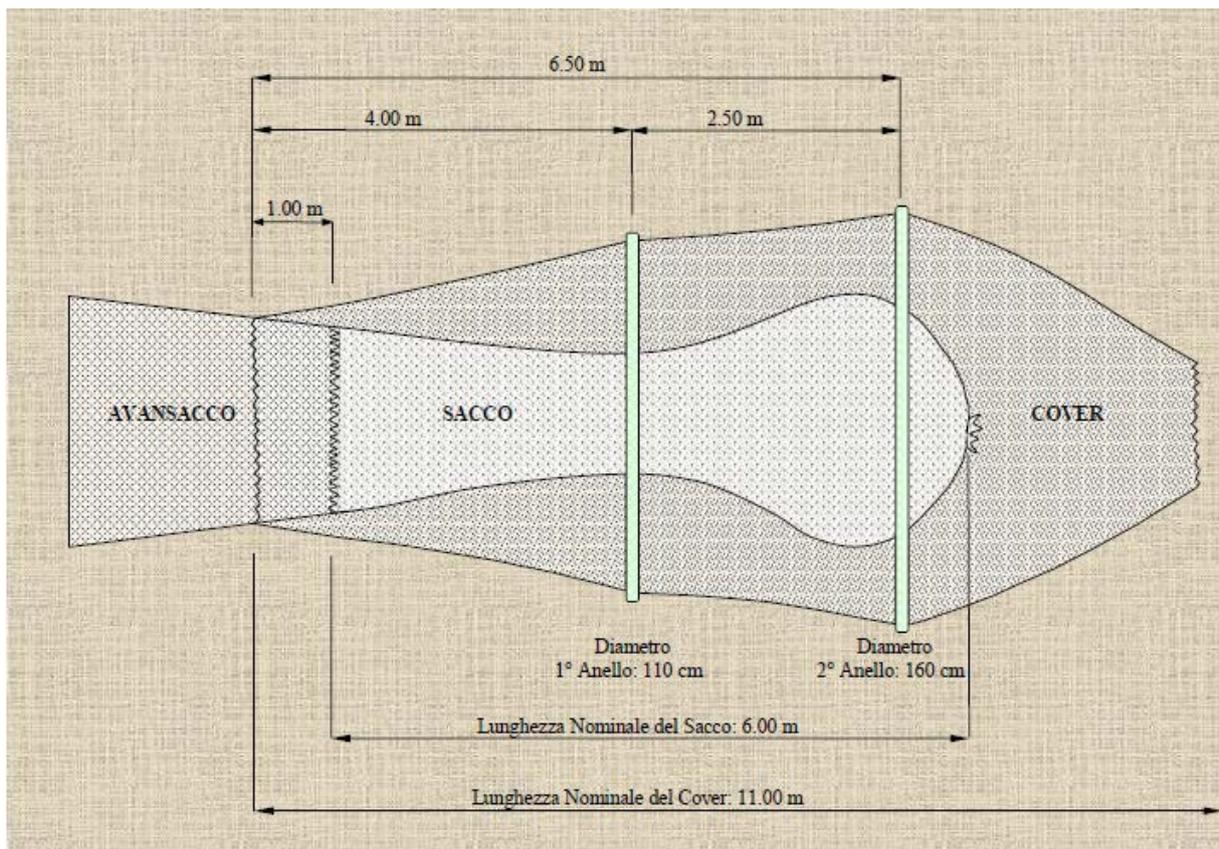


Figura 17. Rappresentazione schematica del sacco e del cover con le specifiche degli anelli utilizzati per evitare un possibile effetto di mascheramento da parte del cover.

In pratica utilizzando la stessa rete da pesca, i sacchi e i dispositivi descritti, venivano alternati giornalmente cercando di ottenere per ogni sacco lo stesso numero di cale nella stessa zona e alla stessa profondità. Le principali caratteristiche strutturali ed il design del cover utilizzato (Figura 17) sono quelle di assicurare, per quanto possibile, che i processi di fuga degli organismi catturati nel sacco non siano influenzati dalla presenza del cover. A questo proposito, in accordo con le raccomandazioni di Stewart e Robertson (1985), è stato progettato e costruito un cover (apertura di maglia 20 mm) con lunghezza e larghezza maggiori di circa il 50% rispetto al sacco.

Ispezioni subacquee eseguite in alcuni studi (Wileman *et al.*, 1996), hanno mostrato che durante il traino, un cover con anelli di queste caratteristiche viene mantenuto sufficientemente distante dal sacco. Inoltre, la scelta di anelli in alluminio ha garantito, durante la fase di salpamento, una facile distorsione degli stessi in modo tale che non venisse ostacolato il recupero a bordo della rete.



Figura 18. Particolare del coprisacco e degli anelli per evitare l'effetto di mascheramento.

Analisi statistica della selettività: metodo *Covered codend*

Tradizionalmente la probabilità di ritenuta del sacco delle reti al traino può essere rappresentata per mezzo di molteplici modelli matematici, tra cui il più utilizzato è senza dubbio il modello logistico:

$$r(l) = \frac{e^{\nu_1 + \nu_2 l}}{1 + e^{\nu_1 + \nu_2 l}}$$

dove $r(l)$ rappresenta la probabilità che un pesce della lunghezza l sia catturato, una volta entrato nel sacco. E' conveniente rappresentare i parametri ν_1 e ν_2 con il vettore:

$$\nu = \begin{pmatrix} \nu_1 \\ \nu_2 \end{pmatrix}$$

e definire $\hat{\nu} = (\nu_1, \nu_2)^T$ il miglior estimatore dei parametri di selettività (ν) con cui si ottiene la curva che meglio approssima i dati sperimentali calcolati attraverso il metodo della massima verosimiglianza (Wileman *et al.*, 1996).

Se in una cala ci sono un numero sufficiente di classi di lunghezza e un numero sufficiente di esemplari sia catturati che rilasciati, allora $\hat{\nu}$ è distribuito normalmente con media ν e varianza R (McCullagh e Nelder, 1989):

$$\hat{\nu} \sim N(\nu, R)$$

Per una migliore comprensione, la curva di selettività viene comunemente descritta in termini dei parametri di selettività L_{50} e SR . L_{50} , la lunghezza alla quale un esemplare di una data specie ha il 50% di probabilità di essere catturato, viene definito come $L_{50} = -\nu_1/\nu_2$ ed è ricavato risolvendo l'equazione $r(l) = 0.5$. Analogamente l'intervallo di selettività, SR , definito come $SR = L_{75\%} - L_{25\%}$, è calcolato tramite la seguente formula: $SR = 2\ln(3)/\nu_2$.

Solitamente le curve di selettività sono calcolate dai dati di cattura di tutte le cale combinati insieme ed analizzati come se provenissero da una singola cala. Tuttavia, negli esperimenti di selettività può essere osservata una certa variabilità fra le cale, anche se l'attrezzatura non ha subito modificazioni.

La causa di queste variazioni è da ricercarsi in cambiamenti di alcune variabili esterne non controllabili durante l'esperimento come: la profondità di pesca, lo stato del mare, le correnti sul fondo o la composizione e la densità del pesce. In questo caso, la variabilità dei parametri di selettività (L_{50} ed SR) ottenuti dai dati combinati viene sottostimata. Nel 1991, Fryer ha introdotto una metodologia generale per rappresentare i dati di cale replicate attraverso un modello che tenga conto della variabilità fra le cale (*between-haul variation*) e che permetta alle curve di selettività di ogni singola cala di variare casualmente intorno ad una curva media di selettività. In questo modo nelle curve medie del modello generale di Fryer, la varianza dei parametri stimati risulta essere più realistica.

Supponendo che i parametri di ogni cala v_i siano indipendenti, multivariati e distribuiti normalmente con media:

$$E(v_i) = E\begin{pmatrix} v_{i1} \\ v_{i2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix}$$

e matrice di varianza D . Allora $v_i \sim N(\alpha, D)$, che in pratica non è conosciuto ma stimabile per ogni cala e con valore previsto $\hat{v}_i \sim N(\alpha, R_i + D)$, nel quale le matrici di varianza $\{R_i\}$ e $\{D\}$ rappresentano rispettivamente la variazione all'interno delle cale (*within-haul variation*) e la variazione fra le cale (*between-haul variation*) dei parametri $\{v\}$.

In accordo con Millar (1994), questo approccio permette la correzione degli effetti del sub-campionamento nelle singole cale:

$$r'(l) = \frac{qe^{v_1+v_2l}}{1+e^{v_1+v_2l}} = \frac{e^{v'_1+v_2l}}{1+e^{v'_1+v_2l}}$$

dove $q = p_1/p_2$ è il rapporto dei coefficienti di campionamento nel sacco (p_1) e nel cover (p_2). Di conseguenza, la curva che approssima i dati sub-campionati $r'(l)$ è ugualmente logistica, con parametri $v'_1 = v_1 + \ln(q)$ e v_2 .

Nel presente studio, durante le prove in mare, in alcuni casi le catture del sacco e del cover sono state troppo abbondanti per poter analizzare l'intero pescato, per cui si è proceduto ad un sub-campionamento. In quest'ultimo caso, seguendo le raccomandazioni di Millar (1994), si sono frazionate le catture del cover e del sacco in maniera simile o in modo tale da mantenere comunque il rapporto fra i due frazionamenti nell'intervallo 1/3 e 3.

Per quanto riguarda la valutazione delle cale potenziali da includere nell'analisi cala per cala, essa è basata sull'esame esplorativo del numero di individui nelle diverse classi di lunghezza, così come sull'estensione dell'intervallo delle classi (Wileman *et al.*, 1996). In altri termini, una cala è stata considerata come potenziale candidata per essere inclusa nell'analisi a condizione che, all'interno di un relativamente ampio intervallo di lunghezze, sia presente un "sufficiente" numero di individui tali da fornire le proporzioni di ritenuta tra 0 ed 1.

Per avere una misura della bontà dell'adattamento della curva di selettività di ogni singola cala ai dati sono stati calcolati i residui della devianza (V_l) per ogni classe di lunghezza:

$$V_l = \text{sign}(y_l - \hat{r}_l) \cdot \left\{ 2n_{l+} \cdot \left[y_l \cdot \ln\left(\frac{y_l}{\hat{y}_l}\right) + (1 - y_l) \cdot \ln\left(\frac{1 - y_l}{1 - \hat{y}_l}\right) \right] \right\}^{1/2}$$

dove n_{l1} ed n_{l2} sono il numero di pesci della classe di lunghezza l catturati rispettivamente nel sacco e nel cover, n_{l+} la loro somma, $y_l = \frac{n_{l1}}{n_{l+}}$ la proporzione catturata nel sacco, $\hat{r}(l)$ il

valore ottenuto dalla curva stimata per il calcolo della selettività e $sign(x) = \begin{cases} +1 & x > 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases}$.

Quando il modello è corretto i residui della devianza risultano approssimativamente indipendenti ed uniformemente distribuiti e se questo non si verifica viene presa la decisione finale se mantenere o rifiutare una specifica cala.

Un'ulteriore e più rigorosa indicazione della bontà del modello viene fornita dal calcolo della devianza totale, equivalente alla somma dei quadrati dei residui:

$$V = \sum_l V_l^2$$

Quando il modello è valido (ipotesi nulla) la distribuzione della devianza totale, con gradi di libertà pari al numero di classi di lunghezza -2, è approssimabile dalla *distribuzione chi-quadro* ed il suo valore risulta essere dello stesso ordine di grandezza dei gradi di libertà.

Successivamente nel 1991, Fryer ha esteso il suo modello per valutare l'influenza degli effetti delle variabili sotto controllo o esplicative (*Fixed effects*), così come la variazione casuale fra le cale (*between-haul variation*). Ciò ha permesso di valutare il contributo specifico di alcune variabili esplicative sui parametri di selettività. In questi termini si ha: $\hat{v}_i \sim N(X_i\alpha, R_i + D)$, con valore medio:

$$E(v_i) = E\begin{pmatrix} v_{i1} \\ v_{i2} \end{pmatrix} = X_i\alpha$$

essendo la matrice X_i la cosiddetta *design matrix* delle q variabili esplicative, per la cala i si ha:

$$X_i = \begin{pmatrix} x_{i11} & x_{i12} & \dots & x_{i1q} \\ x_{i21} & x_{i22} & \dots & x_{i2q} \end{pmatrix}$$

ed $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_q)^T$ il vettore che determina la direzione e la grandezza dell'influenza di queste variabili sui parametri di selettività.

La valutazione dei parametri di selettività viene solitamente effettuata applicando il metodo di massima verosimiglianza ai valori sperimentali di ritenuta espressi in funzione logistica della taglia. La stima dei parametri di selettività di ogni singola cala è stata effettuata usando il software *SELNET* (Sistiaga *et al.*, 2010; Wienbeck *et al.*, 2011; Frandsen *et al.*, 2011; Eigaard *et al.*, 2011; Herrmann *et al.*, 2012), che consente la stima di v_i ed R_i , così come degli intervalli di confidenza al 95% di ogni parametro di selettività.

Per quanto riguarda l'estrapolazione delle curve medie di selettività di cale replicate che tengano conto della variabilità fra le cale (*between-haul variation*) e la determinazione dei modelli per valutare l'influenza degli effetti delle variabili esplicative (*fixed effects*), è stato utilizzato il software *ECModeller* (Constat, 1995) che applica la metodologia proposta da Fryer nel 1991.

In quest'ultimo caso si è scelto di applicare il *REML* (*Residual Maximum Likelihood*; Laird and Ware, 1982) come metodo di valutazione nell'analisi, in quanto risulta essere più appropriato e robusto nel caso di modelli derivati da esperimenti con un numero di cale basso paragonato al numero di variabili esplicative.

