

**PROGRAMMA NAZIONALE TRIENNALE DELLA PESCA E DELL'ACQUACOLTURA  
2013 – 2015**

**Associazione Temporanea di Scopo**

 <b>CoNISMa</b> <small>Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare</small>	Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare <b>CoNISMa</b>
	<b>COISPA</b> Tecnologia & Ricerca Stazione sperimentale per lo studio delle risorse del mare
 <b>IAMC</b> <small>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero Consiglio Nazionale delle Ricerche</small>	Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per l'Ambiente Marino Costiero - <b>CNR IAMC</b>
 <b>ISMAR</b>	Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Scienze Marine - <b>CNR ISMAR</b>
	<b>UNIMAR</b>

Progetto di Ricerca “8 – Tematica A3”

**CUP J85I13000330001**

Titolo della ricerca

***Basi scientifiche e strumenti a supporto dei Piani di Gestione della pesca  
nell'ambito della Politica Comune della Pesca e delle politiche ambientali ed  
economiche***

*Responsabile scientifico  
Dott.ssa Maria Teresa Spedicato*



*Relazione Finale  
Dicembre 2017*

*Questo studio è stato condotto con il contributo del Ministero per le politiche agricole e forestali, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, esso non riflette necessariamente il punto di vista dell'Amministrazione e non anticipa in alcun modo le future decisioni gestionali. Il presente volume non è una pubblicazione e pertanto l'utilizzazione dei dati in esso contenuti è sottoposta all'autorizzazione scritta del responsabile dell'unità operativa o dell'Amministrazione.*

INDICE .....	2
ELENCO DEI COLLABORATORI .....	5
ABSTRACT .....	6
ESTRATTO .....	7
SINTESI DELLA RICERCA .....	9
SYNTHESIS OF THE RESEARCH WORK .....	22
1. INTRODUZIONE .....	28
1.1 Struttura del progetto e finalità .....	28
WP0 – Coordinamento scientifico delle attività progettuali. ....	28
WP1 - Contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche .....	29
WP2 - Modellistica bio-economica per l’ottimizzazione dei piani di gestione a livello di GSA .....	29
WP3 - Evidenze scientifiche, descrizione ed articolazione delle attività di pesca e delle catture di alalunga ( <i>Thunnus alalunga</i> ) al fine di identificare i parametri di riferimento per una corretta gestione dello stock. ....	30
WP4 - Indicatori (di impatto, di pressione, e di stato) per la gestione sostenibile della pesca e per la piena applicazione dell’approccio ecosistemico .....	31
WP5 - Utilizzazione ottimale della rete di ricerca in pesca per l’implementazione scientifica delle tematiche di rilevanza per le politiche della pesca .....	32
Azioni di supporto .....	32
2. MATERIALI E METODI .....	33
2.0 WP0 – Coordinamento scientifico delle attività progettuali.....	33
2.1 WP1 - Contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche	33
2.2 WP2 - Modellistica bio-economica per l’ottimizzazione dei piani di gestione a livello di GSA .....	35
Incertezza sulla relazione stock-recruitment (process error) .....	36
Incertezza sulla crescita (process error) .....	37
Incertezza sulla mortalità naturale M (process error); Incertezza sulla maturità (model error); Incertezza sulla selettività (model error) .....	37
Aspetti Innovativi relativi ai modelli di Mortalità naturale .....	37
Aggiornamento del software e dell’interfaccia.....	37
Test di verifica e casi di studio .....	37
2.3 WP3 - Evidenze scientifiche, descrizione ed articolazione delle attività di pesca e delle catture di alalunga ( <i>Thunnus alalunga</i> ) al fine di identificare i parametri di riferimento per una corretta gestione dello stock.....	38
Organizzazione delle attività, ricerca bibliografica, avvio monitoraggio.....	38
Indagine conoscitiva presso le marinerie .....	38
Indagine nei porti campione: monitoraggio delle catture .....	38
Indagine nei porti campione: campagna di osservazione a bordo .....	38
2.4 WP4 - Indicatori (di impatto, di pressione, e di stato) per la gestione sostenibile della pesca e per la piena applicazione dell’approccio ecosistemico .....	39
Task 4.1 - Review delle relazioni tra gli indicatori oggetto di indagine, la pressione di pesca e le variabili ambientali. ....	39
Task 4.2 - Analisi delle tendenze degli indicatori .....	40

2.5	WP5 - Utilizzazione ottimale della rete di ricerca in pesca per l'implementazione scientifica delle tematiche di rilevanza per le politiche della pesca .....	41
2.6	Azioni di supporto .....	42
3.	RISULTATI.....	43
3.0	WP0 – Coordinamento scientifico delle attività progettuali.....	43
3.1	WP1 - contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche	43
3.1.1	- Area di studio #1, litorale pugliese .....	44
3.1.2	- Area di studio #2, litorale abruzzese .....	46
3.2	WP2 - modellistica bio-economica per l'ottimizzazione dei piani di gestione a livello di GSA .....	51
3.2.1	- Test dell'incertezza sulla relazione stock-recruitment .....	51
3.2.2	- Test dell'incertezza sulla crescita .....	58
3.2.3	- Test dell'incertezza mortalità naturale .....	61
3.2.4	- Test dell'incertezza sulla maturità .....	64
3.2.5	- Test dell'incertezza sulla selettività .....	66
3.2.6	- Casi di studio .....	67
4.2.7	Upgrade dei tools (software, interfaccia, manuale utente) .....	70
3.3	WP3 - Evidenze scientifiche, descrizione ed articolazione delle attività di pesca e delle catture di alalunga ( <i>Thunnus alalunga</i> ) al fine di identificare i parametri di riferimento per una corretta gestione dello stock.....	71
3.3.1	- Indagine conoscitiva presso le marinerie - “screening” nazionale .....	71
3.3.2	- Indagine conoscitiva presso le marinerie – approfondimento nelle aree di presenza delle attività .....	71
3.3.3	- Indagine nei porti campione: monitoraggio delle catture allo sbarco .....	75
3.3.4	- Indagine nei porti campione: campagna di osservazione a bordo .....	79
3.3.5	- Monitoraggio a bordo degli “scarti”. .....	79
3.3.6	- Monitoraggio a bordo e allo sbarco delle specie accessorie (by-catch) .....	81
3.4	WP4 - Indicatori (di impatto, di pressione, e di stato) per la gestione sostenibile della pesca e per la piena applicazione dell'approccio ecosistemico .....	83
3.4.1	Task/attività 4.1 - Review delle relazioni tra gli indicatori oggetto di indagine, la pressione di pesca e le variabili ambientali. ....	83
3.4.2	- Task/attività 4.2 - Analisi delle tendenze degli indicatori .....	93
3.5	WP5 - Utilizzazione ottimale della rete di ricerca in pesca per l'implementazione scientifica delle tematiche di rilevanza per le politiche della pesca .....	102
3.5.1	- Task/attività 5.1 -Revisione della piattaforma informatica e suo eventuale sviluppo.....	102
3.5.2	- Task/attività 5.2 - Utilizzo a pieno regime della piattaforma per lo scambio di materiale tra le unità operative della rete .....	105
4.	DISCUSSIONE .....	107
4.1	WP1 - Contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche	107
4.1.1	- Impatto delle draghe idrauliche sulle comunità macrozoobentoniche .....	107
4.2	WP2 - Modellistica bio-economica per l'ottimizzazione dei piani di gestione a livello di GSA .....	109
4.3	WP3 - Evidenze scientifiche, descrizione ed articolazione delle attività di pesca e delle catture di alalunga ( <i>Thunnus alalunga</i> ) al fine di identificare i parametri di riferimento per una corretta gestione dello stock.....	111
4.4	WP4 - Indicatori (di impatto, di pressione, e di stato) per la gestione sostenibile della pesca e per la piena applicazione dell'approccio ecosistemico .....	112

4.5	WP5 - Utilizzazione ottimale della rete di ricerca in pesca per l'implementazione scientifica delle tematiche di rilevanza per le politiche della pesca .....	116
5.	RACCOMANDAZIONI ED ELEMENTI GESTIONALI.....	117
6.	SISTEMI DI DIVULGAZIONE DEI RISULTATI .....	120
7.	BIBLIOGRAFIA .....	121
8.	ANNESI (solo formato elettronico) .....	129
8.1	WP1 Annesso 1.....	129
8.2	WP1 Annesso 2.....	129
8.3	WP2 Annesso 1 – Materiali e metodi estesi .....	129
8.4	WP2 Annesso 2 - BEMTOOL e MSE piccoli pelagici in Adriatico GFCM, 2016.....	129
8.5	WP2 Annesso 3 – Holisitc approach to fishery management (Ionian sea).....	129
8.6	WP3 Annesso 1 – Schede di rilevazione .....	129
8.7	WP3 Annesso 2 - Lavoro scientifico di divulgazione dei risultati .....	129
8.8	WP4 AnnessI 1-4 - Materiali e metodi estesi .....	129

## ELENCO DEI COLLABORATORI

Il programma di ricerca “*Basi scientifiche e strumenti a supporto dei Piani di Gestione delle risorse della pesca nell’ambito della Politica Comune della Pesca e delle politiche ambientali ed economiche*” (detto: *Rete3*) è organizzato in 6 Work Package (WP) a cui si aggiunge il coordinamento scientifico (WP0). I collaboratori sono associati, di seguito, ai diversi WP. Il coordinatore (o i coordinatori, nei casi di WP articolati in attività molto differenziate) di ciascun WP è evidenziato in grassetto.

**WP0** – *Coordinamento*: **Maria Teresa Spedicato** (COISPA) (coordinamento scientifico); CoNISMa Unità centrale: Annibale Cutrona, Antonio Capone.

**WP1** - *Contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche*: Loredana Ardito, Roberto Carlucci, Donatella Dal Piero, Alessandra De Marco, Flavia Grieco, Porzia Maiorano, Arianna Mancuso, Federica Montesanto, **Corrado Piccinetti**, Pasquale Ricci, **Michele Scardi**, Marco Stagioni, Angelo Tursi.

Si ringraziano inoltre tutti i collaboratori che hanno operato nel Progetto RETE2 sul monitoraggio dei Molluschi Bivalvi perché i dati da loro raccolti hanno permesso lo svolgimento di una parte consistente di questa linea di ricerca.

**WP2** - *Modellistica bio-economica per l’ottimizzazione dei piani di gestione a livello di GSA*: Isabella Bitetto, Pierluigi Carbonara, Loredana Casciaro, M. Donnalioia, Maria Teresa Facchini, **Giuseppe Lembo**, Maria Teresa Spedicato, Walter Zupa,.

**WP3** - *Evidenze scientifiche, descrizione ed articolazione delle attività di pesca e delle catture di alalunga (Thunnus alalunga) al fine di identificare i parametri di riferimento per una corretta gestione dello stock*: **Adriano Mariani**, Francesco Bertolino, Marianna Bianco, Claudia Camolese, Marco Dell’Aquila, Sergio Brizzi, Sergio Lombardo, Alessandra Nasti.

**WP4** - *Indicatori (di impatto, di pressione, e di stato) per la gestione sostenibile della pesca e per la piena applicazione dell’approccio ecosistemico*: Stefano Cataudella, Lorenzo D’Andrea, Paola De Angelis, Jacopo Pulcinella, Tommaso Russo (UO CONISMA Università degli Studi di Roma Tor Vergata); **Fabio Fiorentino**, Germana Garofalo, Valentina Lauria (CNR – IAMC); Francesco Gargano (CNR – IAMC, UNIPA); Alberto Santojanni (CNR-ISMAR).

**WP5** - *Utilizzazione ottimale della rete di ricerca in pesca per l’implementazione scientifica delle tematiche di rilevanza per le politiche della pesca*: Stefano Cataudella, **Tommaso Russo**, Lorenzo D’Andrea, Vito Chieti (UO CONISMA Università degli Studi di Roma Tor Vergata); Angelo Tursi, Porzia Maiorano, Daniela Potenza, Francesca Capezzuto (UO CONISMA Università degli Studi di Bari Aldo Moro);

Hanno inoltre partecipato alla discussione sul lavoro dei diversi WP e alle attività di supporto, in particolare: Paolo Sartor, Mario Sbrana, Claudia Musumeci, Claudio Viva (CIBM); Angelo Cau, Cristina Follesa (UO CONISMA Università degli Studi di Cagliari).

## ABSTRACT

The research project “*Scientific bases and tools to support the design of Fishery Management Plans in the Framework of the Common Fishery Policy and of the management of the marine ecosystems and the fishery economy*” (Rete3) aimed at strengthening the scientific bases for fishery management systems.

**WP1** - Draft management plans (MPs), aimed at fisheries exploiting mollusc populations using hydraulic dredges, have been defined in cooperation with stakeholders. Knowledge on clam biology has been shared, while roles were defined to evaluate the status of the stocks and to monitor the populations at sea by applying direct methods, in order to assess the effects of the MPs. A preliminary analysis of the effects of the hydraulic dredges did not show significant alterations in the benthic communities, but the lack of a reliable control area, entirely unaffected by fishing activities, did not allow considering that analysis as fully reliable. No take areas, when established, will act as control sites in future monitoring.

**WP2** – Aimed at incorporating uncertainty through the implementation of process and model errors in the BEMTOOL bio-economic model. Several tests were carried out monitoring via simulations the following processes: 5 stock-recruitment relationships, growth, natural mortality, maturity and fleet selectivity. All the outputs from the tests were matching with the expected results as regards both error implementation (e.g. from normal, log-normal, uniform distributions) and the dynamics of biological processes. Also specific case studies on different stocks and fisheries were carried out, while additional natural mortality sub-models were introduced in the model. The software, the R-GUI and the user manual were upgraded.

**WP3** – Aim was to build-up scientific bases to support MPs. Italian fishing fleet targeting albacore (*Thunnus alalunga*) was investigated during 2015. Fleet size, fleet distribution and fishing strategies were studied through preliminary analysis and specific surveys in some selected ports. The main features characterize Italian albacore fleet as a drifting surface longline fishery mainly carried out by the Sicilian fleet, in terms of capacity. Different fishing strategies were identified. Project results supported the concurrent stock assessment of the species carried out by ICCAT in 2017.

**WP4** - Relationships between resource abundance and main natural and fishery drivers were explored. Results on cephalopods and selachians in the Strait of Sicily and small pelagics in the Adriatic Sea showed clear effects on resource dynamics of seawater temperature, nutrients and chlorophyll concentration, and to a lesser extent, of salinity and currents. The fishery pressure seems less important as the time series is short and slightly contrasted. A VMS-based reconstruction of the fishing effort deployed by the Italian trawlers (LOA $\geq$ 15m) in the seven Italian GSAs (period: 2006-2016) highlighted a partial agreement with DCF and evidenced an increasing trend in the last two years (2015-2016). A significant decreasing of demersal landings and a progressive shift towards deep-water species and offshore fishing grounds was observed.

**WP5** - Given the increasing importance of sharing the progress returned by research activities and of disseminating data and information through the Web 2.0 tools, the aims of this WP were to:

1. Upgrade the online platform of the Italian Network of Fisheries Research;
2. Update the related database of scientific publications;
3. Support the activity of the online platform for the actions of the present project.

The WP completed the full review and the re-shape of the previous version of the online platform, developed by the local CoNISMa URL - University of Rome Tor Vergata. The Wordpress tool has been used to re-built the website, while the “polylang” plugin allowed providing each page in both English and Italian versions.

**Support actions** – These actions, linked to the project themes, were undertaken to support the national Administration.

Il programma di ricerca “*Basi scientifiche e strumenti a supporto dei Piani di Gestione delle risorse della pesca nell’ambito della Politica Comune della Pesca e delle politiche ambientali ed economiche*” (Rete3) ha avuto l’obiettivo di contribuire a rafforzare la base scientifica necessaria per politiche e sistemi di regolazione della pesca (quadro operativo dei Piani di Gestione).

**WP1** - Bozze dei Piani di Gestione (PdG) per le draghe idrauliche sono state definite in collaborazione con diversi stakeholders. Elementi di conoscenza sulla biologia delle vongole sono stati condivisi, intraprendendo azioni che comprendono sia la stima periodica delle popolazioni sfruttate, sia monitoraggi indipendenti, per valutare gli effetti dei PdG su scala nazionale. Una valutazione delle alterazioni delle comunità bentoniche su aree frequentate dalle draghe idrauliche non ha mostrato con certezza effetti significativi, ma la mancanza di aree di controllo affidabili, interamente non perturbate da attività di pesca, non consente di considerare l’analisi come interamente affidabile. Aree di tutela biologica, laddove disponibili, potranno essere considerate in futuro come controllo.

**WP2** – Le attività del WP hanno esteso l’ambito dell’incertezza (*process e model error*) alle diverse componenti del modello bio-economico BEMTOOL. Sono stati eseguiti test su: 5 relazioni stock-recruitment, crescita, mortalità naturale, maturità e selettività della flotta. Tutti i test hanno dato risposte coerenti rispetto ai risultati attesi, sia per i modelli di errore (e.g. normale, log-normale, uniforme), che di dinamica dei processi biologici. Sono stati eseguiti diversi casi di studio su diversi stock e fisheries e implementati ulteriori modelli di mortalità naturale. Il software, l’interfaccia (R-GUI) ed il manuale utente sono stati aggiornati.

**WP3** - Le attività del progetto hanno riguardato la caratterizzazione della flotta da pesca italiana che ha come specie target l’alalunga (*Thunnus alalunga*), durante il 2015. Mediante analisi preliminari e monitoraggi su alcuni porti selezionati sono state raccolte informazioni su dimensione e distribuzione della flotta e sulle strategie di pesca. La flotta italiana per la cattura di alalunga è caratterizzata come un’attività di pesca a palangaro derivante di superficie, effettuata soprattutto (in termini di tonnellaggio) dalla flotta siciliana. Sono state identificate differenti strategie di pesca. I risultati del progetto sono stati utilizzati per supportare la valutazione dello stock (ICCAT, 2017).

**WP4** - Sono stati esaminati gli effetti dei fattori ambientali e della pesca sull’abbondanza delle risorse aliutiche. I risultati per cefalopodi e selaci (Stretto di Sicilia) e per i piccoli pelagici (Adriatico) hanno mostrato chiari effetti di temperatura, nutrienti e clorofilla ed, in misura minore, di salinità e correnti. La pressione di pesca sembra avere un peso minore (serie temporale ancora breve e poco contrastata). Gli andamenti dello sforzo di pesca da VMS, della produzione di specie demersali e delle principali forzanti bio-economiche evidenziano un accordo parziale tra le stime VMS e quelle DCF. Lo sforzo da VMS, in alcune aree, risulta maggiore di quello stimato tramite DCF. Nel biennio 2015-2016 si è registrato un aumento dello sforzo complessivo, nonostante la riduzione della flotta in corso. Inoltre, l’andamento dei prezzi dei prodotti ittici e del carburante spinge la pesca a strascico verso lo sfruttamento di specie profonde in aree più al largo. Emerge un progressivo declino della produzione di specie demersali.

**WP5** - Vista la crescente importanza di condividere gli avanzamenti dell’attività di ricerca e di diffondere dati mediante strumenti propri del Web 2.0, gli obiettivi di questo WP sono stati:

1. Aggiornare la piattaforma online della Ricerca Italiana nel Settore della Pesca;
2. Aggiornare la banca dati bibliografica collegata al portale;
3. Garantire la funzionalità della piattaforma online per le attività del Programma di Ricerca.

Il Programma ha previsto la completa revisione della precedente piattaforma informatica a cura dell’ULR Università di Roma Tor Vergata del CoNISMa. A tal fine sono state realizzate: a) l’attivazione di un nuovo indirizzo web dedicato (<http://itafish.net/>); b) la realizzazione ex-novo di

tutta la piattaforma online, mediante la versione aggiornata di Wordpress. L'utilizzo del plugin "polylang" ha reso possibile sdoppiare tutte le pagine nella versione in italiano e in quella in inglese.

*Azioni di supporto* – Questo tipo di azioni, collegate ai temi del programma, è stato rivolto a iniziative istituzionali.

CoNISMA [info@conisma.it](mailto:info@conisma.it)

Key words: Albacore, bio-economic modelling, Common Fishery Policy, Ecosystem Approach to Fishery, drifting surface longlines, environmental factors, environmental impact, fishing fleet, fishing effort, Fishery Management Plans, fishery resources, hydraulic dredges, Internet, macrozoobenthos, Mediterranean Sea, trends, modelling, simulation, uncertainty, Web2.0, Website.

Spedicato M.T. (coord), I. Bitetto, R. Carlucci, S. Cataudella, M.T. Facchini, F. Fiorentino, G. Lembo, P. Maiorano, A. Mariani, C. Piccinetti, T. Russo, A. Santojanni, M. Scardi. 2017. - *Basi scientifiche e strumenti a supporto dei Piani di Gestione delle risorse della pesca nell'ambito della Politica Comune della Pesca e delle politiche ambientali ed economiche* - (**Rete3**). CoNISMA, Roma. 129 pp.

Il programma di ricerca “*Basi scientifiche e strumenti a supporto dei Piani di Gestione delle risorse della pesca nell'ambito della Politica Comune della Pesca e delle politiche ambientali ed economiche*” (**Rete3**) ha avuto l'obiettivo generale di contribuire a rafforzare e consolidare la base scientifica necessaria all'attuazione di politiche e sistemi di regolazione della pesca, tenendo conto delle esigenze e del quadro operativo dei Piani di Gestione.

Il programma, della durata di poco più di tre anni (22 Settembre 2014-31 Dicembre 2017), si è articolato in Work Packages (WP), con elementi di interazione, in particolare per gli aspetti relativi alla collocazione delle azioni stesse nelle multifinalità della PCP e della Strategia Marina.

### ***WP0 - Coordinamento scientifico delle attività progettuali***

Il coordinamento scientifico delle attività progettuali ha riguardato l'organizzazione di 3 meeting di progetto, 2 workshop (1 sull'introduzione di diverse fonti di incertezza nel modello bioeconomico BEMTOOL ed un altro sulla presentazione di casi di studio relativi agli indicatori). Il materiale scientifico prodotto in occasione dei workshop è disponibile sotto forma di presentazioni e documenti sul sito web del progetto. Ulteriori azioni di coordinamento e monitoraggio delle attività, analisi dei risultati, scambi di opinioni su aspetti rilevanti o critici, confronto con un forum più ampio, sono stati svolti attraverso i supporti web del network di ricerca in pesca.

### ***WP1 - Contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche.***

Il Piano Nazionale di Gestione per le Draghe Idrauliche già esistente all'inizio del progetto non aveva avuto l'approvazione della Commissione Europea, che aveva segnalato, a più riprese, diverse carenze. Il sotto-progetto di RETE 3 aveva quindi l'urgenza di sostenere la Direzione Generale Pesca nella fase di predisposizione di un nuovo testo al Piano di Gestione Nazionale Draghe Idrauliche ed, al tempo stesso, di coinvolgere il settore in alcune scelte per un'attività di pesca sostenibile, con la condivisione anche delle Regioni.

La prima fase del Progetto è stata la predisposizione delle linee generali di un piano di gestione condiviso tra Direzione Generale Pesca Marittima e Commissione Europea che, dopo varie formulazioni, ha trovato l'accordo sulla predisposizione di un piano di gestione draghe idrauliche, unico per l'Italia, che seguisse le linee generali dei piani di gestione, ma che al contempo considerasse le situazioni ambientali e di pesca esistenti nelle singole Regioni ove viene effettuata la pesca. Inoltre, le linee di gestione che entravano a far parte del piano dovevano essere preventivamente condivise con le singole Regioni e con i Consorzi Gestione Molluschi (CoGeMo) operanti nelle stesse Regioni. Ciò modificava profondamente la procedura seguita in altri piani di gestione, ove la partecipazione delle amministrazioni locali e delle categorie era più limitata.

Il metodo di lavoro seguito è stato quello di predisporre un piano di gestione draghe idrauliche composto da una parte generale sulla normativa e sulle tecniche di pesca su base nazionale, e successivamente da un'analisi della situazione ambientale più dettagliata su base regionale, dello stato delle risorse oggetto di pesca e dei possibili interventi gestionali.

Le condizioni ecologiche e la situazione delle risorse dei Molluschi Bivalvi sono diverse nelle singole Regioni e Compartimenti Marittimi, per cui il piano doveva considerare queste realtà e coinvolgere i Consorzi di Gestione compartimentali nella scelta delle misure da individuare e indicare il loro ruolo per una gestione sostenibile. Ciò significava condividere i diversi reference point (o punti di riferimento) per graduare e applicare gli interventi. Per prendere le decisioni in una gestione condivisa è basilare concordare i ruoli dei diversi attori nel tempo ed i ruoli che i Consorzi e le diverse Amministrazioni devono avere nel processo di analisi delle situazioni, nel monitoraggio e nel controllo sull'applicazione del Piano.

Come era previsto dal progetto, tutta l'azione di supporto scientifico si è basata sui dati esistenti sullo stato delle popolazioni di Molluschi, come evidenziato nelle singole relazioni degli istituti scientifici predisposte a conclusione del progetto RETE PESCA 2 svolto dal CoNISMa, con il coordinamento del prof. Stefano Cataudella.

La riorganizzazione del materiale esistente, per Compartimento Marittimo e per Regione, ha evidenziato la notevole variabilità di situazioni esistenti e la mancanza di un quadro di riferimento comune. Le condizioni locali, quali l'ampiezza dell'area di presenza delle specie oggetto di pesca, la frequenza di fattori ecologici negativi, ad esempio anossie con morie indipendenti dalla pesca, la diversa distribuzione territoriale dei motopesca con draga idraulica ed i meccanismi ecologici che influenzano la formazione di banchi di vongole, sono alcuni dei fattori che hanno influenzato la predisposizione dei piani di gestione draghe su base regionale.

In pratica, il supporto per la redazione di un piano ha predisposto la parte introduttiva di carattere generale e poi, sulla base delle caratteristiche ambientali locali, sotto l'egida delle Regioni, sono stati fatti diversi incontri per determinare le linee particolari del piano per ogni Compartimento. Tali linee sono state discusse e condivise con i rappresentanti del settore. Ciò ha portato alla formulazione di piani di gestione regionali, adottati anche formalmente dalle singole Regioni con la condivisione dei Consorzi.