Per facilitare l'interpretazione del modello, anziché i parametrici generici ν_1 e ν_2 , come variabili di risposta sono stati utilizzati i parametri di selettività L_{50} ed SR . E' opportuno rimarcare che la selettività di un attrezzatura da pesca al traino dipende da numerosi fattori legati ad esempio alle condizioni operative di pesca (e.g. velocità di pesca, tempo di cala), ai particolari costruttivi delle reti ed ovviamente anche ai parametri morfo-fisiologici delle specie. La scelta del modello che meglio descrive i dati sperimentali è stata basata sull'osservazione del minor valore ottenuto con il Test di verifica *Akaike's Information Criterion-AIC* (Fryer e Shepherd, 1996).

Impatto sulla fauna bentonica

Negli ultimi anni è stata posta sempre maggior attenzione alla stima della mortalità delle specie scartate, sia con un approccio diretto (esperimenti di sopravvivenza; Kaiser e Spencer, 1995; Bergmann e Moore, 2001;. Bergmann *et al.*, 2001b) sia attraverso la valutazione indiretta (ad esempio, la valutazione di danneggiamento esterno; Kaiser, 1996; Farmer *et al.*, 1998;. Bergmann *et al.*, 2001a;. Pranovi *et al.*, 2001;. Veale *et al.*, 2001).

Sebbene gli esperimenti di sopravvivenza costituiscono il modo migliore per stimare la mortalità, questo approccio è spesso costoso e richiede tempo e uno sforzo importante in termini di personale ed attrezzature. Una valida alternativa è basata sulla valutazione macroscopica delle lesioni subite dalle specie scartate a causa della loro sensibilità (MacDonald *et al.*, 1996) e può rappresentare una prima stima della mortalità prodotta durante le operazioni di pesca e smistamento.

A seconda del tipo di taxa studiati sono state proposte diverse scale di danni (ad esempio Wassenberg e Hill, 1989; Kaiser e Spencer, 1995, Kaiser, 1996; Bergmann *et al.*, 2001a; Pranovi *et al.*, 2001). Nel nostro studio sono stati quindi considerati nello specifico tre specie di crostacei brachiuridi della fauna bentonica presente nell'area di studio. I tre granchi *Macropipus tuberculatus* (Roux, 1830) (Brachyura, Portunidae), *Medorippe lanata* (Linnaeus, 1767) (Brachyura, Dorippidae) e *Goneplax rhomboides* (Linnaeus, 1758) (Brachyura, Goneplacidae) rappresentano specie ecologicamente importanti nelle comunità dei fondali della piattaforma e della scarpata continentale del Mediterraneo (Abelló *et al.*, 1998).

Durante le due campagne effettuate, sono stati quindi raccolti per ogni cala, tutti gli esemplari di *M. tuberculatus*, *M. lanata* e *G. rhomboides* catturati durante le operazioni di pesca. Gli esemplari, suddivisi in catture del sacco e del cover (cover+copripannello+coprigriglia), sono stati analizzati macroscopicamente per evidenziare eventuali danni. E' stata quindi utilizzata una scala a sei livelli (0-5) basata su danni macroscopicamente visibili, seguendo Wasseberg e Hill (1989) e Pranovi et al. (2001).

Tabella 4. Scala dei Danni macroscopicamente visibili utilizzata per la categorizzazione del livello dei danneggiamenti per le tre specie studiate.

Livello di danno	Descrizione
0	Nessun danno esterno evidente
1	Assenza di un arto
2	Due o più arti assenti
3	Una chela e uno o due arti mancanti
4	Una chela e più di tre arti mancanti
5	Entrambe le chele mancanti e/o carapace rotto

8. Risultati

Apertura delle maglie dei sacchi sperimentati

L'apertura delle maglie dei sacchi e del pannello a maglia quadra è stata misurata, in conformità al R.E. 517/2008, durante la prima campagna di pesca (26/03/2012 - 02/04/2012). L'apertura si riferisce alla distanza interna tra due opposte giunzioni. L'apertura delle maglie quadrate è stata determinata misurando entrambe le diagonali di ogni maglia indicate in Tabella 5 con gli acronimi D1 e D2; nei casi in cui veniva riscontrata una differenza tra queste due misure, il calcolo dell'apertura di maglia media è stato effettuato considerando per ogni maglia la diagonale maggiore. Il valore dell'apertura della maglia è risultato di 51.9 mm per il sacco a maglia a losanga, 40.2 mm per il sacco a maglia quadra 51.8 mm per il pannello a maglia quadra (Tabella 5).

Tabella 5. Apertura della maglia dei sacchi utilizzati nell'esperimento: sacco a maglia a losanga (STL50); sacco a maglia quadra (STQ40); pannello a maglia quadra (STPA50). Le misure sono state ottenute con il misuratore elettronico OMEGA.

N.	STL50	STQ40			STPA50		
		D1	D2	Dmax	D1	D2	Dmax
1	52	40	40	40	52	52	52
2	52	39	38	39	52	51	52
3	52	39	39	39	51	51	51
4	52	40	39	40	51	51	51
5	52	40	39	40	52	51	52
6	52	40	39	40	52	52	52
7	52	40	39	40	52	52	52
8	51	41	40	41	52	51	52
9	52	41	40	42	52	51	52
10	52	40	39	40	52	52	52
11	52	40	39	40	52	51	52
12	52	40	40	40	51	51	51
13	52	40	38	40	52	52	52
14	52	40	39	40	52	51	52
15	51	41	40	41	52	52	52
16	52	40	39	40	51	51	51
17	52	40	39	40	52	51	52
18	52	40	40	40	52	52	52
19	52	40	39	40	52	52	52
20	52	41	39	41	52	51	52
Media	51.9			40.2			51.8
SD	0.30			0.65			0.40

Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca

Complessivamente le prove hanno avuto esito positivo, in quanto tutte le misure previste sono state effettuate. Solo durante alcune cale non è stato possibile misurare alcuni parametri, ma trattandosi di casi isolati, è stato possibile stimare i dati mancanti, i quali sono indicati in Tabella 7 in corsivo.

Come è evidenziato dalla Tabella 6, Tabella 7a e Tabella 7b, per entrambe le campagne di pesca si è cercato di mantenere una velocità di traino di circa 3.4 nodi, valore comunemente utilizzato dal peschereccio durante la sua normale attività commerciale. Per la maggior parte delle cale effettuate, si può osservare che la maggiore lunghezza di cavo di traino (CT), ovvero di maggiore profondità di fondale (P), incrementa in modo considerevole la distanza fra i divergenti (DD).

L'apertura orizzontale della rete, invece non è influenzata dall'incremento della profondità perché le cale effettuate in scarpata continentale sono state condotte con dei calamenti più lunghi (230 m anziché 200). Si tratta di una pratica molto diffusa tra i pescatori che sono soliti esplorare fondali con ampio range batimetrico, proprio per evitare un'eccessiva apertura orizzontale della rete come effetto della maggiore lunghezza dei cavi di traino a profondità elevate.

Tabella 6. Valori medi dei principali parametri tecnici della rete utilizzata nella prima (FC1: 26/03/12 - 02/04/12) e nella seconda campagna (FC2: 16-25/07/12), sia in piattaforma continentale (PFA) che in scarpata continentale (SCA). Parametri misurati alle diverse profondità P[m]: lunghezza del cavo di traino CT[m]; velocità di traino VT[kn]; apertura orizzontale della rete AO[m]; apertura verticale della rete AV[m]; distanza fra i divergenti DD[m].

FC	Zona	P	CT	VT	AO	AV	DD
FC1	PFA	101.33	650	3.42	17.93	0.74	68.34
	SCA	421.00	1650	3.39	15.33	0.69	80.56
FC2	PFA	101.17	750	3.34	18.33	0.68	70.10
	SCA	417.75	1617	3.43	15.91	0.61	79.84

Tabella 7a. Parametri rilevati nelle diverse cale della prima (26/03/12 - 02/04/12) campagna, utilizzando la rete avente sacco con maglia a losanga da 50 mm (STL50, la rete con il sacco a maglia quadra (STQ40), la rete con pannello a maglia quadra (STPA50), e la rete con la griglia di selezione (STGR). Parametri misurati alle diverse profondità P[m]: lunghezza del cavo di traino CT[m]; velocità di traino VT[kn]; apertura orizzontale della rete AO[m]; apertura verticale della rete AV[m]; distanza fra i divergenti DD[m].

Tipo attrezzo	N. Cala	P	CT	VT	AO	AV	DD
STL50	2317	100.0	650	3.50	17.66	0.60	67.71
	2318	104.5	650	3.50	17.45	0.60	63.40
	2319	106.0	650	3.50	20.20	0.60	76.65
	2320	100.0	650	3.40	19.12	0.60	72.37
	2321	402.0	1600	3.50	16.02	0.70	80.50
	2322	428.0	1650	3.45	13.70	0.80	78.74
	2323	424.0	1650	3.50	14.00	0.70	78.97
	2324	407.0	1650	3.30	14.60	0.80	79.42
STQ40	2325	88.0	650	3.40	17.95	0.78	68.64
	2326	107.0	650	3.50	16.54	0.60	64.13
	2327	114.0	650	3.40	15.90	0.87	62.09
	2328	100.0	650	3.30	16.70	0.80	64.64
	2329	402.0	1600	3.30	15.00	0.60	79.73
	2330	432.0	1650	3.40	15.70	0.60	78.70
	2331	427.0	1650	3.40	15.73	0.60	74.00
	2332	397.0	1650	3.30	15.95	0.70	80.44
STPA50	2333	76.0	650	3.30	17.02	0.80	65.67
	2334	116.5	650	3.40	19.80	0.90	74.55
	2335	113.0	650	3.40	18.70	0.80	71.03
	2336	91.0	650	3.40	18.13	0.90	69.21
STGR	2337	436.0	1650	3.46	15.67	0.70	80.24
	2338	439.0	1650	3.40	18.30	0.68	82.23
	2339	442.0	1650	3.60	13.00	0.70	93.00
	2340	416.0	1650	3.10	16.30	0.70	80.71

Tabella 7b. Parametri rilevati nelle diverse cale della seconda campagna (16-25/07/2012), utilizzando la rete avente sacco con maglia a losanga da 50 mm (STL50, la rete con il sacco a maglia quadra (STQ40), la rete con pannello a maglia quadra (STPA50), e la rete con la griglia di selezione (STGR). Parametri misurati alle diverse profondità P[m]: lunghezza del cavo di traino CT[m]; velocità di traino VT[kn]; apertura orizzontale della rete AO[m]; apertura verticale della rete AV[m]; distanza fra i divergenti DD[m].

Tipo attrezzo	N. Cala	P	CT	VT	AO	AV	DD	DBSR
STPA50	2347	90.0	750	3.40	18.90	0.60	73.20	8.33
	2348	103.0	750	3.30	18.23	0.85	79.20	7.28
	2349	105.0	750	3.00	18.85	0.75	57.00	7.14
	2350	102.0	750	3.80	18.28	0.69	69.70	7.35
STQ40	2351	377.0	1600	3.40	16.90	0.60	81.17	4.24
	2352	444.0	1600	3.25	18.30	0.60	89.40	3.60
	2353	448.0	1600	3.40	17.80	0.55	81.85	3.57
	2354	404.0	1600	3.57	16.45	0.60	80.83	3.96
	2355	102.0	750	3.40	17.95	0.90	68.64	7.35
	2356	103.0	750	3.23	19.20	0.60	72.63	7.28
	2357	101.0	750	3.40	17.70	0.80	67.84	7.43
	2358	97.0	750	3.40	19.10	0.50	72.31	7.73
STL50	2359	420.0	1650	3.50	15.78	0.67	80.32	3.93
	2360	441.0	1650	3.60	14.30	0.60	63.80	3.74
	2361	431.0	1650	3.33	12.00	0.50	77.45	3.83
	2362	410.0	1650	3.50	16.30	0.60	80.71	4.02
	2363	98.0	750	3.40	18.70	0.50	71.03	7.65
	2364	103.0	750	3.30	18.30	0.65	69.76	7.28
	2365	108.0	750	3.30	16.00	0.60	62.41	6.94
	2366	102.0	750	3.10	18.80	0.70	77.50	7.35
STGR	2367	380.0	1600	3.26	15.99	0.70	80.47	4.21
	2368	425.0	1600	3.50	15.66	0.63	81.50	3.76
	2369	430.0	1600	3.45	15.63	0.70	80.20	3.72
	2370	403.0	1600	3.45	15.81	0.60	80.34	3.97

Parametri di selettività delle principali specie catturate

Complessivamente nelle due campagne sono state realizzate 48 cale con il metodo del coprisacco (*Covered codend method*), di cui 16 cale condotte con il sacco a maglia a losanga da 50 mm (STL50); 16 col sacco a maglia quadra da 40 mm (STQ40); 8 con il pannello a maglia quadra da 50 mm (STPA50) e 8 con la griglia “Super-shooter” montata nella regione dell’avansacco (STGR). Le cale n. 2337 (prima campagna) e 2367 (seconda campagna) sono risultate inutilizzabili ai fini dello studio della selettività della griglia di selezione, in quanto il sacco di raccolta è stato ritrovato aperto al momento della salpa della rete e quindi privo degli individui fuggiti per mezzo di questo dispositivo.

Lo studio è stato adeguatamente approfondito per alcune specie bersaglio ma anche per un certo numero di specie che sono risultate abbondanti nelle catture pur non essendo commerciali. In particolare è stato possibile stimare i parametri di selettività per le seguenti specie: *Eledone cirrhosa* (Moscardino bianco), *Galeus melastomus*. (Boccanera), *Merluccius merluccius* (Nasello o merluzzo), *Nephrops norvegicus* (Scampo), *Parapenaeus longirostris* (Gambero rosa), *Trachurus trachurus* (Suro), *Trisopterus minutus capelanus* (Cappellano o busbana), *Phycis blennoides* (Musdea bianca).

I parametri di selettività calcolati per le diverse specie sono riportati in Tabella 8. Le curve medie di selettività stimate per le diverse specie nei vari attrezzi sperimentati nelle due campagne di selettività sono riportati da Figura 26 a Figura 33.

Eledone cirrhosa

La studio della selettività del Moscardino bianco ha riportato dei valori di L50% pari a 39.5 mm e 32.1 mm per la maglia a losanga (STL50) rispettivamente nella prima e nella seconda campagna (Tabella 8, Figura 26). I corrispondenti valori di SR per lo stesso attrezzo sono risultati pari a 46.31 mm e 22.85 mm per le due campagne. Come si può notare in Figura 26 nella seconda campagna il valore più basso di SR ha determinato un aumento della pendenza della curva media di selettività. La maglia quadra (STQ40) si è dimostrata complessivamente più selettiva.

Anche per la maglia quadra è stato registrato lo stesso andamento rilevato per la maglia romboidale con valori di L50% più alti nella prima campagna (44.73 mm e 38.92 mm rispettivamente nella prima e seconda campagna) e valori di SR pari a 28.62 e 22.86 (Tabella 8). I valori del fattore di selezione infine, si sono mantenuti tra 0.62 e 0.76 per la maglia a losanga e 0.97 e 1.11 per la maglia quadra. Per quanto riguarda i dispositivi pannello a maglia quadra (STPA50) e griglia di selezione (STGR) non è stato possibile determinare delle curve di selettività attendibili a causa dell’esiguo numero di individui catturati nei vari compartimenti della rete.

Tabella 8. Parametri di selettività di diverse specie commerciali stimati per: STL50 = rete con sacco a maglia a losanga da 50 mm; STQ40 = rete con sacco a maglia quadra; STPA50 = rete con pannello a maglia quadra da 50 mm; STGR = rete dotata di griglia di selezione. L50% = taglia di ritenzione al 50%; CI = Intervallo di confidenza 95%; SR = intervallo di Selezione; SF = Fattore di selezione dato dal rapporto tra L50% e apertura di maglia effettiva; prima campagna (FC1: 26/03/12 - 02/04/12) e seconda campagna (FC2: 16 - 25/07/12).

FC	Tipo attrezzo	Specie	L50%	CI	SR	CI	SF	
FC1	STL50	<i>Eledone cirrhosa</i>	39.45	(-3.21, 82.11)	46.31	(-10.58, 103.20)	0.76	
		<i>Galeus melastomus</i>	133.78	(105.01, 162.55)	41.90	(25.45, 58.35)	2.58	
		<i>Merluccius merluccius</i>	109.22	(77.04, 141.40)	19.70	(-5.85, 45.25)	2.10	
		<i>Nephrops norvegicus</i>	17.58	(15.85, 19.31)	3.38	(1.80, 4.96)	0.34	
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	13.75	(11.85, 15.64)	6.77	(5.11, 8.42)	0.26	
		<i>Phycis blennoides</i>	126.79	(67.18, 186.40)	18.46	(-13.49, 50.40)	2.44	
		<i>Trachurus trachurus</i>	148.85	(134.54, 163.16)	32.09	(21.92, 42.26)	2.87	
		<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	96.71	(85.79, 107.63)	27.30	(20.48, 34.12)	1.86	
	STQ40	<i>Eledone cirrhosa</i>	44.73	(32.19, 57.26)	28.62	(3.30, 53.95)	1.11	
		<i>Galeus melastomus</i>	178.06	(151.96, 204.17)	34.83	(19.04, 50.61)	4.43	
		<i>Merluccius merluccius</i>	138.15	(120.03, 156.26)	23.83	(0.57, 47.08)	3.44	
		<i>Nephrops norvegicus</i>	20.33	(19.41, 21.25)	3.34	(2.13, 4.56)	0.51	
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	16.76	(15.88, 17.63)	3.37	(2.69, 4.05)	0.42	
		<i>Phycis blennoides</i>	153.27	(129.60, 176.94)	11.87	(4.04, 19.70)	3.82	
		<i>Trachurus trachurus</i>	129.00	(79.85, 178.14)	22.45	(-36.23, 81.13)	3.21	
		<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	117.21	(110.80, 123.63)	12.87	(9.99, 15.76)	2.92	
	STGR	<i>Galeus melastomus</i>	114.32	(86.50, 136.60)	64.00	(49.50, 123.60)	2.20	
		<i>Nephrops norvegicus</i>	9.91	(1.29, 14.73)	11.29	(7.69, 16.07)	0.19	
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	20.53	(1.10, 23.28)	5.28	(1.29, 24.21)	0.40	
		<i>Phycis blennoides</i>	136.10	(124.40, 145.80)	28.70	(19.30, 38.70)	2.62	
	STPA50	<i>Eledone cirrhosa</i>	-	-	-	-	-	
		<i>Merluccius merluccius</i>	114.60	(105.10, 126.70)	38.50	(28.00, 49.10)	2.21	
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	15.39	(13.49, 17.60)	6.36	(4.95, 7.82)	0.30	
		<i>Trachurus trachurus</i>	148.60	(131.80, 163.70)	48.40	(36.40, 69.00)	2.86	
		<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	104.40	(88.50, 133.20)	49.90	(34.70, 70.30)	2.01	
	FC2	STL50	<i>Eledone cirrhosa</i>	32.06	(24.90, 39.23)	22.83	(6.78, 38.89)	0.62
			<i>Galeus melastomus</i>	157.10	(140.51, 173.68)	45.58	(19.20, 71.95)	3.03
			<i>Merluccius merluccius</i>	117.61	(103.67, 131.55)	12.81	(-1.10, 26.72)	2.27
<i>Parapenaeus longirostris</i>			18.67	(18.12, 19.21)	3.66	(2.82, 4.51)	0.36	
<i>Phycis blennoides</i>			121.48	(97.68, 145.28)	19.17	(-8.38, 46.72)	2.34	
<i>Trachurus trachurus</i>			148.43	(134.23, 162.63)	33.14	(9.66, 56.63)	2.86	
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>			100.28	(79.61, 120.95)	24.39	(8.79, 40.00)	1.93	
STQ40			<i>Eledone cirrhosa</i>	38.92	(33.34, 44.51)	22.86	(8.08, 37.63)	0.97
		<i>Galeus melastomus</i>	185.91	(175.73, 196.09)	48.82	(34.13, 63.50)	4.63	
		<i>Merluccius merluccius</i>	142.30	(132.08, 152.52)	26.43	(14.51, 38.36)	3.54	
		<i>Nephrops norvegicus</i>	24.20	(22.48, 25.93)	2.50	(0.71, 4.28)	0.60	
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	19.13	(17.61, 20.65)	3.05	(2.17, 3.94)	0.48	
		<i>Phycis blennoides</i>	138.87	(122.12, 155.61)	25.60	(9.03, 42.17)	3.46	
		<i>Trachurus trachurus</i>	118.19	(93.80, 142.59)	20.33	(1.14, 39.52)	2.94	
		<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	110.32	(102.17, 118.48)	17.35	(12.57, 22.13)	2.75	
STGR		<i>Eledone cirrhosa</i>	-	-	-	-	-	
		<i>Galeus melastomus</i>	220.80	(186.30, 238.50)	106.50	(49.40, 555.60)	4.25	
		<i>Nephrops norvegicus</i>	18.20	(9.31, 23.27)	9.81	(5.07, 19.78)	0.35	
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	20.10	(15.77, 22.71)	11.59	(2.85, 240.60)	0.39	
		<i>Phycis blennoides</i>	143.70	(131.20, 13,420.60)	7836.40	(37.60, 19,863.60)	2.77	
STPA50		<i>Eledone cirrhosa</i>	32.10	-	-	-	0.62	
		<i>Merluccius merluccius</i>	135.40	(124.70, 143.40)	36.60	(27.10, 48.50)	2.61	
		<i>Parapenaeus longirostris</i>	17.37	(16.36, 18.38)	5.32	(4.27, 6.13)	0.33	
		<i>Trachurus trachurus</i>	164.60	(141.00, 194.60)	55.10	(10.00, 86.10)	3.17	
		<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	116.30	(103.50, 123.50)	25.80	(21.70, 31.30)	2.24	

Galeus melastomus

I dati sperimentali ottenuti dalle due campagne, hanno permesso di stimare valori di L50% in entrambi i casi più elevati per il sacco a maglia quadra rispetto al sacco a maglia a losanga (STL50, L50% = 133.78 mm e 157.10 mm; STQ40, L50% = 178.06 mm e 185.91 mm (Tabella 8). La maglia quadra è quindi risultata decisamente più selettiva rispetto a quella romboidale. L'intervallo di selezione (SR) si è mantenuto tra 41.90 mm e 45.58 mm per il sacco a maglia a losanga e tra 34.83 mm e 48.82 mm per il sacco a maglia quadra. Il fattore di selezione (SF) invece, per la prima e la seconda campagna, è risultato pari a 2.58 e 3.91 per il sacco a maglia a losanga (STL50) e 4.43 e 4.63 per la maglia quadra. Per questa specie non è stato possibile studiare la selettività del pannello a maglia quadra (STPA50) perché questo dispositivo è stato sperimentato solo in piattaforma continentale, in cui durante questo progetto non è mai stata registrata la cattura di questa specie. L'analisi dei dati ottenuti dalle cale effettuate con la griglia di selezione (STGR), hanno fornito i seguenti risultati: L50% pari a 114.32 nella prima campagna e 220.80 mm nella seconda, con valori di SR rispettivamente di 64.0 mm e 106.50 mm (Tabella 8). I valori del fattore di selezione SF per la griglia, invece, si sono mantenuti tra 2.85 e 5.5. Osservando la Figura 19 si nota che per entrambe le campagne la maglia quadra è risultata più selettiva della maglia a losanga e in particolare nella seconda campagna questa differenza è risultata significativa come dimostrato dalla chiara separazione degli intervalli di confidenza al 95%. Per quanto riguarda la griglia non è possibile trarre delle conclusioni definitive, in quanto sono stati ottenuti valori contrastanti tra le due campagne per L50%. Tuttavia le performance selettive della griglia sono decisamente migliorate nella seconda campagna, in cui, forti dell'esperienza maturata nel corso della prima campagna, la griglia è stata probabilmente utilizzata nella maniera più opportuna.

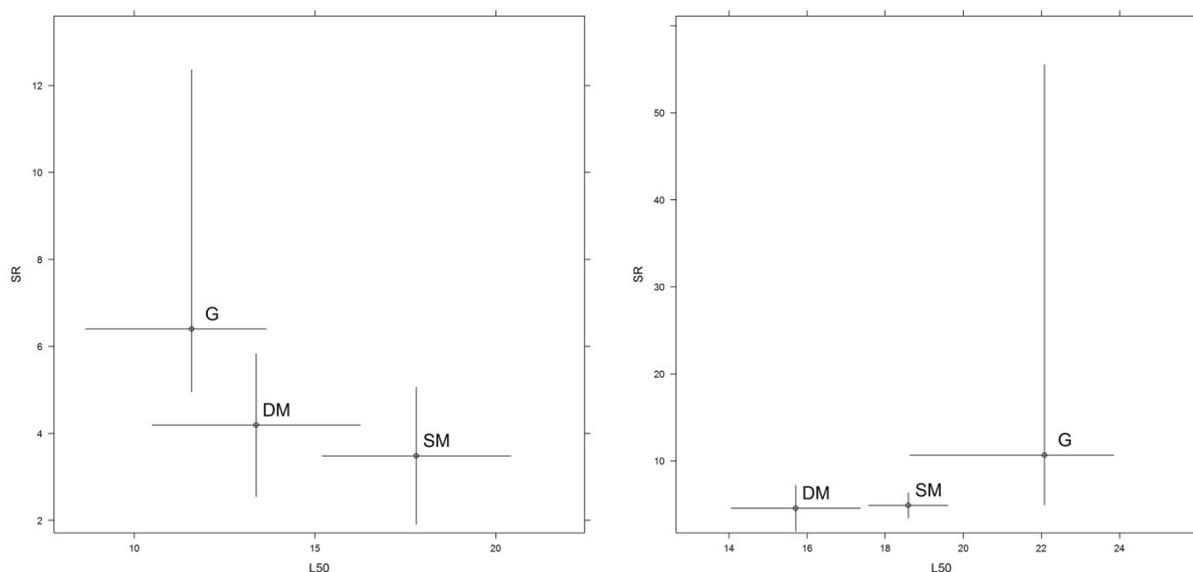


Figura 19. *Galeus Melastomus*. Taglia di ritenzione al 50% (L_{50}), -versus- Selection range (SR). DM = rete con sacco a maglia a losanga da 50 mm; SM = rete con sacco a maglia quadra; P = rete con pannello a maglia quadra da 50 mm; G = rete dotata di griglia di selezione. Sinistra ,prima campagna (26/03/12 - 02/04/12); destra (16 - 25/07/12).

Merluccius merluccius

I dati sperimentali ottenuti dalle due campagne, hanno permesso di ottenere per questa specie valori di L50% in entrambi i casi più elevati per il sacco a maglia quadra rispetto al sacco a maglia a losanga (STL50, L50% = 109.22 mm e 177.61 mm; STQ40, L50% = 138.156 mm e 142.30 mm; (Tabella 8, Figura 28). Osservando la Figura 20 si nota come questa differenza è risultata significativa nella prima campagna. L'intervallo di selezione (SR) si è mantenuto tra 12.81 mm e 19.70 mm per il sacco a maglia a losanga e 23.83 mm 26.43 mm per il sacco a maglia quadra evidenziando differenze significative. Il fattore di selezione (SF) invece per la prima e la seconda campagna, è risultato pari a 2.72 e 2.27 per il sacco a maglia romboidale (STL50) e 3.44 e 2.74 per la maglia quadra (STQ40).

Per quanto riguarda la selettività del pannello a maglia quadra (STPA50) i valori di L50% sono risultati intermedi rispetto ai due sacchi precedentemente descritti (114.60 mm e 135.40 mm) senza differenze significative. Per questa specie, dunque, l'attrezzo più selettivo è risultato essere il sacco a maglia quadra, come evidenziato dalla disposizione degli intervalli di confidenza al 95% nella Figura 20 relativa alla seconda campagna. Per quanto riguarda la sperimentazione della griglia di selezione, a causa dello scarso numero di individui catturati nei vari compartimenti della rete, non è stato possibile costruire curve di selettività attendibili.