L'attività di condivisione ha avuto due fasi, quella Regione per Regione, che ha interessato le Regione Friuli Venezia Giulia, Veneto, Emilia Romagna e Marche, mentre per Abruzzo, Molise, Puglia, Lazio e Campania i contatti sono stati meno formali e la condivisione delle linee generali è stata attuata mediante riunioni con i responsabili dei Consorzi. Infatti, la mancata approvazione del Piano di Gestione Draghe Idrauliche predisposto negli anni precedenti, aveva portato ad una procedura comunitaria per infrazione. La necessità di chiudere rapidamente la bozza del piano ha ridotto pertanto i tempi dedicabili alle consultazioni.

La bozza di piano predisposta è stata integrata con la risposta ad alcune considerazioni della Commissione Europea ed il testo adottato è stato pubblicato sulla G.U. Italiana con l'approvazione della CE, ponendo fine, nel corso del 2015, alla procedura d'infrazione per il problema Piano di Gestione Draghe Idrauliche.

La ricerca per la messa a punto del Piano di Gestione Draghe Idrauliche è iniziata considerando i risultati della ricerca sullo stato delle popolazioni di vongole nei diversi compartimenti marittimi effettuati nel corso della ricerca RETE PESCA 2.

L'analisi ha considerato le informazioni presenti in letteratura, che mostrano una certa variabilità anche su parametri fondamentali quali accrescimento, riproduzione e mortalità da pesca. L'accrescimento, ad esempio, risente del mese di nascita delle vongole e successivamente della densità degli insediamenti, più elevata è la densità minore è l'accrescimento.

Per quanto concerne la riproduzione, la letteratura indica situazioni diversificate dove i processi riproduttivi iniziano già a taglia di 10-12 mm e normalmente tutte le vongole di 20 mm si sono già

riprodotte. La quantità di gameti prodotta è collegata con le dimensioni dell'adulto e probabilmente anche la frequenza delle deposizioni nell'ambito della stessa stagione riproduttiva. Una notevole variabilità si nota anche nel periodo riproduttivo che, pur avendo il massimo nei mesi di maggio-giugno, si estende da marzo a ottobre, con situazioni riproduttive anche in altri mesi. Questa variabilità si riflette poi sulla taglia delle vongole presenti in ogni mese, che si differenziano quindi per il mese di nascita e per un accrescimento diversificato nei singoli mesi, anche per le diverse temperature ambientali.

Circa la mortalità vi sono due fattori importanti che condizionano la mortalità, il primo riguarda le taglie considerate, più vongole piccole sono catturate maggiore risulta la mortalità, in quanto la mortalità nelle fasi giovanili, pur essendo solo mortalità naturale, è molto più elevata rispetto alla mortalità degli adulti. E' interessante notare che il forte decremento numerico che si ha nelle vongole presenti è per grande parte legato a fattori di mortalità naturale, prevalentemente predazione, mentre la mortalità di pesca agisce in misura progressiva a partire da una taglia di 20 mm circa.

Il secondo aspetto importante che riguarda la mortalità è legato al fenomeno di morie che avvengono annualmente su parti più o meno ampie dell'area di distribuzione della specie. Le morie possono essere legate a diversi fattori, quali temperature elevate nei mesi estivi, con ridotta disponibilità di ossigeno, fenomeni di stratificazione con modesti ricambi verticali, ricchezza delle biomasse con un'elevata richiesta di ossigeno. Questi aspetti determinano situazioni locali negative più frequenti in vicinanza delle foci di grandi fiumi, che hanno anche un trasporto di fanghi, che modifica la disponibilità di sedimenti sabbiosi tipici per le vongole.

Da un punto di vista ecologico, l'impatto delle attività di pesca dei molluschi con draghe idrauliche è stato valutato in due aree indipendenti, la prima con due livelli di pressione di pesca e due sub-aree, la seconda con due livelli, ma con tre sub-aree, per un totale di 48 stazioni di campionamento. Le differenze osservate in funzione del diverso livello di sforzo di pesca non sono state della stessa intensità e tipologia nelle due aree di studio, risultando più marcate in quella posta lungo il litorale pugliese. La densità delle popolazioni di *Chamelea gallina*, specie target, sono risultate chiaramente e significativamente differenti in funzione dello sforzo di pesca, come atteso, ma la struttura delle comunità macrozoobentoniche, differente fra le due aree sottoposte a livelli di sforzo diverso in Puglia, è risultata differente anche fra aree sottoposte a pressioni simili in Abruzzo. Dunque, è necessario poter disporre di aree certamente ed assolutamente indenni da attività di pesca per poter procedere ad una valutazione certa.

Questo ruolo doveva essere assolto dall'Area Marina Protetta di Torre del Cerrano, ma non è stato possibile, malgrado i reiterati tentativi, ottenere le autorizzazioni a prelevare dei semplici campioni di macrozoobenthos. Si rimarca come questa attività è assolutamente compatibile con qualsiasi forma di conservazione in quanto minimamente invasiva (il prelievo avrebbe interessato meno di un decimilionesimo della superficie a mare dell'AMP). Si auspica quindi che quanto non è stato possibile ad oggi lo sia in futuro o che siano istituite delle zone di tutela biologica che possano sia supportare un'efficace *larval seeding*, sia assolvere il ruolo di aree di controllo dell'impatto delle attività di pesca.

## **WP2 - Modellistica bio-economica per l'ottimizzazione dei piani di gestione a livello di GSA**

Le attività previste hanno avuto l'obiettivo di estendere l'ambito dell'incertezza (*process* e *model error*) alle diverse componenti, biologica e di pressione di pesca, del modello bio-economico BEMTOOL.

Sono state quindi implementate diverse funzioni che consentono di tener conto dell'incertezza (*process error*) sulla stima dei parametri di: i) relazione stock-recruitment, ii) crescita, iii) mortalità naturale; oltre a funzioni che permettono di mimare l'incertezza sui alcuni modelli base che

regolano la dinamica delle popolazioni marine sfruttate (*model error*): iv) maturità; v) selettività della flotta:

1. normale, con parametri media e deviazione standard;
2. log-normale, con parametri media e deviazione standard (in scala logaritmica);
3. uniforme, con parametri minimo e massimo (estremi l'intervalli di estrazione).

In figura WP2.1 è rappresentato il flusso logico relativo all'implementazione dell'incertezza.

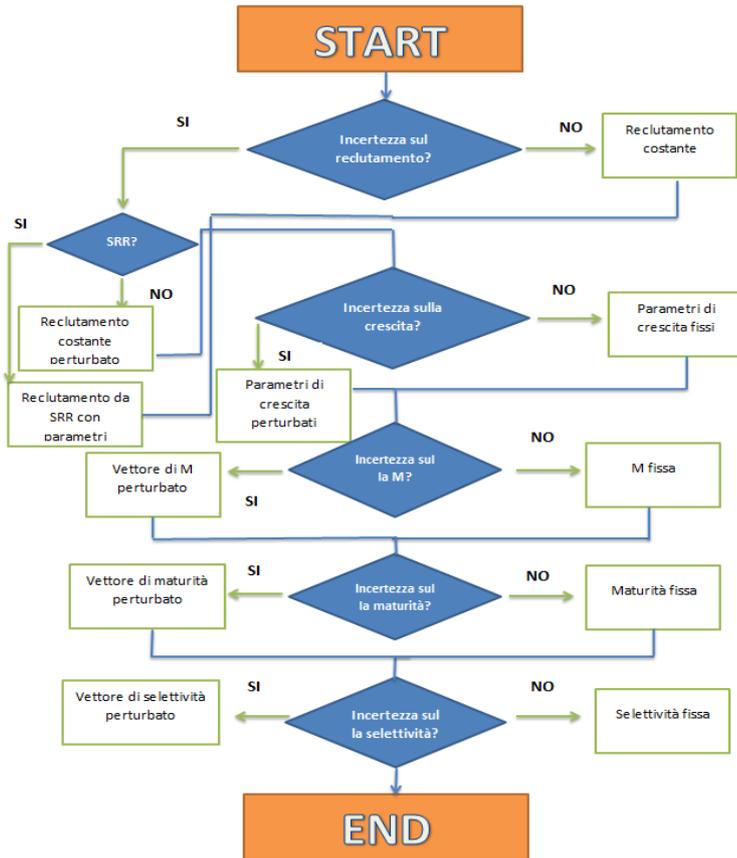


Fig. WP2.1 – Schema concettuale di parametrizzazione dell'incertezza nella componente biologica e di pressione di BEMTOOL

I test di verifica relativi all'implementazione dell'incertezza sono stati realizzati utilizzando le tre distribuzioni di probabilità precedentemente schematizzate.

Per ogni test sono state effettuate 500 proiezioni indipendenti, fino al 2021, in condizioni di *status quo* di uno stock simulato, quello di *Pleuronectes platessa* del Mare del Nord, valutato nel 2015 con anno di riferimento 2014. Gli input provengono dall'ICES Stock Assessment Graphs database (<http://sg.ices.dk>) (<https://www.rdocumentation.org/packages/icesSAG/versions/1.3-2>).

I test per la valutazione della coerenza dei risultati del modello, una volta implementata l'incertezza, sono stati realizzati utilizzando questo assessment, perché la serie temporale di dati è lunga nel tempo (a partire dal 1957) e contrastata. Le parametrizzazioni di tutti i test sono riportate in WP2 – Annesso1.

Il comportamento di ciascuna delle componenti biologiche (relazioni stock-recruitment, crescita, mortalità naturale, maturità) e di impatto della pesca (selettività) del modello BEMTOOL, sottoposta ad incertezza, è stato valutato mediante alcuni indicatori chiave, output di routine del modello. Si riporta di seguito la lista degli indicatori monitorati:

1. biomassa della popolazione sfruttata;
2. biomassa della popolazione con mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );
3. biomassa dei riproduttori (SSB) della popolazione sfruttata;
4. SSB in condizioni di mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );

5. Rapporto (SPR) fra SSB e SSB con  $F=0$ ;
6. lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata;
7. lunghezza media degli individui nella popolazione con mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );
8. lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata;
9. lunghezza media dei riproduttori nella popolazione con mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );
10. cattura simulata in peso;
11. lunghezza media degli individui nelle catture simulate.

Utilizzando lo stock simulato di *P. platessa* è stato realizzato un caso di studio implementando 3 scenari di gestione proiettati al 2021:

- Scenario 1: *status quo* con opzione 1 del prezzo (prezzo dipendente elasticamente dalla variazione della cattura);
- Scenario 2: aumento di  $F$  del 40% con opzione 1 del prezzo;
- Scenario 3: aumento della selettività con opzione 2 del prezzo (prezzo dipendente elasticamente dalla cattura in peso e dal peso medio nella cattura).

Nello scenario 3 la taglia di prima cattura è stata modellata secondo una distribuzione normale con media 25 cm (da 20 cm nello *status quo*) e deviazione standard 1 cm. Per il caso di studio sono state incluse diverse fonti di incertezza, proiettando la situazione dello stock fino al 2021 (per le assunzioni di base ed i dettagli si veda WP2-Annesso 1).

Ulteriori casi di studio hanno riguardato lo stock di piccoli pelagici in Adriatico (WP2-Annesso 2) e gli stock di risorse demersali nello Ionio settentrionale (WP2-Annesso 3).

I risultati relativi ai diversi test implementati hanno messo in evidenza che, in genere, per qualunque distribuzione degli errori utilizzata gli intervalli di confidenza intorno agli output (cioè gli 11 indicatori prodotti dal modello ed utilizzati per monitorare il comportamento di propagazione dell'incertezza) restituivano un pattern coerente con gli intervalli di variazione applicati in input.

I test eseguiti per valutare la coerenza tra incertezza inserita in input, sulla relazione stock-recruitment, e incertezza stimata in output sugli indicatori, hanno evidenziato una maggiore stabilità dell'approccio log-normale. Il motivo è da ricercare nella combinazione di due fattori: la monotonicità (crescente) e concavità della funzione logaritmica e la specificità delle relazioni stock-recruitment esplorate, in particolare nell'intorno della biomassa corrente. Infatti, l'approccio log-normale è quello che ha prodotto in input, in corrispondenza della biomassa corrente (intorno a 800 000 tonnellate), per tutte le relazioni, l'intervallo più stretto e, di conseguenza, una minore incertezza propagata sugli output. Nella versione attuale è possibile inoltre importare nel modello griglie di coppie (o terne, a seconda della relazione) di parametri stimate off-line, ad esempio da Eqsim (Minto et al., 2014; ICES, 2015). Anche le realizzazioni di Eqsim sono più concentrate e definiscono un ventaglio di segmented regression meno ampio rispetto a distribuzione normale e uniforme.

I test della propagazione dell'incertezza sulla crescita sono stati suddivisi in incertezza sulla lunghezza asintotica  $L_{\infty}$  e incertezza sul tasso di crescita  $k$ , essendo questi due parametri interconnessi nella relazione di von Bertalanffy. I risultati hanno mostrato coerenza tra incertezza applicata in input su  $L_{\infty}$  e  $k$  e incertezza stimata in output dal modello.