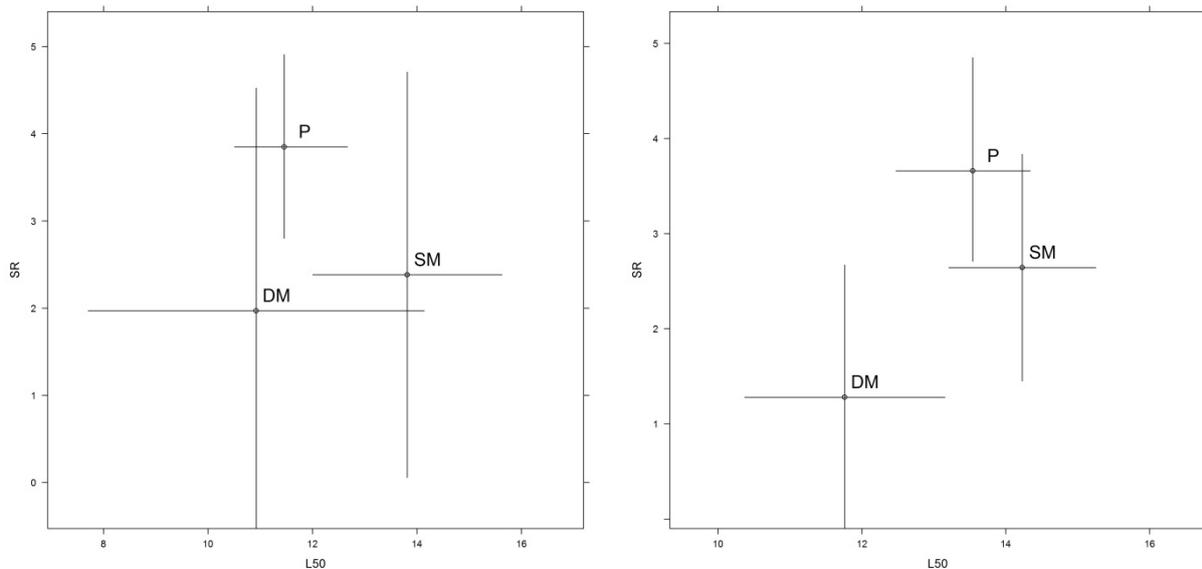


Figura 20. *Merluccius merluccius*. Continua.

Nephrops norvegicus

La cattura degli individui di questa specie è stata registrata solo durante le cale effettuate in scarpata continentale, cosa che era abbastanza prevedibile considerando l'etologia di questa specie. La taglia di ritenzione al 50% per il sacco a maglia a losanga (STL50) è stata calcolata solo per la prima campagna a causa dell'esiguo quantitativo di individui registrato nella campagna estiva. Il valore di L50% per questo attrezzo è risultato pari a 17.58 mm con SR di 3.38 e SF di 0.34. Per il sacco a maglia quadra (STQ40), invece, il valore di L50% calcolato è risultato superiore e pari a 20.33 mm, con SR di 3.34 mm e SF di 0.39. La netta separazione degli intervalli di confidenza al 95% per i valori di L50% tra maglia a losanga e quadra, indica che la differenza nelle proprietà selettive di questi due attrezzi nei confronti di questa specie era significativa (Tabella 8).

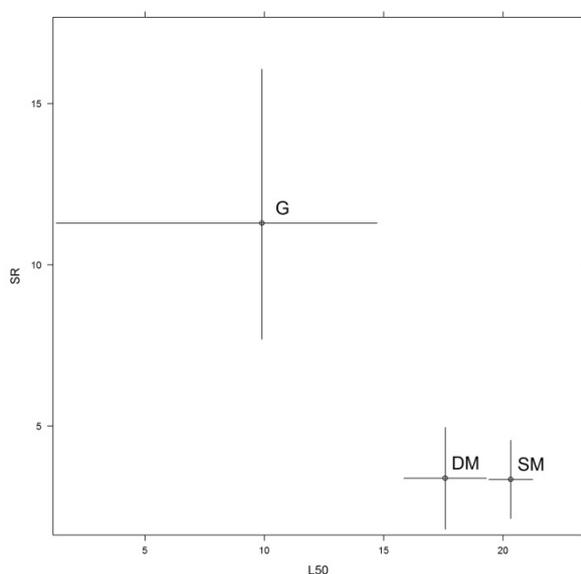


Figura 21. *Nephrops norvegicus*. Continua.

Parapaeneus longirostris

Per questa specie i valori di L50% con l'attrezzo (STL50) sono risultati pari a 13.75 mm e 18.67 mm nelle due diverse campagne; mentre per la maglia quadra (STQ40), la lunghezza di ritenuta al 50% è risultata pari a 16.76 mm e 19.13 mm rispettivamente nella prima e seconda campagna. Quindi, la maglia quadra anche in questo caso ha mostrato una selettività più alta rispetto alla maglia a losanga, anche se una differenza significativa tra i due attrezzi è apprezzabile solo per i dati ottenuti nel corso della prima campagna. Per quanto riguarda i parametri di selettività del pannello a maglia quadra (STPA50), così come accaduto per *Merluccius merluccius*, è stato notato un leggero incremento del parametro L50% rispetto alla configurazione di base (STL50) (prima campagna) ma non sono state riportate differenze significative. Il parametro L50% per l'attrezzo STGR è risultato pari a 20.53 mm e 20.10 mm, ma l'esiguo numero di cale effettuate con questo attrezzo non ha permesso di ottenere risultati

statisticamente attendibili (intervallo di confidenza non accettabile; Tabella 8, Figura 22, Figura 30).

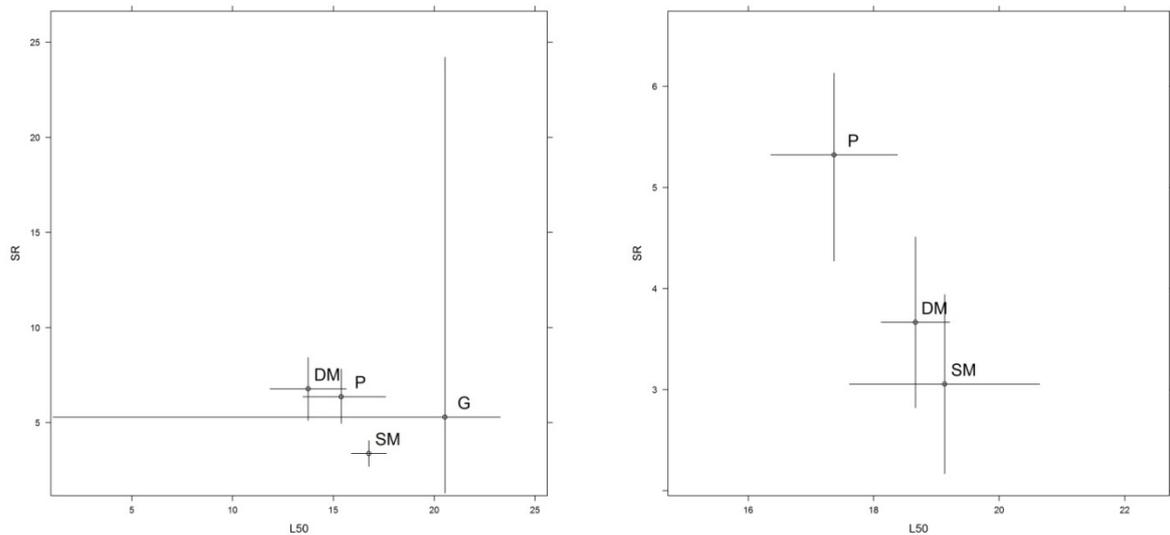


Figura 22. *Parapaeneus longirostris*. Continua.

Phycis blennoides

L'interpolazione dei dati sperimentali relativi al sacco a maglia a losanga (STL50) ha evidenziato per questa specie un L50% pari a 126.8 mm e 121.48, un intervallo di selezione (SR) di 18.46 mm e 19.17 mm e un fattore di selezione (SF) pari a 3.16 e 3.03. Per il sacco a maglia quadra (STQ40), le analisi condotte per le due campagne hanno fornito i seguenti risultati: L50% pari a 153.27 mm e 138.87 mm, SR di 11.87 mm e 25.60 mm, SF di 3.82 e 3.46. Per quanto riguarda la griglia di selezione (STGR), in entrambe le campagne la lunghezza di ritenzione al 50% è risultata più alta rispetto alla configurazione base (STL50) mostrando i valori 136.1 mm e 143.7 mm, ma senza differenze significative (Tabella 8, Figura 23, Figura 31).

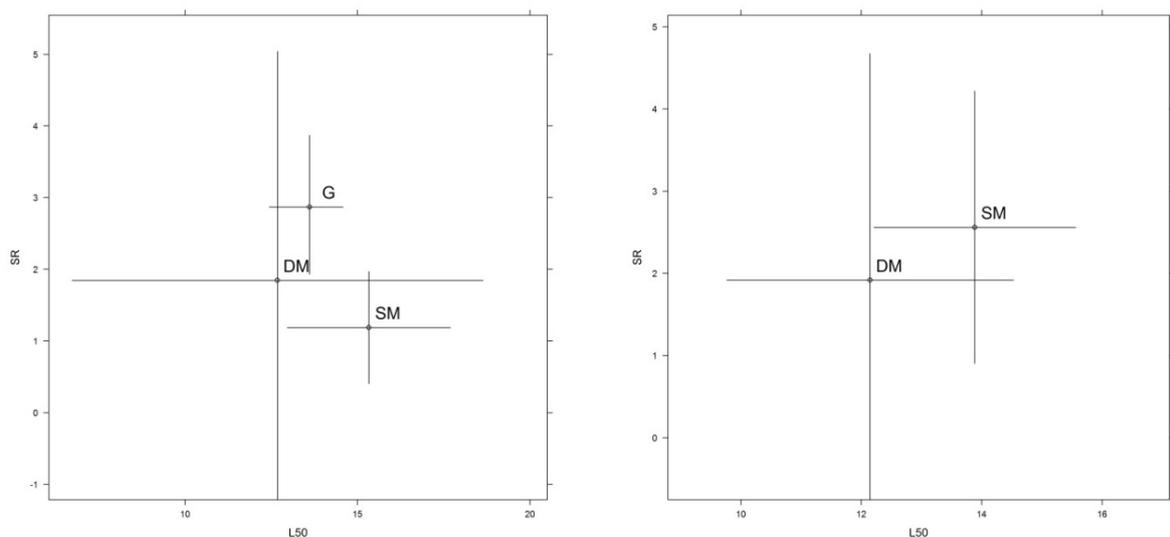


Figura 23. *Phycis blennoides*. Continua.

Trachurus trachurus

La taglia di ritenzione al 50% per STL50 nelle due campagne è risultata di 148.85 mm e 148.43 mm con la maglia a losanga con un intervallo di selezione (SR) di 32.09 mm 33.14 mm. In base all'L50% ottenuto è stato possibile calcolare il corrispondente fattore di selezione, che è risultato pari a 3.71 e 2.86 rispettivamente (Tabella 8). Le percentuali di ritenuta per taglia hanno presentato una certa variabilità, causando un intervallo di confidenza molto ampio sia per SR che per L50% (Figura 24). La taglia di ritenuta al 50% della maglia quadra, per la prima volta è risultata inferiore e pari a 129.00 mm e 118.19 con corrispondente SR 22.45 e 20.33. Dal confronto dei parametri di selettività ottenuti risulta evidente che, l'applicazione della maglia quadra, non ha aumentato la taglia di ritenuta al 50%. Anche se non vi è una differenza significativa (Figura 24, Figura 32).

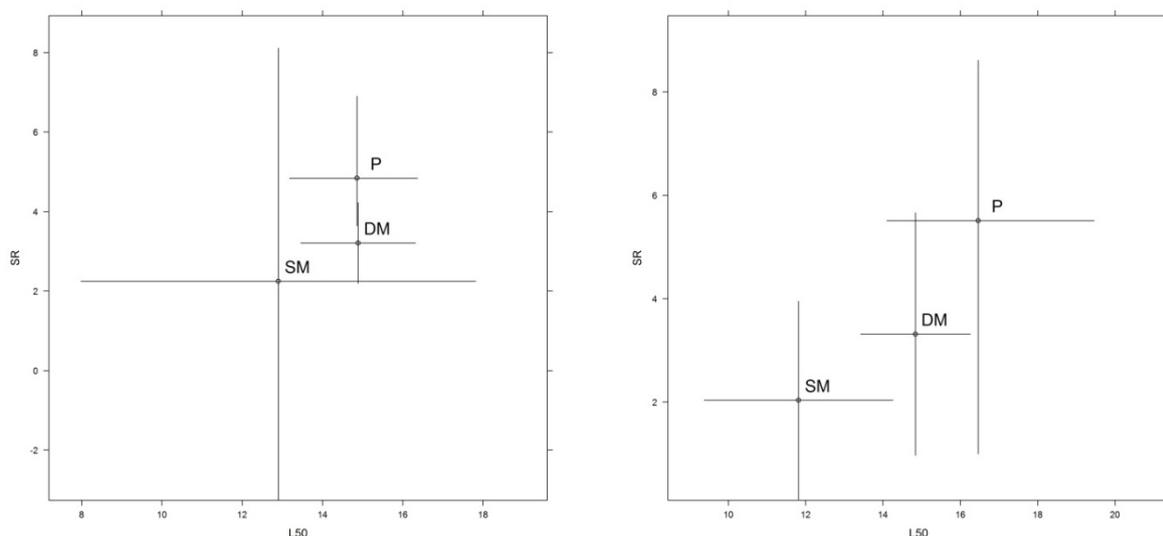


Figura 24. *Trachurus trachurus*. Continua.

Trisopterus minutus capelanus

I valori di L50% per il sacco a maglia a losanga per le due campagne sono risultati pari a 96.71 mm e 128.00 mm per il sacco a maglia a losanga (STL50) con valori dell'intervallo di selezione (SR) pari a 27.30 mm e 24.39 mm (Tabella 8). Le configurazioni con pannello a maglia quadra e con sacco a maglia quadra hanno mostrato valori di L50% leggermente più alti (STPA50, 104.40 mm e 116.30 mm; STQ40, 117.21 mm e 110.32 mm) anche se le differenze non sono risultate significativamente differenti. A causa della variabilità delle percentuali di ritenuta per taglia, vi è stata un'alta variabilità nella stima dei valori sia di SR che di L50% (Figura 25).

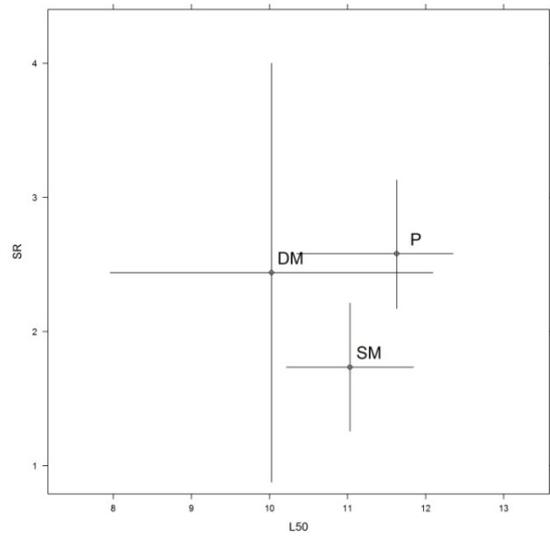
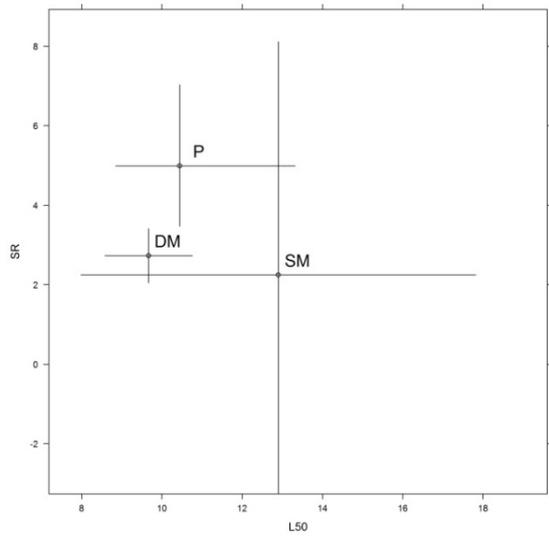


Figura 25. *Trisopterus minutus capellanus*. Continua.

Eledone cirrhosa

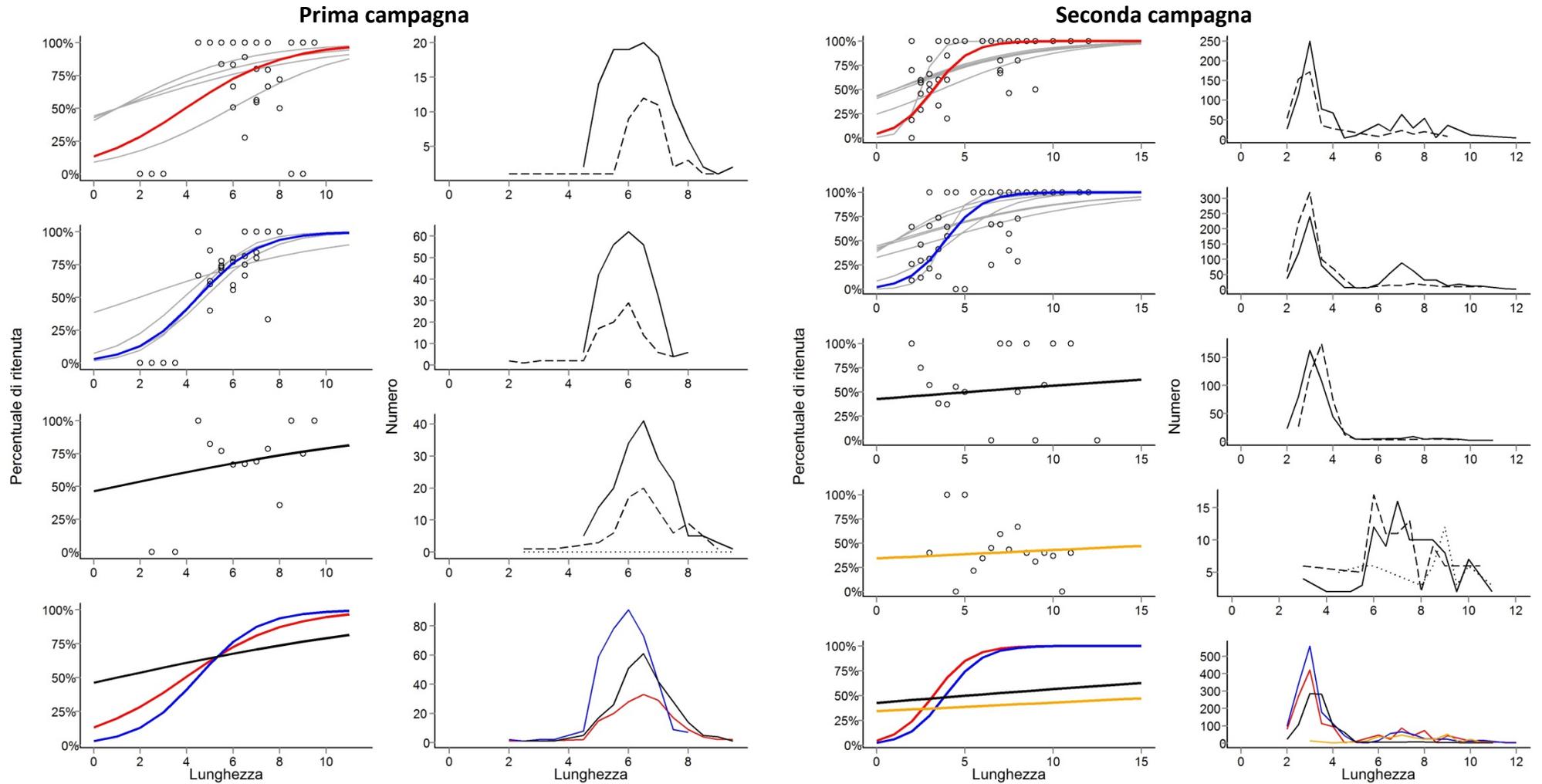


Figura 26. *Eledone cirrhosa*. Curve medie di selettività per i vari attrezzi sperimentati nelle due campagne di selettività. Dati sperimentali (o); —STL50 = rete con sacco a maglia a losanga da 50 mm; —STQ40 = rete con sacco a maglia quadra; —STPA50 = rete con pannello a maglia quadra da 50 mm; —STGR = rete dotata di griglia di selezione. Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (- - -), nel sacco (—) e nel sacco di raccolta del pannello a maglia quadra/griglia di selezione (...). Prima campagna: 26/03/12 - 02/04/12; Seconda campagna 16 - 25/07/12.

Galeus melastomus

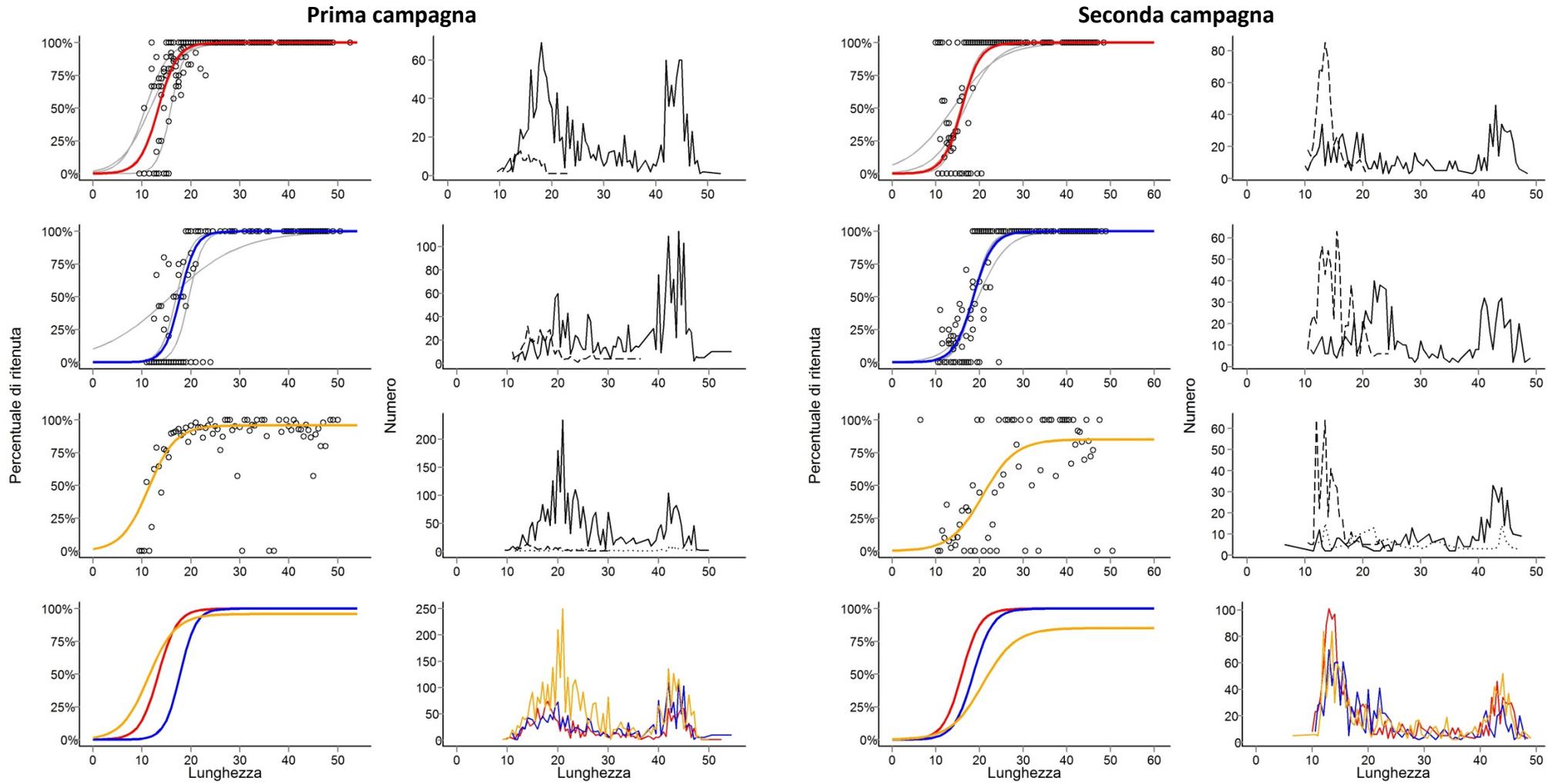


Figura 27. *Galeus melastomus*. (Continua).

Merluccius merluccius

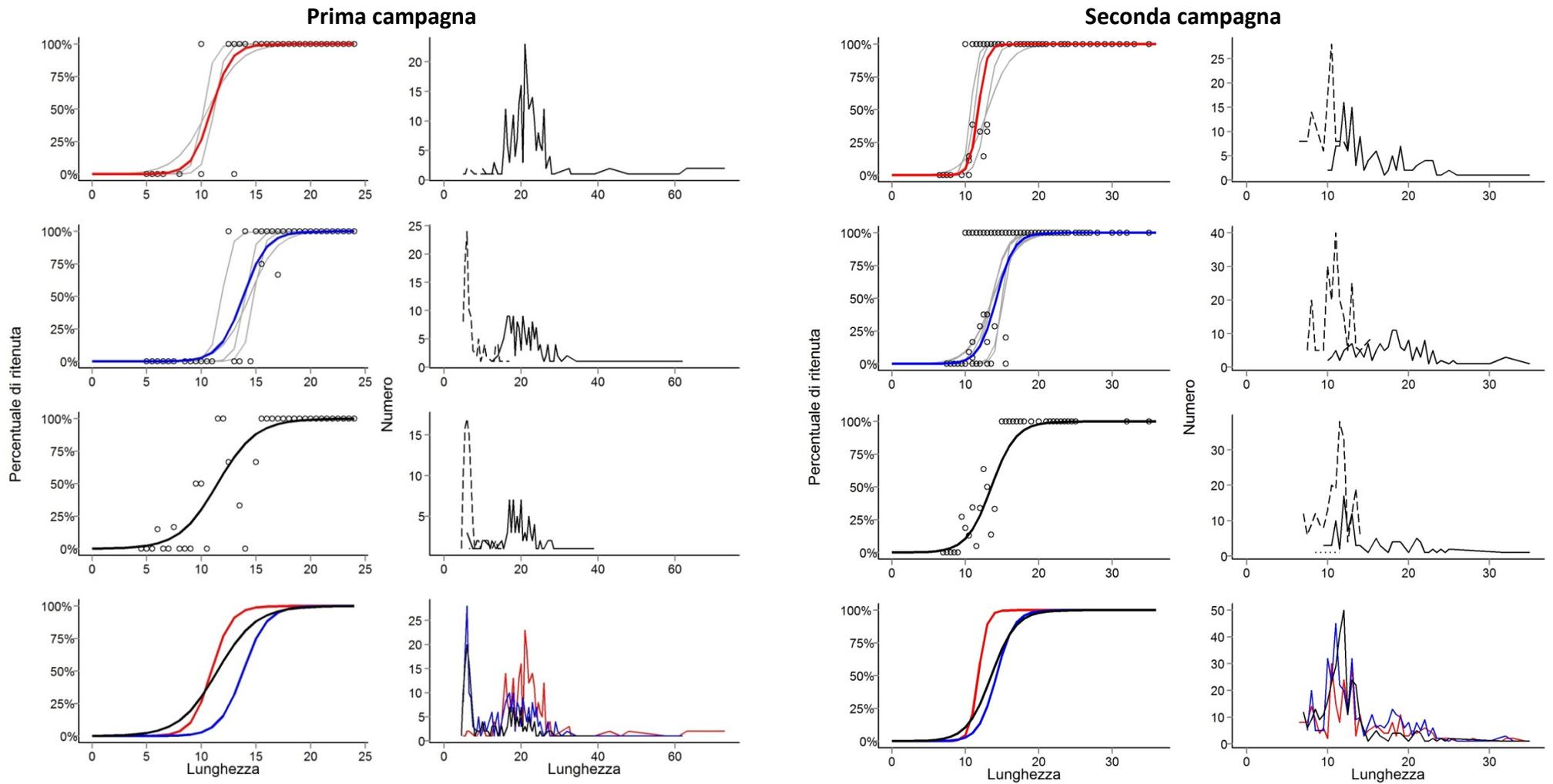


Figura 28. *Merluccius merluccius*. (Continua).