Anche i test relativi alla variabilità applicata alla maturità e alla selettività hanno mostrato un comportamento coerente del modello BEMTOOL relativamente alla propagazione dell'incertezza negli output. Più in generale, tutti i tipi di incertezza implementati ed esplorati hanno evidenziato, come atteso, che gli indicatori di biomassa rispondono maggiormente alla variabilità in input rispetto agli indicatori di lunghezza, che sono rappresentati da medie.

Gli effetti di una combinazione di incertezza di processo (crescita e reclutamento) e di modello (maturità e selettività della flotta) sulla componente economica sono stati poi approfonditi con un

specifico caso di studio attraverso i tre scenari precedentemente dettagliati: *status quo*, aumento della mortalità da pesca  $F$  del 40% e cambiamento dell'exploitation pattern (aumento della selettività della flotta).

Dai risultati ottenuti si è potuto osservare che il modello ha simulato correttamente la situazione corrente dello stock in termini di SSB,  $F$  e catture rispetto all'assessment. L'applicazione dell'incertezza alla relazione stock-recruitment (Ricker) in input per questo stock, alla crescita, alla maturità e alla selettività della flotta ha rivelato coerenza nella propagazione dell'incertezza sui diversi output. Inoltre, la stima dell'incertezza sulla componente economica è stata valutata attraverso due funzioni di prezzo: una funzione dipendente dalla variazione della cattura e una funzione dipendente dalla cattura corrente e dalla taglia media nella cattura. Questa seconda opzione di prezzo si è rivelata molto utile per simulare variazioni dovute non solo al cambiamento del volume della cattura, ma anche della sua composizione, specialmente nel caso dello scenario di aumento di selettività della flotta.

Il potenziamento delle componenti legate all'incertezza ha reso BEMTOOL un modello che funziona in maniera più omogenea rispetto a modelli come a4a MSE ed FLBEIA (García et al., 2016), che seguono il paradigma di Management Strategy Evaluation.

Infine, la parte relativa alla mortalità naturale ( $M$ ), che già permetteva nella componente biologica di BEMTOOL di modellare questo parametro attraverso un valore scalare, un vettore stimato offline o l'equazione di Chen & Watanabe (1989), è stata ulteriormente estesa includendo altri due modelli di mortalità naturale vettoriale dipendenti dai parametri di crescita: i) Gislason et al. (2010); ii) ProdbiomUS: una versione rivista di Prodbiom che ammette una sola soluzione. Quest'ultimo aspetto è innovativo nel panorama della stima di  $M$  con il metodo Prodbiom (Abella et al, 1997), in quanto le implementazioni utilizzate finora si basano su algoritmi di ottimizzazione che ammettono più soluzioni (Martiradonna, 2012) e quindi presentano difficoltà applicative, più volte evidenziate nei gruppi di lavoro di stock-assessment (e.g. GFCM, 2016).

E' stata infine rilasciata una nuova versione del software (in R) con GUI e aggiornato il manuale utente. Gli aggiornamenti dell'interfaccia sono stati realizzati introducendo una scheda in ciascuna sezione dedicata alla parametrizzazione. I dettagli relativi a questo aspetto sono riportati in WP2 – Annesso1.

### ***WP3 - Evidenze scientifiche, descrizione ed articolazione delle attività di pesca e delle catture di alalunga (*Thunnus alalunga*) al fine di identificare i parametri di riferimento per una corretta gestione dello stock***

Il lavoro realizzato in WP3 ha avuto lo scopo di contribuire ad aumentare le conoscenze sulla pesca dell'alalunga (*Thunnus alalunga*) in Italia nelle sue diverse componenti (entità e distribuzione della flotta, stagionalità, attrezzi utilizzati e taglie catturate), che costituiscono un presupposto fondamentale per la gestione dello stock a livello mediterraneo oltre che nazionale. A fronte dell'importanza della pesca italiana in Mediterraneo (la pesca italiana dell'alalunga contribuisce con una percentuale variabile tra il 50 e il 70 % circa alla quantità totale di prodotto pescato nel Mediterraneo), infatti, la consistenza ed articolazione della flotta e delle diverse attività di pesca rimangono ancora non ben definite, in quanto molte imbarcazioni possono variare il *target*, dall'alalunga al pesce spada e, limitatamente, anche al tonno rosso, a seconda delle opportunità e della stagione.

Ulteriori motivi di interesse sono costituiti dall'approfondimento delle conoscenze sulle aree di overlapping di operatività della flotta, tra alalunga e pesce spada, in particolare per l'importante quota di by-catch costituita dai giovanili di pesce spada in alcuni mesi dell'anno.

Le attività sono state organizzate temporalmente e funzionalmente secondo una serie di fasi, di seguito dettagliate.

### *Indagine conoscitiva presso le marinerie.*

Questa prima fase doveva identificare le regioni nelle quali erano presenti attività costanti e significative di pesca, e, all'interno di esse, raccogliere ulteriori informazioni circa le caratteristiche della pesca e degli attrezzi utilizzati. A tale scopo sono stati anche consultati i logbook e le dichiarazioni di sbarco presso il MIPAAF.

Da questa prima attività è risultato che:

1. non si registrano catture in Veneto e Friuli Venezia Giulia;
2. non sono rilevabili attività di pesca costanti (solo sporadiche) e/o consistenti nelle seguenti regioni: Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Abruzzo, Molise, Marche, Emilia Romagna, Basilicata. In alcune specifiche aree di pesca (ad esempio parte della Liguria e Ponza) esiste tuttavia tradizionalmente una quota di questa attività di pesca;
3. si registrano attività di pesca costanti e mirate in: Sicilia, Calabria, Sardegna e Puglia.
4. La Sicilia rappresenta di gran lunga la regione più importante dal punto di vista della pesca: da un'analisi preliminare dei dati di cattura per il 2015 risulta che quasi il 90% delle catture proviene da pescherecci siciliani.

Nelle tre regioni maggiormente interessate è stata anche censita la flotta (Fig. WP3.1) e descritte nel dettaglio le caratteristiche della pesca e degli attrezzi. L'unico attrezzo utilizzato è risultato il palangaro derivante di superficie. Considerando anche una stima di imbarcazioni che svolgono tale attività in maniera meno sistematica in altre regioni (quali la Sardegna) oltre alle tre principali, è stata stimata una flotta complessiva di circa 150 imbarcazioni.



Fig. WP3.1- Indagine conoscitiva presso le marinerie – distribuzione flotta

### *Monitoraggio delle catture allo sbarco e campagna di osservazione a bordo.*

Per queste attività sono stati individuati come porti campione Porto Cesareo in Puglia e Riposto in Sicilia. La scelta è stata effettuata sulla base di considerazioni derivanti dall'importanza e costanza dell'attività di pesca specifica, nonché su facilità logistiche che rendessero più agevole la raccolta di dati. Per questi motivi le attività si sono concentrate su due porti, invece che gli originari tre. In questi porti sono state condotte rilevazioni allo sbarco e campionamenti con osservatore di bordo:

quest'ultima attività è stata concentrata nel periodo estivo-autunnale, in modo da focalizzare l'attenzione sull'impatto della pesca su altre specie, in particolare giovanili di pesce spada.

Il rilevamento allo sbarco e le informazioni raccolte nella precedente fase hanno permesso di evidenziare l'esistenza di 2 gruppi di imbarcazioni, corrispondenti a due diverse strategie di pesca. La maggioranza delle imbarcazioni pesca l'alalunga sia come specie bersaglio che come by-catch di altre specie più remunerative commercialmente, soprattutto il pesce spada. Si tratta quindi di una pesca opportunistica, con attrezzi di dimensioni e caratteristiche diverse, lunghezza delle imbarcazioni non superiore a 15 metri, bordate di durata media di 1 giorno. Il mercato di riferimento è nazionale se non locale.

Un secondo gruppo effettua una pesca mirata all'alalunga: è costituita da non più di 20 imbarcazioni, tutte provenienti dalla Sicilia, ha attrezzi di dimensioni maggiori e di caratteristiche standard, effettua bordate fino a 10 giorni in aree anche molto lontane dalla costa italiana, soprattutto Egeo meridionale, ma fino all'Africa settentrionale. Il mercato di riferimento è estero per il prodotto conservato e produce la maggioranza delle catture nazionali (Fig. WP3.2). Le osservazioni a bordo hanno permesso di evidenziare l'importanza del by-catch di giovanili di pesce spada, che soprattutto nel mese di dicembre possono costituire la maggioranza delle catture in termini di peso (Fig. WP3.3). L'opportunità di misure drastiche per diminuire l'impatto negativo sul pesce spada è stata peraltro recepita dalla concomitante raccomandazione ICCAT (Recommendation 16-05 by ICCAT replacing the recommendation (13-04) and establishing a multi-annual recovery plan for Mediterranean swordfish) che vieta la pesca ai pescherecci che pescano alalunga con il palangaro dal 1 Ottobre al 30 Novembre di ogni anno.



Fig.WP3.2 - principali aree di pesca del 2015

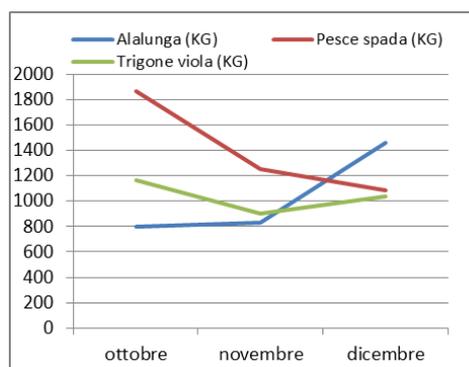


Fig. WP3.3 - Andamento in peso totale degli individui pescati di alalunga e delle due principali specie di scarto.

Il progetto ha descritto nel dettaglio le caratteristiche più importanti della pesca dell'alalunga in Italia, fornendo alcuni importanti elementi per una corretta gestione della flotta e dello stock. La raccolta di questi elementi si è rivelata opportuna anche perché concomitante rispetto al meeting di stock assessment, che ha avuto luogo presso l'ICCAT nel Giugno 2017. I dati provenienti dal progetto ed un dettagliato lavoro di recupero di altri dati e di immissione nel database ICCAT hanno permesso di recuperare molti dati mancanti e di renderli disponibili a livello internazionale. Molti

dati raccolti nel progetto sono stati inoltre utilizzati durante l'“Expert Working Group” STECF-JRC e poi nella riunione plenaria STECF (Marzo 2017), preparatoria ai lavori di stock assessment: nel report finale è stato evidenziato che “l'EWG ha considerato queste informazioni di grande valore per meglio capire le dinamiche della flotta italiana, responsabile di gran parte delle catture mediterranee”.

#### ***WP4 - Indicatori (di impatto, di pressione, e di stato) per la gestione sostenibile della pesca e per la piena applicazione dell'approccio ecosistemico***

La dinamica delle risorse da pesca dipende da fattori naturali ed antropici che interagiscono in maniera complessa. Gli studi compiuti negli ultimi anni hanno mostrato che le abbondanze delle risorse da pesca variano in ragione degli effetti del clima, dello sforzo di pesca e delle altre pressioni antropiche (sversamento di inquinanti, sottrazione di habitat, ecc) (Brander, 2010). Secondo l'Approccio Ecosistemico alla Pesca (EAF), la comprensione delle dinamiche di sfruttamento e delle sue forzanti assumono un ruolo fondamentale per valutare la sostenibilità della pressione di pesca in tutti i suoi aspetti (Fulton et al., 2011).

L'attività prevista per il WP4 è stata articolata in due task: Review delle relazioni tra gli indicatori oggetto di indagine, la pressione di pesca e le variabili ambientali (task 4.1) e Analisi delle tendenze degli indicatori (task 4.2).

Nell'ambito della task 4.1, è stato approfondito lo studio delle relazioni tra variabili ambientali, sforzo di pesca ed abbondanze delle risorse da pesca in due aree rilevanti per la pesca italiana, lo Stretto di Sicilia e l'Adriatico, individuate sulla base dell'esame della letteratura disponibile. In particolare si sono esaminate:

- i) la dinamica delle abbondanze delle specie bersaglio di cefalopodi (*Illex coindetii* e *Eledone moschata*) e selaci (*Squalus blainville* e *Raja clavata*) nello Stretto di Sicilia alla luce dell'andamento di clorofilla *a*, temperatura superficiale e al fondo, salinità superficiale, correnti al fondo e numero di pescherecci a strascico, come misura approssimata dello sforzo di pesca.
- ii) le relazioni tra il reclutamento l'abbondanza di riproduttori ed alcuni parametri ambientali, noti dalla letteratura per la loro influenza sul successo del reclutamento, per acciughe e sardina in Adriatico e triglia di fango nello Stretto di Sicilia.