Nephrops norvegicus

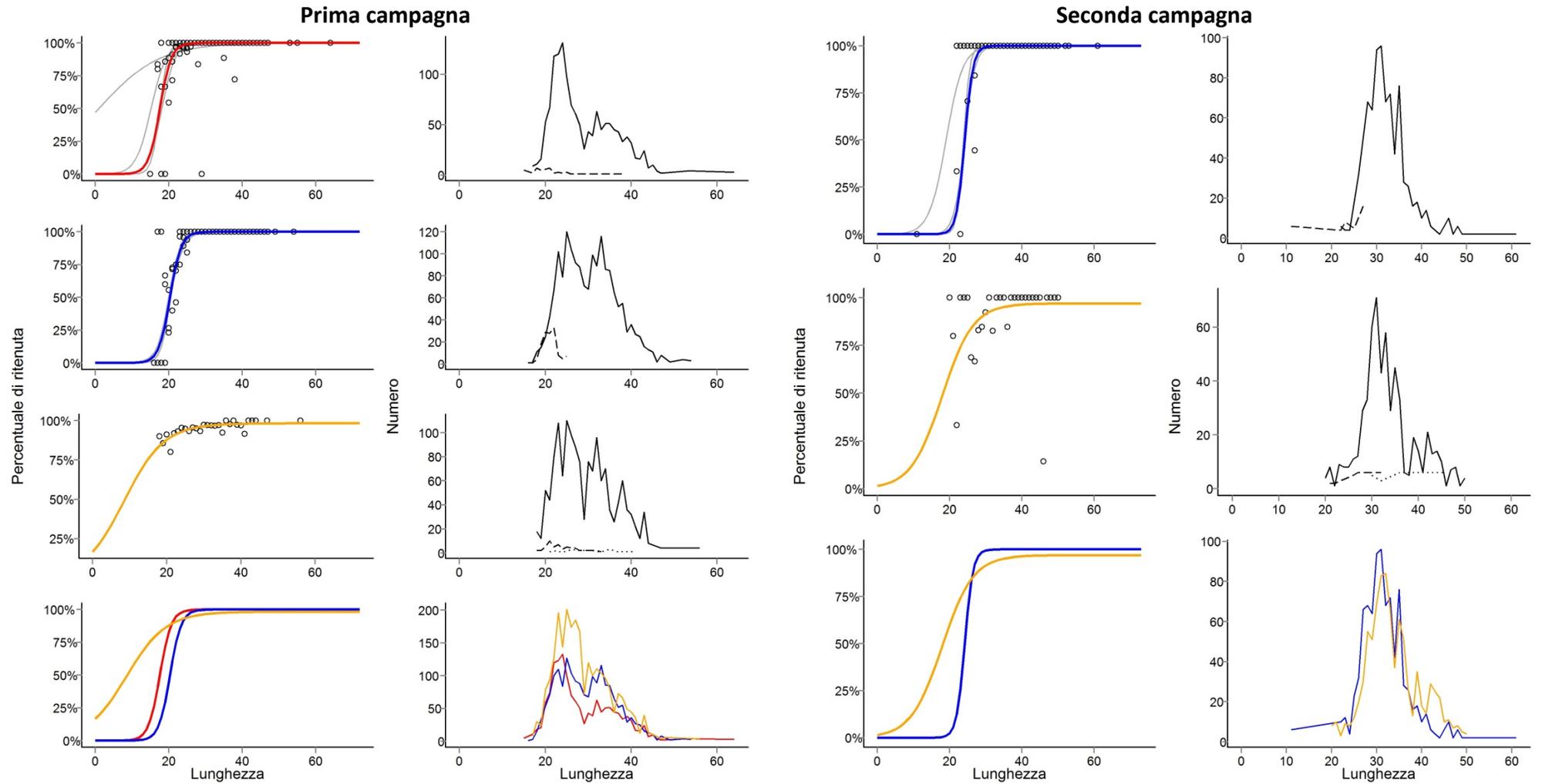


Figura 29. *Nephrops norvegicus*. (Continua).

Parapenaeus longirostris

Prima campagna

Seconda campagna

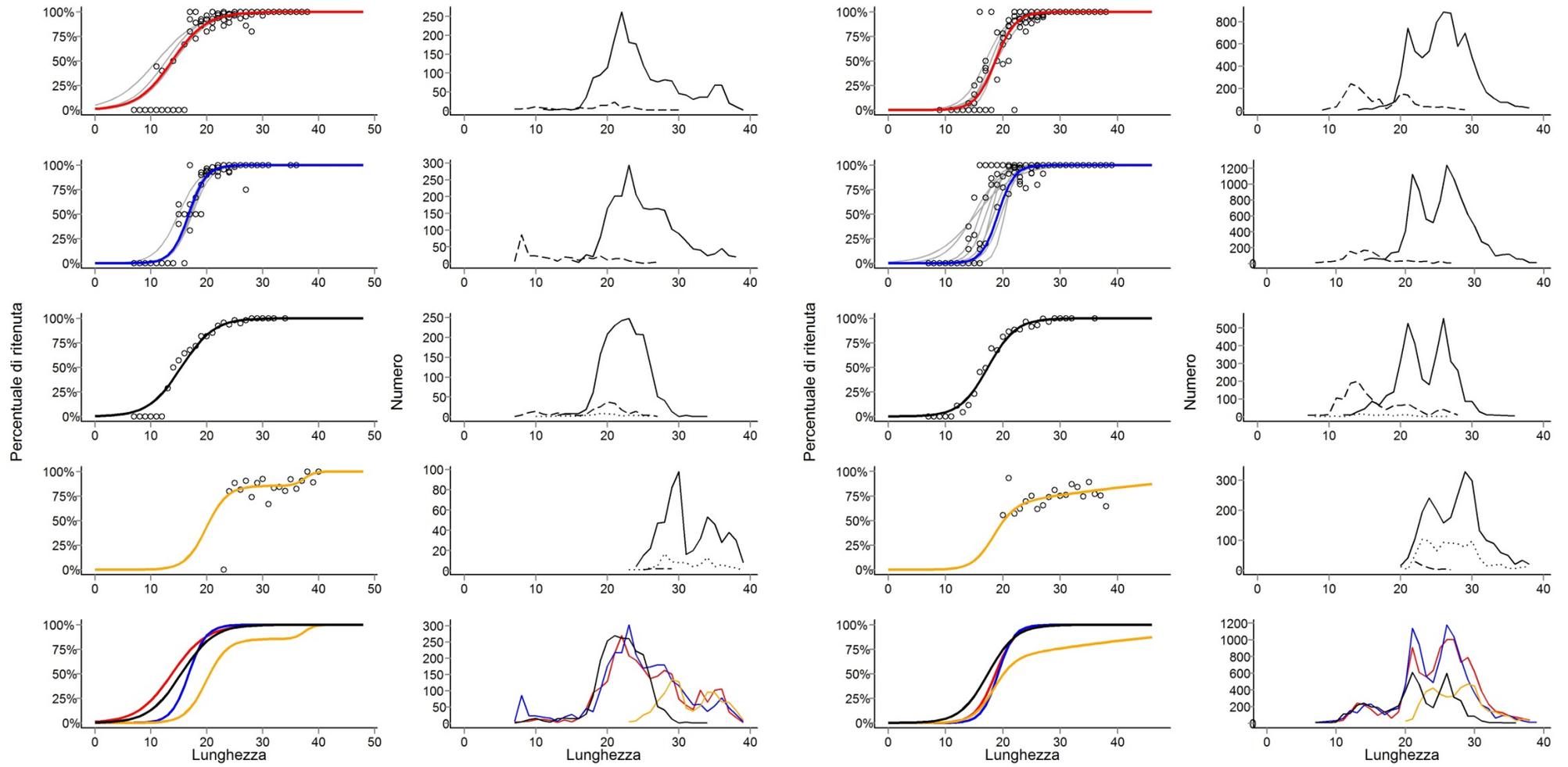


Figura 30. *Parapenaeus longirostris*. (Continua).

Phycis blennoides

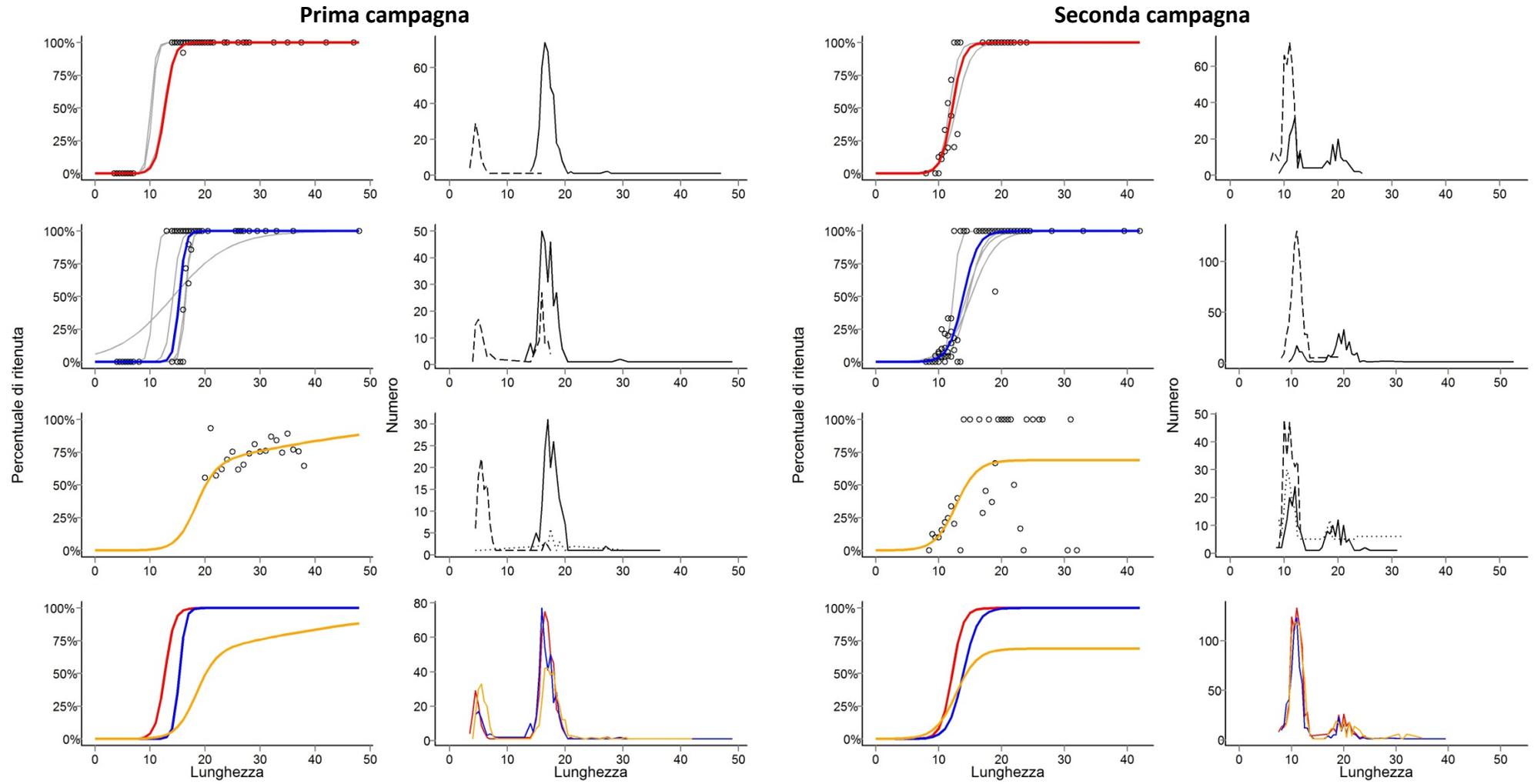


Figura 31. *Phycis blennoides*. (Continua).

Trachurus trachurus

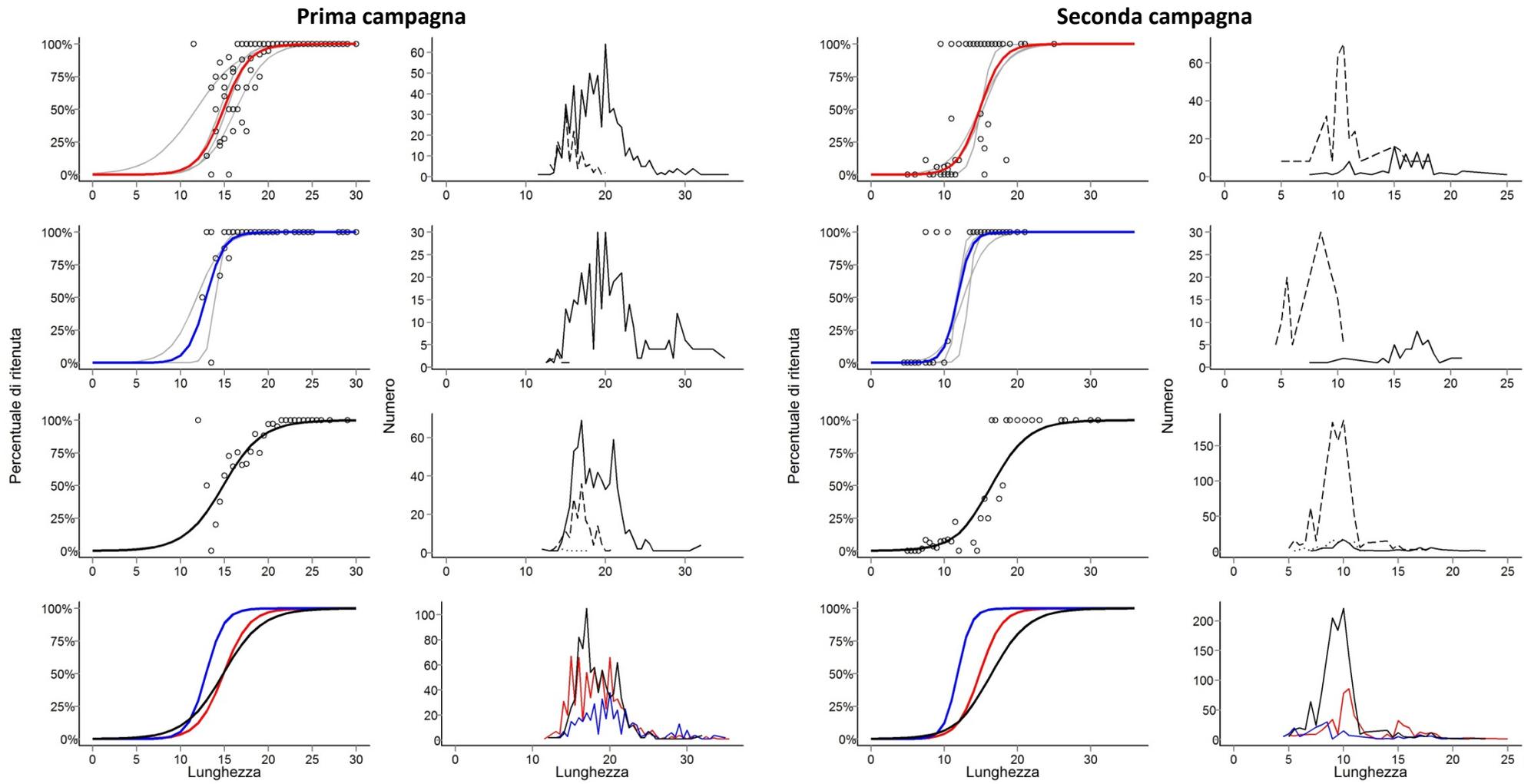


Figura 32. *Trachurus trachurus*. (Continua).

Trisopterus minutus capellanus

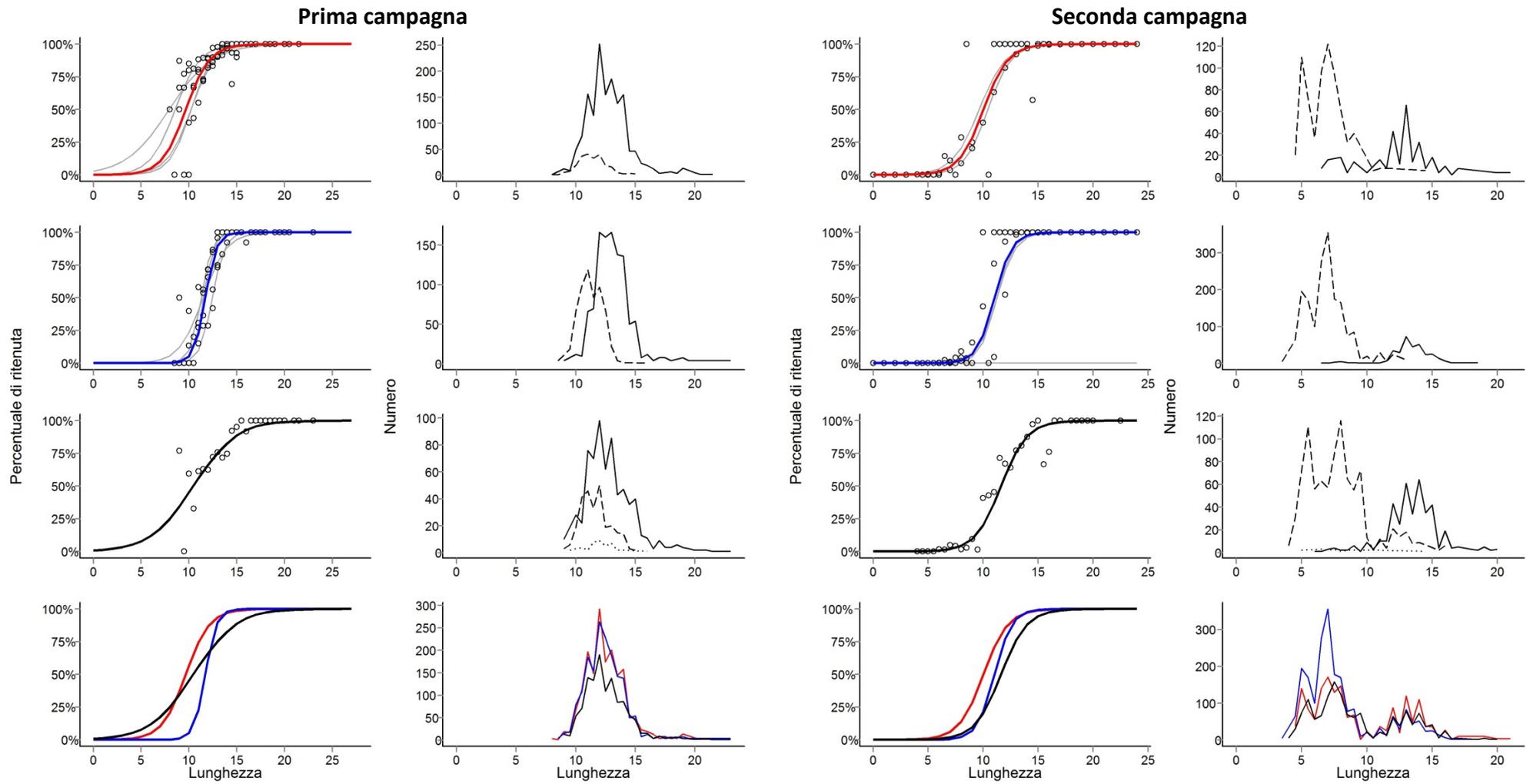


Figura 33. *Trisopterus minutus capellanus*. (Continua).

Impatto sulla fauna bentonica

Per ognuna delle tre specie *M. tuberculatus*, *M. lanata* e *G. rhomboides*, è stato calcolato il valore medio dei livelli di danneggiamento e in accordo con Kaiser e Spencer (1995), che riportano nessuna sopravvivenza per individui con danni al carapace, il livello di danneggiamento massimo (5) è stato considerato come una stima di mortalità. A causa del basso numero di individui catturati non è stato possibile effettuare un esame tenendo in considerazione sesso e stadio maturativo ma tutti gli esemplari della stessa specie sono stati analizzati assieme (Tabella 9).

La percentuale di esemplari privi di danni esterni visibili non risulta nettamente diversa tra le varie specie, andando da 70,5% in *G. rhomboides* al 75,4% in *M. lanata*. Per quanto riguarda gli individui danneggiati, invece, alcune differenze sono state rilevate tra le tre specie studiate. Ad esempio in *M. lanata* il danno più frequente è risultato quello di livello 1 e 2, mentre in *M. tuberculatus* e in *G. rhomboides*, i danni 3 e 4 sono risultati più frequenti (Figura 34).

In generale si evidenzia come l'impatto più pesante (livello 5) è molto basso in tutte e tre le specie studiate con valori che non superano 1,2%. Il basso numero di catture ha impedito di fornire analisi statistiche approfondite, ma i risultati ottenuti hanno comunque evidenziato un livello di impatto ad opera degli attrezzi utilizzati basso.

Tabella 9. Numero di individui catturati, percentuale di individui con danneggiamento percentuale di individui con danneggiamento massimo (5), calcolato su ogni singola specie (N = Numero di individui; ES = Errore Standard).

Specie	N	N tot	Individui senza danni (%)	Individui con danneggiamento massimo (%)
<i>M. tuberculatus</i>	Cover 40	150	73,9	1,2
	Sacco 110			
<i>M. lanata</i>	Cover 18	88	75,4	0,5
	Sacco 70			
<i>G. rhomboides</i>	Cover 22	33	70,5	0,8
	Sacco 11			

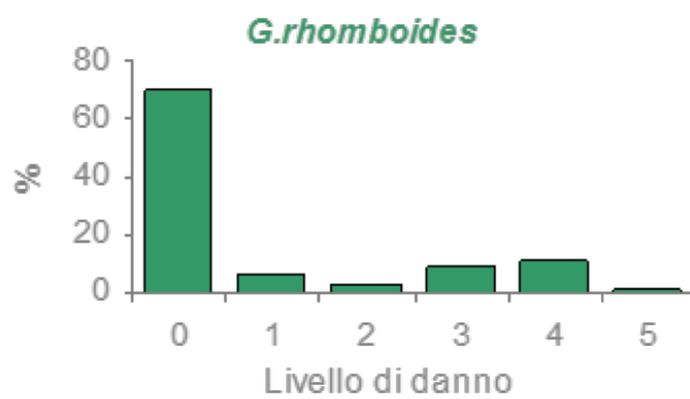
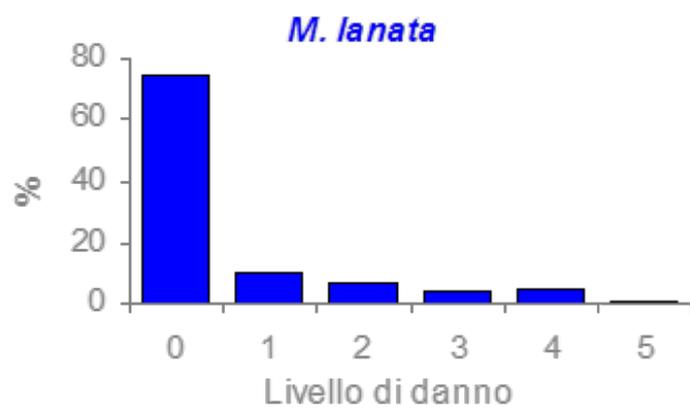
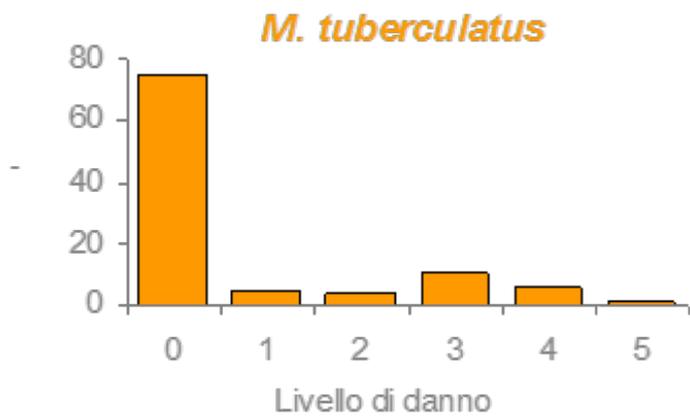


Figura 34. Percentuale di individui per specie a seconda dei 6 livelli di danneggiamento.

9. Discussioni e conclusioni

I risultati raggiunti nel presente studio consentono di poter affermare che l'utilizzo di sacchi a diversa configurazione di maglia (quadra o romboidale), così come l'inserimento di diversi dispositivi di selezione (griglia e pannello a maglia quadra), non hanno influenzato il comportamento idrodinamico della rete a strascico di tipo "Tartana" utilizzata durante le fasi di pesca. In particolare sono state effettuate cale sperimentali su peschereccio commerciale per confrontare la selettività dei due tipi di sacchi attualmente ammessi dalle disposizioni comunitarie del Regolamento CE 1967/2006 per le reti trainate, ovvero sacchi con maglia quadra da 40 mm e romboidale da 50 mm.

La sperimentazione, condotta in due aree rappresentative dei principali "metier" della pesca a strascico toscana, ossia la pesca demersale di piattaforma continentale e la pesca demersale di scarpata continentale non ha riportato differenze significative nella selettività di questi due attrezzi legate alla differenza di profondità per le specie omogeneamente distribuite in entrambe le aree (*Eledone cirrhosa*, *Merluccius merluccius*, *Parapenaeus longirostris* e *Phycis blennoides*). Il fattore profondità non sembra quindi influenzare le proprietà selettive dei diversi sacchi. Per la maggior parte delle specie studiate la maglia quadra ha mostrato una maggiore selettività, come evidenziato da un generale incremento dei valori del fattore di selezione (SF) rispetto alla maglia a losanga.

Tuttavia, comparando i diversi intervalli di confidenza, si può notare che differenze significative nella selettività dei due sacchi sono state rinvenute in poche specie, *Merluccius merluccius*, *Parapenaeus longirostris* e *Nephrops norvegicus* e talvolta solo in una delle due campagne effettuate. Anche se senza evidenti differenze significative, solo per il Suro (*Trachurus trachurus*) il valore di L50% si è mantenuto più alto per la maglia a losanga rispetto alla maglia quadra in entrambe le campagne, contrariamente a quanto riportato da Sala *et al.* (2008) per questa specie.

Questa eccezione potrebbe essere dovuta a una differente conformazione del corpo degli individui di questa specie, che risulta essere maggiormente compressa lateralmente se confrontata ad altre specie come il Nasello, che presenta invece una sezione trasversale all'incirca circolare (roundfish) e che quindi si adatta meglio a fuoriuscire da una maglia quadra piuttosto che da una romboidale. Inoltre, la bassa significatività nella differenza delle proprietà selettive delle due configurazioni di maglia sperimentate nel presente progetto potrebbe essere legata alla differente apertura di maglia (40 mm nel caso della maglia quadra e 50 mm nel caso della maglia romboidale). Infatti a parità di apertura di maglia numerosi studi condotti in Mediterraneo confermano la maggiore selettività del sacco a maglia quadra rispetto a quello a maglia romboidale (Lucchetti *et al.*, 2006; Sala e Lucchetti, 2010; Sala *et al.*, 2005; 2006b; 2008).