I risultati ottenuti riguardo al punto i) mostrano l'esistenza di una relazione tra le abbondanze delle due specie di cefalopodi, indagate durante la primavera nel periodo 1998-2015, la temperatura media delle acque superficiali e la concentrazione di clorofilla nella GSA 16 in inverno. L'analisi delle abbondanze della frazione adulta e giovanile nella stessa area, tra il 1998 ed il 2008, mostra che il successo del reclutamento risulta influenzato soprattutto dalle condizioni ambientali, essendo il contributo dell'abbondanza dello stock di riproduttori poco influente. Nel caso dei selaci i risultati ottenuti suggeriscono che per tutte le specie sia la temperatura superficiale che clorofilla influenzino la dinamica delle abbondanze. Nel caso *S. blainville* il numero dei pescherecci a strascico infine sembra avere un peso, sebbene non determinante, sulla dinamica delle abbondanze. Considerata la nota sensibilità dei selaci alla pressione della pesca, i risultati ottenuti sono in parte spiegabili con l'assenza di un forte contrasto nei dati di sforzo nel periodo compreso tra il 1998 ed il 2015. Tuttavia la disponibilità di una serie temporale più lunga per *R. clavata*, realizzata mettendo insieme le campagne GRUND e MEDITS, ha evidenziato una correlazione significativa tra l'abbondanza e la capacità della flotta a strascico di Mazara e Sciacca, che costituiscono le principali marinerie operanti nell'area, con l'aumento dello stock a mare conseguente alla diminuzione della numerosità della flotta.

I risultati ottenuti al punto ii) mostrano una progressiva diminuzione della biomassa di acciughe e sardine associata ad un aumento della mortalità da pesca in Adriatico. Sulla base delle

informazioni disponibili non sembra plausibile attribuire i cambiamenti registrati unicamente alla pesca. Sebbene siano necessarie ulteriori e più approfondite indagini, il confronto dei pattern spazio-temporali delle portate e del carico di nutrienti dei principali fiumi che sfociano nell'area consente di collegare la diminuzione degli apporti e la variazione della composizione di nutrienti, con aumento del rapporto azoto/fosforo e diminuzione dei silicati ad una diminuita produttività degli stock di piccoli pelagici nell'area. Studiando gli effetti della temperatura superficiale sul reclutamento della triglia di fango nello Stretto di Sicilia si è confermato che, su una serie temporale più lunga di quella considerata da Levi et al. (2003), a parità di abbondanza di riproduttori, il reclutamento è maggiore negli anni in cui le temperature dell'acqua superficiale (SST), durante la fase di pre-reclutamento, sono maggiori della media. Tale effetto della temperatura è verosimilmente dovuto al fatto che temperature più elevate in superficie sono attribuibili alla riduzione del regime di upwelling nell'area, favorevole ai processi di reclutamento sui fondi costieri. Tra i modelli esaminati (Cushing, Ricker, Beverton & Holt e Hockey stick) quelli formulati includendo l'effetto dell'anomalia termica durante il periodo di giugno-settembre risultano maggiormente adatti ai dati, in particolare con il modello Hockey-Stick, caratterizzato dalla maggiore varianza spiegata. L'introduzione della stocasticità nelle stime del reclutamento impiegate come input per la risoluzione del modello ha consentito di valutare l'incertezza nelle stime del reclutamento in output.

Per quanto riguarda la task 4.2, l'introduzione del sistema di monitoraggio dei pescherecci (VMS) nel 2002 ha rappresentato un passo in avanti nell'implementazione dell'EAF. Inizialmente introdotto come uno strumento di controllo dell'attività delle flotte, negli ultimi anni ha consentito lo sviluppo di diverse applicazioni nel campo dell'ecologia di pesca, soprattutto nello studio della componente spaziale della pressione di pesca. Gli scopi della presente attività sono stati:

- iii) realizzare di una stima indipendente dello sforzo di pesca, a partire dai dati VMS;
- iv) analizzare gli effetti dello sforzo di pesca e della Produzione Primaria sull'andamento della produzione da pesca a strascico sulle specie demersali (totali annuali) e su alcune delle principali specie target della pesca a strascico;
- v) studiare la variazione della composizione specifica della produzione della pesca a strascico nel Mar Mediterraneo centro-occidentale ed i principali fattori alla base della variazione nel profilo delle catture.

Le attività relative agli obiettivi iii) e iv) sono state condotte in tutte le GSA italiane per il periodo 2009-2016; l'attività di cui al punto v) è stata invece condotta in Mar Ligure-Alto Tirreno (GSA 09), Medio e Basso Tirreno (GSA 10), Mare di Sardegna (GSA 11.1 e GSA 11.2) e il Mare Tunisino Settentrionale (GSA 12). I dati VMS relativi allo sforzo di pesca e i dati della produzione commerciale (quantità sbarcate per specie) sono stati forniti dal MIPAAF. La piattaforma VMSbase ([www.vmsbase.org](http://www.vmsbase.org)), disponibile nel pacchetto R VMSbase, è stata utilizzata per eseguire tutte le fasi di trattamento dei dati VMS. Dal dato VMS elaborato sono stati calcolati degli indicatori utilizzati per la caratterizzazione quantitativa e spaziale dell'attività di pesca. Le stime ottenute sono state confrontate con i dati dello sforzo di pesca ufficiale (EC, 2008; EUROSTAT, 2015). Successivamente, i dati di sforzo di pesca ricavati sono stati messi in relazione ai valori di produzione (landings) e alla mortalità da pesca ( $F/F_{MSY}$ ) di alcuni stock chiave: *Aristeus antennatus* (ARS), *Parapaenaeus longirostris* (DPS), *Merluccius merluccius* (HKE), *Mullus barbatus* (MUT), *Nephrops norvegicus* (NEP). È stato inoltre considerato il contributo della Produzione Primaria (PP), calcolata per ogni GSA e per anno attraverso il modello "Vertically Generalized Production Model (VGPM)" (Behrenfeld and Falkowski, 1997). La produzione totale ( $L_{tot}$ ) in funzione dell'anno, della Produzione Primaria, dello sforzo di pesca (dai dati VMS) e delle GSA è stata modellata mediante Generalized Additive Models (GAMs; Hastie and Tibshirani, 1990).

La stima indipendente dello sforzo di pesca a strascico, ottenuta mediante il computo dell'attività media (numero di giorni di pesca) per le unità con VMS, e la sua espansione all'intera flotta, ha evidenziato un buon grado di accordo con le stime ufficiali DCF, ma anche discrepanze non trascurabili in aree come la GSA 10 e la GSA 18. In generale lo sforzo di pesca stimato mediante il VMS risulta quasi sempre superiore a quello ufficiale. Inoltre, è importante sottolineare che, nell'ultimo biennio analizzato (2015-2016), tanto le stime ufficiali quanto quelle da VMS registrano un aumento dello sforzo. Considerato che la flotta a strascico italiana ha subito un generale decremento negli ultimi 10 anni, non si può che dedurre che tale aumento dello sforzo sia da ricondurre ad un aumento dell'attività media delle unità da pesca, come d'altronde evidenziato dai dati VMS. Queste stime dello sforzo di pesca, combinate con quelle relative alla produzione primaria, hanno permesso di modellare efficacemente sia l'andamento della produzione per le specie demersali, che il livello di sfruttamento di alcune delle principali specie sfruttate dalla pesca a strascico. Da questo punto di vista, un aspetto interessante, ma anche allarmante, è costituito dal fattore Anno, a cui è quasi sempre associato un andamento decrescente della variabile risposta, ovvero lo sbarcato.

#### ***WP5 - Utilizzazione ottimale della rete di ricerca in pesca per l'implementazione scientifica delle tematiche di rilevanza per le politiche della pesca***

Vista la crescente importanza di condividere gli avanzamenti ottenuti mediante l'attività di ricerca e di diffondere dati e informazioni mediante strumenti propri del Web 2.0, gli obiettivi di questo WP erano:

1. aggiornare la piattaforma online della Ricerca Italiana nel Settore della Pesca;
2. aggiornare la banca dati bibliografica collegata al portale;
3. garantire la funzionalità della piattaforma online per le attività del Programma di Ricerca.

Il Programma ha previsto dunque la completa revisione e ristrutturazione della precedente piattaforma informatica da parte dell'Unità Locale di Ricerca di Roma (ULR) del CoNISMa (Università di Roma Tor Vergata). A tal fine, è stata realizzata:

- l'attivazione di un nuovo indirizzo web dedicato (<http://itafish.net/>);
- la realizzazione ex-novo di tutta la piattaforma online, mediante la versione aggiornata di Wordpress. L'utilizzo del plugin "polylang" ha reso possibile sdoppiare tutte le pagine nella versione in italiano e in quella in inglese.

Il Programma ha previsto inoltre la ristrutturazione del sito web con la seguente organizzazione:

- una Home page in cui sono riportate alcune informazioni essenziali sul Programma di Ricerca. Tale pagina, così come tutte quelle del sito, è presente in modalità linguistica doppia (italiano/inglese), in modo da garantire una fruibilità adeguata per la comunità internazionale (Fig. WP5.1).

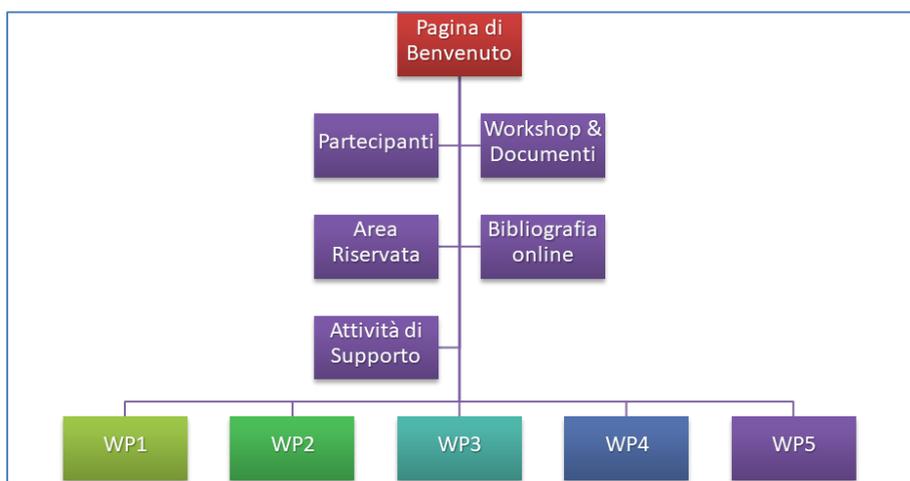


Fig. WP5.1 - Schema gerarchico dell'organizzazione della piattaforma online

Dalla Home Page (Fig. WP5.2), è possibile accedere alle seguenti pagine:

- a. **Partecipanti** (contenente l'elenco delle figure scientifiche coinvolte e del personale reclutato durante le attività progettuali);
- b. **Workshop & Documenti** (contenente una serie di materiali – sotto forma principalmente di presentazioni tematiche – preparati e diffusi durante le attività del programma di ricerca);
- c. **Area Riservata** (fornisce un accesso riservato ai soli utenti provvisti di credenziali, e serve per lo scambio di materiali e dati che non possono essere resi pubblici nell'immediato);
- d. **Bibliografia online** (ospita il link diretto al sistema di archiviazione e ricerca della letteratura scientifica);
- e. **Attività di Supporto** (fornisce un elenco di attività collaterali, realizzate durante la vita del programma di ricerca, su richiesta dell'Amministrazione);
- f. Una serie di pagine relative a ogni singolo **WP del Programma di ricerca**.

I contenuti delle pagine dedicate ai singoli WP del programma di ricerca forniscono una descrizione sintetica dell'attività scientifica condotta e, se disponibili, alcuni documenti di supporto, di divulgazione e di approfondimento. A titolo di esempio, la pagina dedicata al WP3 contiene i links ad alcuni documenti scaricabili liberamente dagli utenti. È importante sottolineare che, data la natura intrinsecamente internazionale degli argomenti trattati durante l'attività del Programma di Ricerca, spesso i documenti sono disponibili solo in lingua inglese.

Infine, la sezione Workshop & Documenti offre il link a diversi materiali di approfondimento, disponibili principalmente sotto forma di presentazioni condivise mediante il portale slideshare.

**BENVENUTI**

DI ITAFISH | 18 FEBBRAIO 2016 | UNCATEGORISED

Benvenuti, siete all'interno dello share point della **Rete Nazionale Italiana della Ricerca in pesca**.

I contenuti di questo sito web sono relativi alle attività del Programma di Ricerca:

"Basi scientifiche e strumenti a supporto dei piani di gestione della pesca nell'ambito della Politica Comune della Pesca e delle Politiche ambientali ed economiche (Rete Pesca III)"

Il progetto di ricerca si pone l'obiettivo generale di contribuire a rafforzare e consolidare la base scientifica necessaria all'attuazione di politiche e sistemi di regolazione della pesca, con particolare riferimento ai Piani di Gestione. L'approccio generale intende raccogliere le nuove sfide, collocando sempre più le risorse della pesca e le modalità di prelievo all'interno delle complesse relazioni con l'ambiente marino e le sue diverse componenti, avendo cura delle interazioni con i sistemi economici, sociali e dei comportamenti che regolano le dinamiche endogene, generando azioni di gestione e controllo.

Questa pagina è stata concepita per accogliere gli utenti e fornire loro una breve panoramica di questo spazio che, come stabilito nel documento disciplinare, è organizzato in aree tematiche corrispondenti ai Work package del Programma di Ricerca:

1. WP1 - Gestione pesca con draghe
2. WP2-Modellistica Bio-Economica
3. WP3-La pesca dell'alalunga
4. WP4- Indicatori ecologici
5. WP5- Le rete delle ricerca in pesca

MODIFICA

Fig. WP5.2 - Homepage nella versione italiana

**Azioni di supporto** - Questo tipo di azioni è consistito principalmente nel predisporre documenti utili alla Direzione generale della Pesca e dell'Acquacoltura del MIPAAF per aspetti collegati all'uso ed alla gestione delle risorse alieutiche, alla valutazione degli impatti delle attività di pesca ed al loro controllo; per partecipare a meeting nazionali e internazionali centrati su questi aspetti, per realizzare approfondimenti su aspetti legati alla raccolta dei dati alieutici (Data Collection Framework), alla base della formulazione di qualunque Piano di Gestione e dell'uso di modelli di previsione. Materiali relativi a questi aspetti sono disponibili sul sito web del progetto.

## SYNTHESIS OF THE RESEARCH WORK

**Key words:** Albacore, bio-economic modelling, Common Fishery Policy, Ecosystem Approach to Fishery, drifting surface longlines, environmental factors, environmental impact, fishing fleet, fishing effort, Fishery Management Plans, fishery resources, hydraulic dredges, Internet, macrozoobenthos, Mediterranean Sea, trends, modelling, simulation, uncertainty, Web2.0, Website.

The research project “*Scientific bases and tools to support the design of Fishery Management Plans in the Framework of the Common Fishery Policy and of the management of the marine ecosystems and the fishery economy*” (named: Rete3) aimed at strengthening the scientific bases needed to apply policies and management systems to the national fisheries, considering the operational framework of the Multiannual Management Plans.

The project, lasting 3 years has been organised in Work Packages (WP), interacting each other especially as regards the multi-tasking actions foreseen by the Common Fishery Policy (CFP) and the Marine Strategy Directive Framework.

### ***WP0 – Scientific coordination of the project activities***

Scientific coordination, management of the project activities, organization of three project meetings and 2 workshops.

### ***WP1 – Scientific basis for the design of the Management Plans for the hydraulic dredges***

The National Management Plan for hydraulic dredges already existing at the beginning of the project was not approved by the European Commission, which had pointed out several shortcomings on different occasions. The WP1 of RETE3 had therefore the urgency to support the preparation of a new formulation of the Management Plan and at the same time to involve all the relevant stakeholders.

Regional administrations and fishermen Consortia operating in the same Regions were involved in the process, thus deeply changing the procedure followed in other management plans, where the participation of local administrations and fishermen was more limited. The working method followed consisted in preparing a hydraulic dredging management plan with i) a general part on the legislation and fishing techniques on a national basis; ii) a more detailed analysis on the regional environmental situations; iii) an analysis on the state of the resources and on possible management actions. As it was foreseen by the project, all the scientific support action was based on the existing data on the state of mollusk populations, as highlighted in the single reports of the scientific institutes, prepared at the end of the CoNISMa RETE2 project, coordinated by prof. Stefano Cataudella. In practice, several regional meetings were held to determine the particular features of the plan for each marine district, discussing and sharing them with the fishermen. This led to the formulation of regional management plans, also formally adopted by the individual Regions in agreement with the fishermen Consortia.

This activity had two phases: the first one involved the Friuli Venezia Giulia, Veneto, Emilia Romagna and Marche regions, while for Abruzzo, Molise, Puglia, Lazio and Campania the contacts were less formal and the sharing of the framework was implemented thanks to meetings with the heads of the Consortia. The prepared draft plan was integrated with the reply to some considerations of the European Commission, then the text adopted was published on 2015, with the EC the approval.

The development of the Management Plan has begun considering the results of the research on the status of clam populations in the different maritime districts already carried out during previous projects. The analysis took into account the existing literature, which showed a certain variability even on fundamental parameters such as growth, reproduction and fishing mortality. The growth,

for example, is affected by the month of birth of the clams and then by the density of the settlements, the higher the density the lower the growth.

Field activities aimed at evaluating the impact of hydraulic dredges on macrozoobenthic communities were carried out in two independent areas, the first with two levels of fishing pressure and two sub-areas, the second with two levels, but with three sub-areas, for a total of 48 sampling stations. While the density of *Chamelea gallina* populations, i.e. of the target species, were clearly and significantly different depending on the fishing effort, differences in the structure of macrozoobenthic communities were not clearly associated to differences in fishing effort. However, in order to define the impact of hydraulic dredges, including undisturbed control areas in the sampling design would have been the best option. The only available area that was theoretically unaffected by fishing activities was the Marine Protected Area of Torre del Cerrano, but it was not possible, despite repeated attempts, to obtain the authorizations to collect macrozoobenthos samples in it. Therefore, setting up no-take zones is certainly needed to support further research about the environmental impact of hydraulic dredges, but obviously they could play an important role also by providing effective larval seeding.

### ***WP2 – Bioeconomic modelling to design management plans and options at GSA level***

This WP aimed at expanding the scope of uncertainty (*process and model errors*) to the different components (biological and fishing pressure) of the BEMTOOL bioeconomic model. Different functions have been implemented to account for uncertainty (process error) in the estimates of the parameters related to: i) stock-recruitment relationships, ii) growth, iii) natural mortality; besides the model for iv) maturity; v) fleet selectivity:

1. normal, with parameters of mean and standard deviation;
2. log-normal, with parameters of mean and standard deviation (log-scale);
3. uniform, with parameters of minimum and maximum (bounds of the interval).

Tests to verify the correctness of the uncertainty implementation have been carried out using the above listed probability distributions.

For each test 550 independent runs were performed projecting the simulated stock of *Pleuronectes platessa* of the North Sea to 2021 under status quo conditions. This stock has been assessed in 2015 (data to 2014) and it was used since the time series is quite long (from 1957) and contrasted. Thus the inputs for this case study were taken from the ICES Stock Assessment Graphs database (<http://sg.ices.dk>) (<https://www.rdocumentation.org/packages/icesSAG/versions/1.3-2>).

Details on the parameterization are in WP2 – Annex 1.

The response of the biological (stock-recruitment relationships, growth, natural mortality, maturity) and fishing pressure (fleet selectivity) components to the implementation of the uncertainty, has been monitored using 11 indicators, which are routine outputs of BEMTOOL: biomass of the exploited population; biomass of the population with fishing mortality  $F=0$ ; Spawning Stock Biomass (SSB) of the exploited population; SSB with  $F=0$ ; Ratio (SPR) between SSB and SSB with  $F=0$ ; mean individual length in the exploited population; mean individual length in the population with  $F=0$ ; mean length of spawner in the exploited population; mean length of spawner in the population with  $F=0$ ; simulated catch volume in weight; mean individual length in the simulated catches.

Using the simulated stock of *P. platessa* a case study has been carried out implementing 3 management scenarios to 2021:

- Scenario 1: *status quo* with option 1 for fish price (price with elasticity dependent from the catch volume variation);
- Scenario 2: increasing  $F$  by 40% applying option 1 for fish price;
- Scenario 3: increasing of fleet selectivity (increasing size at first capture from 20 to 25 cm) and application of option 2 for fish price (price with elasticity dependent from the catch volume and the average fish weight in the catch).

The results from the testing highlighted that, independently from the error probability distributions, the confidence intervals of the output indicators were consistent with the variation ranges in the inputs. Regarding the stock-recruitment relationships generally a higher stability was observed for the log-normal distribution. As expected indicators based on biomass were affected by a higher output uncertainty compared to the indicators based on means of length structures of the population and catches.

Results from scenario modelling highlighted that the simulations from BEMTOOL of SSB, F and catches were in good agreement with the results of the assessment of *P. platessa*. The uncertainty simultaneously acting on the different components (Ricker stock-recruitment relationship, growth, maturity and fleet selectivity) was consistently propagated to the different outputs. Furthermore, the propagation of uncertainty on the economic component has been evaluated through two price functions: the former dependent on the catch volume (lower the catches higher the price) the latter depending on both the catch volume and the length structure of catches (larger individuals gained a premium price). This option was very useful in the scenario 3 to forecast the consequences of changes in the catch structure following the increasing of fleet selectivity.

Further case studies were carried out, related to the management strategies for the stocks of small pelagics in the Adriatic sea (WP2-Annex 2) and for key demersal stocks in the northern Ionian sea (WP2-Annex 3).

The upgrade of the BEMTOOL implementing the uncertainty in the different components made it more in line with the paradigm of the Management Strategy Evaluation such as a4a MSE and FLBEIA (García et al., 2016).

Finally the BEMTOOL component on the natural mortality (M) has been further expanded adding two new length-age based sub-models to the ones already available: i) Gislason et al. (2010); ii) ProdbiomUS. The latter is a reviewed version of the Prodbiom (Abella et al, 1997) model and, differently from Prodbiom, it uses an equation that allows a unique solution (Martiradonna, 2012), thus overcoming the problem of multiple solutions faced in the different assessment working groups (e.g. GFCM, 2016).

A new release of the software in R with GUI and user manual have been finalised.

### ***WP3 – Scientific highlights and review of the organization of the fishing activities targeting albacore (Thunnus alalunga) to identify elements suitable for a proper stock management***

This WP contributed to a better knowledge of the Italian albacore (*Thunnus alalunga*) fishery (fleet size and distribution, seasonality, gears and catches), for improving stock management at national and Mediterranean level. Though the Italian fishery is the most important in Mediterranean (between 50 and 70% of the total), many characteristics of fleet and fishing activity are still not clear, since many boats change their target according to the opportunities and the season, shifting from albacore to swordfish and sometimes bluefin tuna. Further interest comes from the knowledge of overlapping “areas” between albacore and swordfish fishing because of the important by-catch of juvenile swordfish in some months of the year. Activities were organized according to phases.

#### *General investigation by the fishing ports.*

This first phase identified the regions with constant and important fishing activities, collecting information on fishing and gear characteristics. Logbooks and landing declarations of the Ministry were also consulted. From this first phase it turned out that:

1. Veneto e Friuli Venezia Giulia don't show any registered catches;
2. There are sporadic fishing activities in the following Regions: Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Abruzzo, Molise, Marche, Emilia Romagna, Basilicata. In some specific areas (part of Liguria and the island of Ponza) occasionally some traditional fishing activity exists.
3. Regular and targeted fishing activities occur in: Sicilia, Calabria, Sardegna and Puglia. Sicilia represents by far the most important fishing area. By a preliminary analysis of fishing data during 2015 almost 90% of the catches come from Sicilian boats.

In the three most important regions a census of the fishing boats has been carried out and the fishing characteristics and gears described in detail. Drifting surface longline is the only gear utilized. Considering some additional boats fishing occasionally in some other regions (such as Sardegna) an overall number of 150 boats can be estimated.

*Landing monitoring and on-board observer campaign.*

Two ports were selected: Porto Cesareo (Puglia) and Riposto (Sicilia), considering the importance and regularity of this specific activity there, as well as favorable logistic situation for data collection. That's why monitoring was concentrated on two, instead of the originally foreseen three ports. Monitoring of catches at landing sites and on board have been carried out, concentrating campaigns during summer-autumn, to focus on the impact of potential by-catch, such as swordfish juveniles. Landing monitoring and the information coming from the first phase have shown the existence of two different fleets with different fishing strategies. The major part of the fleet target albacore fishes either as target or as by-catch of other species of higher commercial value, mainly swordfish. It is an opportunistic fishery, carried out using gears of different size and characteristics, boat length not exceeding 15 m OA, fishing trips last on average 1 day. Reference markets are the national or the local one. Another part of the fleet has albacore as target species: fishing is carried out by no more than 20 boats, all of them coming from Sicilia, gears are of bigger size and standard characteristics, fishing trips last up to 10 days in areas even very far by the Italian coasts. Mainly South Aegean, until to North Africa. Reference market is the foreign market for canned product. The bulk of the national catches comes from this fleet.

On board observations highlighted the importance of by-catch of juvenile swordfish: in some months of the year (December) they can represent the majority of the catch in weight.

The need of strong measures to decrease this negative impact has also been recognized by the concurrent ICCAT recommendation (Recommendation 16-05 by ICCAT replacing the recommendation (13-04) and establishing a multi-annual recovery plan for Mediterranean swordfish) banning albacore fishing with longlines from the 1<sup>st</sup> of October to the 30<sup>th</sup> of November. Many data from the project and a careful work to recover past fishing data have contributed to the ICCAT database and were used for the ICCAT stock assessment session in June 2017. Many data coming from the project were also used during the "Expert Working Group" STECF-JRC and during the plenary STECF meeting (March 2017). In the final report it was highlighted that: "*the EWG considered this information of a great value to better understand the dynamics of Italian fleet, responsible of the bulk of the Mediterranean catches*".

***WP4 - Indicators (impact, pressure and state) for a sustainable fishery management and the application of the ecosystem approach***

Studies carried out in recent years have shown that the abundance of fishery resources varies according to the effects of climate, fishing effort and other anthropogenic pressures (spills of pollutants, subtraction of habitats, etc.) (Brander, 2010). According to the Ecosystem Approach to Fisheries (EAF), understanding of the exploitation dynamics and its driving factors plays a fundamental role in assessing the sustainability of fisheries (Fulton et al., 2011).

The activity of WP4 is divided into two tasks: *Review of the relationships between the surveyed indicators, the fishing pressure and the environmental variables* (task 4.1) and *Analysis of the trends of the indicators* (task 4.2).