Altri studi condotti per comparare la selettività di un sacco a maglia romboidale da 54 mm e un sacco a maglia quadra da 44 mm confermano i risultati ottenuti nella presente ricerca, evidenziando valori dell'L50 piuttosto simili nei due sacchi (Lucchetti *et al.*, 2008). Oltre alla comparazione tra maglia romboidale e quadrata sono stati testati dispositivi di selettività montati nell'avansacco come la griglia di selezione (STGR) del tipo "Super shooter" e il pannello a maglia quadra (STPA50).

Questi dispositivi sono stati testati sulla stessa rete commerciale quando era montato il sacco a maglia a losanga da 50 mm. Purtroppo per questi dispositivi non è stato possibile determinare delle curve di selettività attendibili a causa dell'esiguo numero di individui catturati nei vari compartimenti della rete. Tuttavia il pannello a maglia quadra sembra aver contribuito a migliorare le proprietà selettive della rete nei confronti del Nasello. La griglia di selezione sembra avere migliorato la selettività nei confronti del gambero bianco e del anche se l'esiguo numero di cale effettuate con questo attrezzo non ha permesso di ottenere risultati attendibili a causa dell'ampia variabilità degli intervalli di confidenza.

In conclusione, mentre è evidente l'effetto positivo sulla selettività delle diverse specie determinato dall'introduzione di un sacco a maglia quadra, altrettanto non è possibile affermare con certezza per quel che riguarda l'introduzione del pannello a maglia quadra e della griglia di selezione. Infatti, nel caso del pannello di rete a maglia quadra la fuga degli esemplari giovanili presuppone un atto volontario da parte di questi, rappresentato dal nuoto attivo verso la via di fuga rappresentata dal pannello. In Mediterraneo le capacità natatorie degli esemplari giovanili sono piuttosto limitate, pertanto l'efficacia del pannello a maglia quadra risulta tutto sommato esigua. Nel caso della griglia, invece, la tipologia utilizzata è risultata efficace nell'eliminare il bycatch di specie "sensibili" come lo squalo *Galeus melastomus*.

Le dimensioni degli esemplari di questa specie sono tali che questi venivano deviati all'esterno della rete dalla griglia. La stessa tipologia di griglia è stata infatti sperimentata con successo per valutare la possibilità di ridurre il bycatch di tartarughe marine nelle reti a strascico Mediterranee. Tuttavia per aumentare la selettività delle reti a strascico in futuro sarà necessario sperimentare altre tipologie di griglia che possano consentire la fuga dei giovanili, come ad esempio i JTED (*Juveniles and Trash Excluder Devices*).

10. Bibliografia

- Abelló, P. 1989. Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the Northwestern Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 53(1): 127-134.
- Bergmann, M., Moore, P.G., 2001. Survival of decapod crustaceans discarded in the Nephrops fishery of the Clyde Sea area, Scotland. *ICES J. Mar. Sci.* 58: 163-171.
- Bergmann, M., D.J. Beare, Moore, P.G., 2001a. Damage sustained by epibenthic invertebrates discarded in the Nephrops fishery in the Clyde Sea area, Scotland. *J. Sea Res.* 45: 105-118.
- Bergmann, M., Taylor, A.C., Moore, P.G., 2001b. Physiological stress in decapod crustaceans (*Munida rugosa* and *Liocarcinus depurator*) discarded in the Clyde Nephrops fishery. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 259: 215-229.
- De Ranieri, S., 2001. Realizzazione di indagini per la conoscenza e la valorizzazione delle attività di pesca e maricoltura in Toscana. Sottoprogetto 1: Realizzazione di mappe degli areali di pesca. Finanziato dalla Regione Toscana. Rapporto finale, Settembre 2001, vol. I e II.
- Demestre, M., Sbrana, M., Alavarez, F., Srinchez, P., 1998. Analysis of the interaction of fishing gear in *Mullus barbatus* fisheries of the Western Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology* 13, 49-56.
- Eigaard, O., Herrmann, B., Nielsen, J. R., 2011. Influence of grid orientation and time of day on grid sorting in a small-meshed trawl fishery for Norway pout (*Trisopterus esmarkii*). *Aquatic Living Resources*, 25: 15–26.
- Farmer, M.J., Brewer, D.T., Blaber, S.J.M., 1998. Damage to selected fish species escaping from prawn trawl cod-
- Ferretti, M., Tarulli, E., Palladino, S., 2002. Classificazione e descrizione degli attrezzi da pesca in uso nelle marinerie italiane con particolare riferimento al loro impatto ambientale. *Quaderni ICRAM*, 3:1-126 pp.
- Ferretti, M., Sala, A., Piccinetti, C., Ungaro, N., 2005. Selettività di una rete a strascico con sacchi armati a losanga ed a maglia quadrata. Rapporto Finale al Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, VI Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura (Progetto MIPAF n. 6-B-4).
- Frandsen, R. P., Herrmann, B., Madsen, N., Krag, L. A., 2011. Development of a codend concept to improve size selectivity of Nephrops (*Nephrops norvegicus*) in a multi-species fishery. *Fisheries Research*, 111: 116–126.
- Frogia, C., Gramitto, M.E., 1985. Diurnal changes in fisheries resources catchability by bottom trawl in the Adriatic Sea. *FAO fish. rep.* 345, 111-118 pp.
- Fryer, R.J., 1991. A model of between-haul variation in selectivity. *ICES journal of Marine science* 48, 281-290.
- Fryer R.J., Shepherd J.G., 1996. Models of codend size selection. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 19, 51-58 pp.

Guijarro, B., Massutí, E., 2006. Selectivity of diamond- and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Island (western Mediterranean). *ICES journal of Marine science* 63, 52–67.

Herrmann, B., Sistiaga, M., Nielsen, K.N., Larsen, R.B., 2012. Understanding the size selectivity of redfish (*Sebastes* spp.) in North Atlantic trawl codends. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 44: 1–13.

Isaksen, B., Valdemarsen, J.W., Larsen, R.B., Karlsen, L., 1992. Reduction of fish bycatch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. *Fisheries Research* 13, 335–352.

Kaiser, M.J., 1996. Starfish damage as an indicator of trawling intensity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 134: 303-307.

Kaiser, M.J. & B.E. Spencer, 1995. Survival of by-catch from a beam trawl. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 126: 31-38.

Kenny, J.F., Blott, A.J., Nulk, V.E., 1992. Experiments with a Nordmøre grate in the Gulf of Maine shrimp fishery. A report of the New England Fishery Management Council to the National Oceanic and Atmospheric Administration.

Lucchetti, A., 2008. Comparison of diamond- and square-mesh codends in the hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) trawl fishery of the Adriatic Sea (central Mediterranean). *Scientia Marina* 72 (3), 451–460.

Lucchetti, A., Sala, A., 2009. An overview of loggerhead seaturtle (*Caretta caretta*) bycatch and technical mitigation measures in the Mediterranean Sea. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 20 (2), 141-161.

MacDonald, D.S., Little, M., Eno, N.C., Hiscock, K., 1996. Disturbance of benthic species by fishing activities: a sensitivity index. *Aquat. Conserv.* 6: 257-268.

Lucchetti, A., Buglioni, G., Sala, A., 2006. Square-mesh codend selectivity in commercial bottom trawl fisheries of Marche Region. Final Report to the Marche Regional Authority, Fishery and Hunt directorate, (Project SFOP n. 05 MI 020505): 47 pp.

Lucchetti, A., Palumbo, V., Perdichizzi, F., Rinelli, P., Sala, A., 2008. EC REG. 1967/2006: is square-mesh better selective than larger mesh-size? Comparative experiment in Sicilian trawl fisheries. *Biol. Mar. Medit.*, XV(1): 338-339.

McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. *Generalized Linear Models*, 2nd Edition. *Chapman & Hall*, London, 511 pp.

Millar, R.B., 1994. Sampling from trawl gears used in size selectivity experiments. *ICES Journal of Marine Science* 51, 293-298 pp.

Ordines, F., Massutí, E., Guijarro, B., Mas, R., 2006. Diamond vs. square mesh codend in a multi-species trawl fishery of the western Mediterranean: effects on catch composition, yield, size selectivity and discards. *Aquatic Living Resources* 19, 329–338.

Petrakis, G., Stergiou, K., 1997. Size selectivity of diamond and square mesh codends for four commercial Mediterranean fish species. *ICES journal of Marine science* 54, 13-23 pp.

Pope, J.A., Margetts, A.R., Hamley, J.M., Akyüz, E.F., 1975. Manual of methods for fish stock assessment. FAO Fisheries Technical Paper 41 (1). 46 pp.

Pranovi, F., Raichevich, S., Franceschini, G., Torricelli, P., Giovanardi, O., 2001. Discard analysis and damage to non-target species in the “rapido” trawl fishery. *Mar. Biol.* 139: 863-875.

Regolamento (CE) n. 129/2003 della Commissione, del 24 gennaio 2003, che fissa norme dettagliate per la misura della dimensione delle maglie e dello spessore del filo ritorto delle reti da pesca.

Regolamento (CE) N. 1967/2006 del Consiglio del 21 Dicembre 2006, relativo alle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nel mar Mediterraneo e recante modifica del regolamento (CEE) n. 2847/93 e che abroga il regolamento (CE) n. 1626/94. *Gazzetta ufficiale dell’Unione europea*, L 409.

Richards, A., Hendrickson, L., 2006. Effectiveness of the Nordmøre grate in the Gulf of Maine Northern shrimp fishery. *Fisheries Research* 81, 100–106.

Robertson, J.H.B., 1986. Design and construction of square mesh cod-ends. *Scottish Fisheries Information Pamphlet* 12, 1-10.

Robertson, J.H.B., 1993. Design and fitting of square mesh windows in whitefish and prawn trawls and seine nets. *Scottish Fisheries Information Pamphlet* 20, 1-8.

Rossetti, I., 1998. *Biologia e pesca di Eledone cirrhosa (Cephalopoda: Octopoda) nel Mar Tirreno Settentrionale*. Tesi di Laurea Università di Pisa.

Sala, A., Piccinetti, C., Ferretti, M., Buglioni, G., Lucchetti, A., Palumbo, V., Ungaro, N., 2005. Selectivity comparison of diamond- and square-mesh codends of Mediterranean bottom trawl. Report of the ICES Fisheries Technology Committee Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour, Rome (Italy), ICES CM 2005/B.04 Ref. FAO: 283 pp.

Sala, A., Buglioni, G., Lucchetti, A., Palumbo, V., 2006a. The influence of some netting material properties on PA codend size selectivity of Mediterranean bottom trawl. Report of the ICES Fisheries Technology Committee Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour, Rome (Italy), ICES CM 2006/FTC:06: 180 pp.

Sala, A., Priour, D., Herrmann, B., 2006b. Experimental and theoretical study of red mullet (*Mullus barbatus*) selection in codends of Mediterranean bottom trawls. *Aquatic Living Resources* 19, 317–327.

Sala, A., Lucchetti, A., Buglioni, G., 2007. The influence of twine thickness on the size selectivity of polyamide codends in a Mediterranean bottom trawl. *Fisheries Research* 83,192–203.

Sala, A., Lucchetti, A., Piccinetti, C., Ferretti, M., 2008. Size selection by diamond- and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries. *Fisheries Research* 93, 8–21.

Sala, A., Lucchetti, A., 2010. The effect of mesh configuration and codend circumference on selectivity in the Mediterranean trawl Nephrops fishery. *Fisheries Research* 103, 63–72.

Sala, A., Lucchetti, A., 2011. Effect of mesh size and codend circumference on selectivity in the Mediterranean demersal trawl fisheries. *Fisheries Research* 110, 252– 258

-
- Sala, A., Lucchetti, A., Affronte, M., 2011. Effect of Turtle Excluder Devices on bycatch and discard reduction in the demersal fisheries of Mediterranean Sea. *Aquatic Living Resources* 24, 183 – 192.
- Sardà, F., Bahamon, N., Molí, B., Sardà-Palomera, F., 2006. The use of a square mesh codend and sorting grids to reduce catches of young fish and improve sustainability in a multispecies bottom trawl fishery in the Mediterranean. *Sci. Mar.* 70 (3), 347–353.
- Sartor, P., De Ranieri, S., 1994. Pesca con reti a strascico tradizionali e ad ampia apertura verticale: analisi comparativa dello sbarcato. *Biologia Marina Mediterranea*, 1(1): 311-312.
- Sistiaga, M., Herrmann, B., Grimaldo, E., Larsen, R.B., 2010. Assessment of dual selection in grid based selectivity systems. *Fisheries Research* 105: 187–199
- Strange, E.S., 1978. A guide to the preparation of net drawings. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*, 2: 1-18 pp.
- Suuronen, P., Lehtonen, E., Jounela, P. 2005. Escape mortality of trawl-caught Baltic cod (*Gadus morhua*) - the effect of water temperature, fish size and codend catch. *Fisheries Research*, 71 151-163.
- Veale, L.O., A.S. Hill, S.J. Hawkins & A.R. Brand, 2001. Distribution and damage to the by-catch assemblages of the northern Irish Sea scallop dredge fisheries. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 81: 85-96.
- Wassenberg, T.J. Hill, B.J., 1989. The effect of trawling and subsequent handling on the survival rates of the by-catch of prawn trawler in Moreton Bay, Australia. *Fish. Res.* 7: 99-110.
- Wienbeck, H., Herrmann, B., Moderhak, W., Stepputtis, D., 2011. Effect of netting direction and number of meshes around on size selection in the codend for Baltic cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research*, 109: 80–88.
- Wileman, D.A., Ferro, R.S.T., Fonteyne, R., Millar R.B., 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. *ICES Coop. Res. Rep.* N.215.