As Task 4.1 concerns, the relationships between variables, environmental factors, fishing effort and abundance of fishery resources, identified on the basis of the examination of the available literature, were investigated in two main fishery areas of Italy, the Strait of Sicily and the Adriatic. In particular, we examined: i) the dynamics of the abundances of the target species of cephalopods (*Illex coindetii* and *Eledone moschata*) and selachians (*Squalus blainville* and *Raja clavata*) in the Strait of Sicily related to the chlorophyll a, surface and bottom temperature, surface salinity, currents to the bottom and number of trawlers, as an approximate measure of fishing effort; ii) the

relationships between the recruitment of anchovy and sardine in the Adriatic and red mullet in the Strait of Sicily, considering the abundance of spawners and some environmental parameters known in literature for their influence on recruitment success.

The results related to point i) show the existence of a relationship between the abundances of the two cephalopod species investigated during the spring (period 1998-2015) and the average surface water temperature and the chlorophyll concentration in the GSA 16 in winter. The analysis of the abundances of adults and juveniles in the same area between 1998 and 2008 shows that the success of the recruitment is mainly influenced by the environmental conditions, being minor the contribution of the abundance of the spawning stock. In the case of the selachians, results suggested that for all the species both the surface temperature and the chlorophyll influence the dynamics of the abundances. In the case of *S. blainville* the number of trawlers seems to have a weight, although not decisive, on the dynamics of the abundances. Considering the well-known sensitivity of the selachians to the fishing pressure, these results can be partially explained by the absence of a strong contrast in the effort data during the period between 1998 and 2015. However, the availability of a longer time series of *R. clavata*, achieved with the campaigns GRUND and MEDITS from 1990 to 2015, has highlighted a significant correlation between the abundance of the breed and the capacity of the trawling fleet of Mazara and Sciacca, the main fleets operating in the area, with the stock at sea increasing when the number of the fleet is decreasing.

The results related to point ii) show a progressive decrease in the biomass of anchovies and sardines associated with an increase in fishing mortality in the Adriatic. On the basis of the information available it does not seem plausible to attribute these changes only to fisheries. Although further and more detailed investigations are necessary, the comparison of the spatio-temporal patterns of the flows and nutrient load of the main rivers flowing into the area suggest to link the decrease in the loads and the variation of the nutrient composition, with an increase of the ratio nitrogen/phosphorus and a decrease of silicates to a reduced productivity of small pelagic stocks in the area. The effects of surface temperature on the recruitment of the red mullet in the Strait of Sicily has been confirmed on the basis of time series longer than that considered by Levi et al. (2003). Accordingly given the same spawning stock biomass, recruitment is greater in the years when surface water temperature (SST) during the pre-recruitment phase is higher than average. This effect of temperature is probably due to the fact that higher temperatures surface sea water is related to the reduction of the upwelling regime in the area which facilitate recruitment processes on coastal nurseries. Among the models examined (Cushing, Ricker, Beverton & Holt and Hockey stick), those including effects of the temperature anomaly in June-September are the most reliable, with the Hockey-Stick model showing the best fitting.

Fishing activity induces changes on marine ecosystem with direct effect on species abundances, changes in species composition and modification of population parameters. In the Mediterranean Sea, there are several concerns regarding the sustainable exploitation of fishery resources and the status of ecosystem communities. As declared by the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF), in the 2013 about 84% of stocks assessed in this area resulted overexploited with an exploitation rate 8 times greater than sustainability rate. Over-exploitation of fishery resources interested mainly demersal assemblages, as for example deep-water decapods species (*Aristeus antennatus*, *Aristeomorpha foliacea* or *Nephrhops norvegicus*) and teleosts like hake and red mullet, which represent the most important resources of Mediterranean fisheries. During the last decade, the availability of VMS and AIS data allowed the investigation of fishing effort patterns in space and time, opening a new era in the fisheries science. In this project, we pursue the following two aims: 1) to reconstruct the fishing effort deployed by the Italian trawlers with  $LOA \geq 15$  m in the seven Italian GSAs, for each year of the period 2006-2016, and to compare the reconstructed effort with the official DCF; 2) to model the relationship between the exploitation rate (i.e. the ratio between the current Fishing mortality (F) and  $F_{MSY}$ ) using the VMS-estimated and

the estimated Primary Production (PP); 3) to investigate the spatial and temporal patterns of demersal resources exploitation the the Thyrranian Sea, using bio-economic indicators to identify current trends and related drivers. The results evidenced:

- A partial agreement between official (DCF) and VMS-based assessment of the fishing effort, with an increasing trend in the last two years (2015-2016);
- A strong relationship between fishing effort pattern and fishing mortality of some key demersal stocks, with a significant decreasing of demersal landings and a progressive shift towards deep-water species and fishing grounds located offshore;
- The key role of market dynamics and fuel price, which represent the main drivers of these trends.

### *WP5 – Efficient use of the research network in fishery science to assist the implementation of fishery policy measures*

Given the increasing importance of sharing the progress returned by research activities and of disseminating data and information through the Web 2.0 tools, the aims of this WP have been:

1. Update and upgrade the online platform of the Italian Network of Fisheries Research;
2. Update the related database of scientific publications;
3. Support the activity of the online platform for the activity of the research project.

In this way, the WP completed the full review and the re-shape of the previous version of the online platform, developed by the Local Research Unit of the CONISMA Consortium, that is the University of Rome Tor Vergata. The Wordpress tool has been used to re-built the website (<http://itafish.net/>), while the “polylang” plugin allowed providing each page in both English and Italian versions.

The new structure of the website is summarized in Fig.WP5.1. The Home page briefly summarizes the scope and the aims of the project.

- A series of pages hosting:
  - a. The updated **online repository** of bibliographic resources
  - b. **Workshop & resources**: a series of documents collected during the project activities
  - c. **Participants**: a list of the researches involved into the project activities
  - d. **Restricted Area**: devoted to the exchange of documents and data without a public sharing;
  - e. **Supporting Activities**: the list of additional investigations performed within the project;
  - f. A single page for each **Working package** of the project.



Fig. WP5.1 – Scheme of the online platform

**Support actions** - These actions, linked to the project themes, were undertaken to support the national Administration.

## 1. INTRODUZIONE

Gli approcci condivisi per definire la pesca del futuro fanno sempre più riferimento ai Piani di Gestione che è possibile predisporre solo grazie al supporto di basi scientifiche formalmente riconosciute dagli organi consultivi europei (ICES e STECF) e dalle azioni svolte a livello dell'intero bacino dal GFCM-FAO. Questi Piani, con respiro temporale e spaziale diversificato, devono comunque condividere alcuni principi, ad esempio la capacità di soddisfare più istanze rappresentate da portatori di interessi diversi. Non solo i pescatori e le attività economiche collegate, ma anche tutte le altre istanze di natura collettiva, e non solo, che in genere possono coincidere con gli usi diversificati del mare. La definizione delle politiche della pesca e l'applicazione piena dei sistemi per l'attuazione ed il controllo dei processi di regolazione richiedono, per essere credibili, una sempre più solida base scientifica.

Il programma di ricerca "*Basi scientifiche e strumenti a supporto dei Piani di Gestione delle risorse della pesca nell'ambito della Politica Comune della Pesca e delle politiche ambientali ed economiche*" ha avuto l'obiettivo generale di contribuire a rafforzare e consolidare la base scientifica necessaria all'attuazione di politiche e sistemi di regolazione della pesca, tenendo conto delle esigenze e del quadro operativo dei Piani di Gestione. L'approccio generale intendeva raccogliere le nuove sfide, collocando sempre più le risorse della pesca e le modalità di prelievo all'interno delle complesse relazioni con l'ambiente marino e le sue diverse componenti, avendo cura delle interazioni con i sistemi economici, sociali e dei comportamenti che regolano le dinamiche endogene, generando azioni di gestione e controllo. Il programma ha avuto come riferimenti i principi ed i contenuti della nuova PCP, i principi ed i linguaggi espressi dal COFI FAO nei vari Piani di Azione per la pesca responsabile e sostenibile, quanto emerso nelle attività e nelle raccomandazioni del GFCM-FAO e nelle attività del SAC della stessa Commissione. In particolare, gli aspetti su cui sono stati definiti obiettivi finalizzati all'innovazione dei metodi scientifici per una gestione della pesca più sostenibile hanno come pilastri l'approccio Ecosistemico e la Strategia Marina cui la Strategia europea per gli ecosistemi marini si riferisce.

Per rispondere a questi obiettivi generali il programma si è articolato in 6 azioni, definite Work Packages (WP 0-5), con elementi di interazione, in particolare per gli aspetti relativi alla collocazione delle azioni stesse nelle multifinalità della PCP e della Strategia Marina.

### 1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO E FINALITÀ

Il progetto di ricerca, della durata di tre anni, ha avuto inizio il 22 settembre 2014. Il progetto si è concluso il 31.12.2017 dopo 3 mesi di proroga.

WP0 – Coordinamento scientifico delle attività progettuali.

Una riunione preliminare all'avvio dei lavori, con la Direzione Generale Pesca si è svolta presso il MIPAAF il 18.06.2014. Durante questa riunione sono stati evidenziati alcuni punti, relativi a temi emergenti per l'Amministrazione, come i Piani di gestione delle draghe idrauliche, il supporto alle azioni per l'implementazione della Strategia Marina, e per le componenti di valutazione degli indicatori di equilibrio e di sostenibilità biologica previsti dal piano della flotta. Il tema relativo ai Piani di gestione delle draghe idrauliche è riportato nelle attività svolte nell'ambito del WP1, gli altri temi sono invece riferiti alle *Azioni di Supporto*.

Il coordinamento scientifico delle attività progettuali ha riguardato, in particolare, l'organizzazione di 3 meeting di progetto e 2 workshop. Il materiale scientifico prodotto è disponibile sotto forma di presentazioni e documenti sul sito web del progetto. Ulteriori azioni di coordinamento e monitoraggio delle attività, analisi dei risultati, scambi di opinioni su aspetti rilevanti o critici,

confronto con un forum più ampio, sono stati svolti attraverso i supporti web del network di ricerca in pesca.

---

#### WP1 - Contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche

**Obiettivi:** WP1 raccoglie ed analizza sia le conoscenze di letteratura, sia quelle provenienti da diversi monitoraggi della risorsa vongole, associandole all'analisi del macrozoobenthos di aree a maggiore e minore impatto, per mettere a punto piani condivisi di gestione della risorsa vongole in diversi compartimenti marittimi.

**Contesto:** Il sottoprogetto “Contributi scientifici per la redazione dei piani di gestione per le draghe idrauliche” ha una finalità scientifica e applicativa in quanto la Direzione Generale Pesca del Ministero Politiche Agricole, Alimentari e Forestali ha richiesto il supporto scientifico per la redazione del Piano Nazionale di Gestione per le Draghe Idrauliche. Una versione già esistente all'inizio del progetto non aveva avuto l'approvazione della Commissione Europea, che aveva segnalato, a più riprese, diverse carenze. Il sotto-progetto di Rete3 aveva quindi l'urgenza di sostenere la D.G. Pesca nella fase di predisposizione di un nuovo testo per il Piano di Gestione Nazionale Draghe Idrauliche ed, al tempo stesso, di coinvolgere il settore produttivo in alcune scelte per un'attività di pesca sostenibile, con la condivisione anche delle Regioni. Va ricordato, infatti, che la gestione della pesca con draghe idrauliche coinvolge in Italia 700 motopesca che operano prevalentemente su 3 specie: vongole (*Chamelea gallina*), cannolicchi (*Ensis minor*) e fasolari (*Callista chione*), specie che hanno parametri biologici diversi ed aree di pesca diverse, dislocate in ambiti regionali differenti. Elemento fondamentale per la predisposizione del Piano di Gestione Draghe Idrauliche sono stati i risultati della linea di ricerca sulla situazione delle popolazioni oggetto di pesca con draga idraulica, studio condotto con uniformità di metodo da diversi Istituti di Ricerca nel corso del progetto di ricerca RETE PESCA2, coordinato dal CoNISMa e terminato contestualmente alla presentazione del Progetto Rete3. La sollecitazione della Commissione Europea all'Amministrazione Italiana e le richieste di alcune deroghe da parte dei rappresentanti dei pescatori hanno accelerato l'inizio delle attività del progetto, che è iniziato immediatamente su richiesta della D.G. Pesca, determinando le linee di attività ed i tempi.

**Deviazioni dal programma:** la parte della ricerca sul macrozoobenthos, si è svolta attraverso l'individuazione di aree con la presenza di vongole ed un diverso grado di sfruttamento, in modo da poter osservare come una diversa intensità di pesca possa influenzare la comunità macrozoobentonica. In origine, nell'area di indagine più settentrionale, centrata sul litorale abruzzese fra Roseto e Silvi, era stato pianificato un campionamento con 10 stazioni poste all'interno dell'Area Marina Protetta di Torre del Cerrano, considerata, almeno nominalmente, come area indenne da pressione di pesca, e 10 stazioni poco più a nord, nel tratto di mare su cui si affaccia Roseto. Tuttavia, malgrado i reiterati tentativi, non è stato possibile ottenere il permesso ad operare all'interno dell'AMP né dalla direzione della stessa, né dal Ministero dell'Ambiente. Maggiori dettagli sono riportati nell'Introduzione di WP1-Annesso 2.

---

#### WP2 - Modellistica bio-economica per l'ottimizzazione dei piani di gestione a livello di GSA

**Obiettivi:** Potenziare approcci di simulazione e renderli sempre più robusti e fornire suggerimenti in linea con gli obiettivi della gestione della pesca. Sono state quindi implementate nel modello BEMTOOL (Accadia et al., 2013; Facchini et al., 2014; Rossetto et al., 2014; Bitetto et al., 2015; Spedicato, 2016) fonti di incertezza in modo da coniugare un approccio di tipo Management Strategy Evaluation (MSE) con una componente economica molto strutturata.

**Contesto:** L'approccio MSE è un processo che usa simulazioni per determinare quanto le strategie di gestione siano robuste rispetto all'incertezza dovuta alla misura delle variabili (e.g.

indici di abbondanza), ai processi di stima (e.g. reclutamento) ed ai sub-modelli che entrano nei sistemi di valutazione (e.g. maturità) (e.g. Smith, 1994). Vi sono in letteratura diversi esempi di implementazione di MSE. In Sud Africa per stabilire TAC di vari stock (e.g. *Engraulis encrasicolus*, *Merluccius paradoxus*, *Trachurus trachurus capensis*) (Bergh e Butterworth, 1987; De Oliveira e Butterworth, 2004); o nell'ambito della International Whaling Commission (IWC, <https://iwc.int/member-map>), che ha estesamente utilizzato l'approccio di MSE, fin dalla seconda metà degli anni '80, per selezionare strategie e calcolare limiti di cattura delle balene (Punt and Donovan, 2007). Altre applicazioni su diversi stock e fisheries sono state realizzate in Australia e Nuova Zelanda. L'ICES ha realizzato 18 piani di gestione per gli stock del Nord-Est Atlantico utilizzando l'approccio MSE, su cui lo STECF ha valutato l'impatto dei piani proposti (STECF, 2011a; b). Metodi di MSE sono stati, infine, utilizzati per raggiungere obiettivi multi-specie ed di ecosistema (Sainsbury et al., 2000; Fulton et al., 2007; Dichmont et al., 2008 e 2013; Plagány et al., 2013). L'approccio di MSE ha dunque bisogno di un insieme di strumenti (i.e. modelli e sub-modelli) che operino in maniera complementare, e cioè un operating model che mima la realtà, modelli per l'implementazione dell'incertezza, regole per l'implementazione di strategie di gestione. Sulla base di queste considerazioni, sono state implementate nella componente biologica di BEMTOOL (ALADYM; Lembo et al., 2009; Spedicato et al., 2010) diverse funzioni che consentono di tener conto dell'incertezza (*process error*) sulla stima dei parametri di: relazione stock-recruitment; parametri di crescita; mortalità naturale; e di mimare l'incertezza sui modelli che regolano la dinamica delle popolazioni marine sfruttate (*model error*): i) maturità; ii) selettività della flotta. Infine, la parte relativa alla mortalità naturale (M) è stata ulteriormente estesa includendo altri due modelli di mortalità naturale vettoriale dipendenti dai parametri di crescita: i) Gislason et al. (2010); ii) ProdbiomUS: una versione rivista di Prodbiom che ammette una sola soluzione. Quest'ultimo aspetto è innovativo nel panorama della stima di M con il metodo Prodbiom (Abella et al., 1997), in quanto le implementazioni finora utilizzate si basano su algoritmi di ottimizzazione che ammettevano più soluzioni (Martiradonna, 2012) e quindi con difficoltà applicative, più volte evidenziate nei gruppi di lavoro di stock-assessment (e.g. GFCM, 2016).

---

WP3 - Evidenze scientifiche, descrizione ed articolazione delle attività di pesca e delle catture di alalunga (*Thunnus alalunga*) al fine di identificare i parametri di riferimento per una corretta gestione dello stock.

**Obiettivi:** Consistono nell'offrire un contributo conoscitivo completo su consistenza, distribuzione ed articolazione della flotta e delle attività di pesca al tonno alalunga (*Thunnus alalunga*), anche ai fini della valutazione dell'importanza dell'impatto della pesca della specie target in relazione ad altre specie (by catch e discard).

**Contesto:** *Thunnus alalunga* appartiene al gruppo dei grandi pelagici, e come tale è considerata una risorsa condivisa: la valutazione dello stock e le eventuali misure di protezione sono quindi a carico di organismi internazionali, in particolare dell'ICCAT, come avviene per il tonno rosso e il pesce spada. La pesca dell'alalunga in Italia contribuisce con una percentuale variabile tra il 50 e il 70% circa alla quantità totale di prodotto pescato nel Mediterraneo, seguita dalla Grecia (circa il 20%) e da altri Paesi (con percentuali molto inferiori): la pesca, dopo la messa al bando delle reti derivanti, è condotta quasi esclusivamente con il palangaro di superficie. Tale attività, secondo la letteratura, è praticata soprattutto nelle aree meridionali del bacino, in particolare nell'Adriatico meridionale e nello Ionio, nonché in parte del basso Tirreno. La consistenza e l'articolazione della flotta e delle attività di pesca rimangono ancora non ben definite, in quanto molte imbarcazioni possono variare il target, a seconda delle opportunità e della stagione, dall'alalunga al pesce spada e, limitatamente, anche al tonno rosso. Dal punto di vista della situazione dello stock, la valutazione condotta da ICCAT nel 2011 identificava un "pattern" relativamente stabile della biomassa dello stock, ma sottolineava, allo stesso tempo, la necessità di disporre di ulteriori dati, certi ed affidabili,

sui vari aspetti della pesca, della flotta e dello sforzo, che risultano non costanti e in molti casi incompleti, così come alcuni aspetti della biologia riproduttiva. Il progetto ha voluto contribuire ad aumentare la conoscenza della pesca dell'adalunga nelle sue diverse componenti (entità e distribuzione della flotta, stagionalità, attrezzi utilizzati e taglie catturate), che costituiscono un presupposto fondamentale per la gestione dello stock a livello mediterraneo oltre che nazionale. Ulteriori motivi di interesse sono costituiti dall'approfondimento delle conoscenze sulle aree di "overlapping" tra alalunga e pesce spada, in particolare per l'importante quota di by-catch costituita dai giovanili di pesce spada in alcuni mesi dell'anno.

Il progetto ha cercato inoltre di chiarire alcuni importanti aspetti della biologia della specie, elaborando una sintesi delle conoscenze sulle aree di riproduzione (presenza di larve) dell'adalunga in Mediterraneo, compreso il periodo riproduttivo e l'età di prima riproduzione. Lo svolgimento delle attività del progetto ha comportato alcune deviazioni rispetto a quanto previsto nel documento iniziale, che non hanno comunque inciso in maniera significativa sui risultati, e sono stati dettati dall'opportunità di adattarsi a condizioni specifiche non programmabili in anticipo. In particolare, la necessità di considerare con particolare attenzione il potenziale impatto della pesca dell'adalunga sui giovanili di pesce spada, ha indotto a concentrare i campionamenti a bordo nel periodo estivo-autunnale, periodo nel quale tale problema si manifesta con particolare evidenza. Peraltro, il particolare andamento della stagione di pesca e delle condizioni meteomarine avevano comunque indotto le barche più importanti della marineria siciliana a spostarsi, nel periodo primaverile—estivo, nelle aree antistanti la Grecia anche per lunghi periodi, impedendo quindi la possibilità di effettuare campagne di osservazione a bordo.

---

WP4 - Indicatori (di impatto, di pressione, e di stato) per la gestione sostenibile della pesca e per la piena applicazione dell'approccio ecosistemico

**Obiettivi:** In questo WP si riconsidera il sistema degli indicatori, per renderlo maggiormente funzionale alla gestione delle risorse di pesca, introducendo analisi statistiche che rilevino tendenze intrinseche e relazioni fra il sistema degli indicatori correnti e le variazioni ambientali, per contribuire a realizzare l'approccio eco sistemico alla valutazione e gestione delle risorse di pesca.

**Contesto:** La dinamica delle risorse da pesca dipende da fattori naturali ed antropici che interagiscono in maniera complessa. Gli studi compiuti negli ultimi anni hanno mostrato che le abbondanze delle risorse da pesca variano in ragione degli effetti del clima, dello sforzo di pesca e delle altre pressioni antropiche (sversamento di inquinanti, sottrazione di habitat, ecc) (Brander, 2010). In un'ottica di approccio di ecosistema è quindi importante non solo valutare gli effetti della pesca sull'abbondanza e la demografia delle risorse da pesca e delle comunità in cui esse vivono, ma anche quelli delle variazioni ambientali e del cambiamento climatico sulle potenzialità produttive degli stock e sulle conseguenti possibilità di pesca. L'attenzione sul sovrasfruttamento delle risorse marine deve andare al di là degli impatti della pesca sulle popolazioni naturali, fino a comprendere le interazioni tra le popolazioni delle specie oggetto di sfruttamento e l'impatto complessivo della variabilità del clima sulle risorse stesse (FAO, 2012). Nell'ambito dell'Approccio Ecosistemico alla Pesca (EAF), lo studio della risposta delle risorse da pesca all'impatto dei fattori naturali e antropici può essere affrontato mediante l'analisi di relazioni funzionali tra l'abbondanza e la demografia delle risorse e le principali forzanti individuate come determinanti la loro dinamica nel tempo. In questo contesto, lo studio delle dinamiche spazio/temporali dello sforzo di pesca, seguito all'introduzione del sistema di monitoraggio dei pescherecci (VMS) nel 2002, ha assunto un ruolo crescente nell'implementazione dell'EAF.

Gli obiettivi generali del presente WP sono perseguiti all'interno di due task: Review delle relazioni tra gli indicatori oggetto di indagine, la pressione di pesca e le variabili ambientali (task 4.1) e Analisi delle tendenze degli indicatori (task 4.2).

Nell'ambito della task 4.1 è stata realizzata una rassegna bibliografica, con particolare riferimento ai mari italiani, delle relazioni dei parametri ambientali con abbondanza e demografia delle risorse da pesca, con particolare riferimento alle risorse demersali ed ai piccoli pelagici. In questa relazione finale si approfondiscono, presentando anche analisi originali condotte nell'ambito del progetto Rete 3, le relazioni tra ambiente e risorse da pesca in specie che coprono uno spettro ampio di risposta alla pressione di pesca. In particolare si sono studiati in due aree di studio (Stretto di Sicilia e Adriatico Settentrionale): i) cefalopodi (bassa vulnerabilità alla pressione di pesca), ii) pesci ossei (media vulnerabilità) e iii) selaci (alta vulnerabilità).

Nell'ambito della task 4.2 si sono fornite stime di sforzo da pesca delle imbarcazioni a strascico basate sull'uso dei dati di attività ricavati dal VMS in tutti i mari italiani e studiate le relazioni tra la composizione quali/quantitativa dello sbarcato delle strascicanti ed i principali forzanti ambientali e socio-economici. In particolare si è provveduto a: i) fornire una stima indipendente dello sforzo di pesca, a partire dai dati VMS in tutte le GSA, ii) analizzare gli effetti dello sforzo di pesca e della Produzione Primaria sull'andamento dello sbarcato totale dello strascico in tutte le GSA, e iii) studiare la variazione della composizione specifica dello sbarcato dello strascico nei mari italiani occidentali in relazione ai pattern spazio-temporali dello sforzo di pesca e/o da fattori di mercato.

---

#### WP5 - Utilizzazione ottimale della rete di ricerca in pesca per l'implementazione scientifica delle tematiche di rilevanza per le politiche della pesca

**Obiettivi:** Alimentare le relazioni in una comunità scientifica capace di dare risposte qualificate e frutto della collaborazione scientifica indipendente, dando base scientifica al processo decisionale, confermandone e contrastandone le scelte sulla base dei risultati della ricerca indipendente.

**Contesto:** E' un'azione trasversale ai WP 1-4 e ha funzioni di supporto all'azione generale del progetto e al complesso sistema della ricerca in pesca. Il rationale di questo WP si fonda sulla conclamata e crescente importanza delle piattaforme operanti mediante internet nello scambio di dati e informazioni, nella diffusione di contenuti scientifici, e nella connessione tra gruppi di ricerca distribuiti in maniera diffusa e disaggregata, come appunto gli istituti di ricerca facenti parte del sistema italiano della Ricerca nel settore della Pesca. D'altronde, lo sviluppo di Internet stessa è storicamente legato alle "vicende della scienza": la rete è nata (anche) per connettere centri di ricerca sparsi per il mondo (come il CERN di Ginevra) e fare in modo che essi possano scambiarsi dati scientifici. Viceversa, gli effetti della rivoluzione tecnologica basata su Internet si sono riverberati con forza sul mondo della ricerca che, per la sua natura, si basa sulla comunicazione e sullo scambio di informazioni. Ne è prova l'ampio utilizzo di strumenti, propri del Web 2.0, che con la loro attività realizzano il cuore della produzione di contenuti in rete. Infatti, negli ultimi anni, si sono diffuse e affermate le forme di pubblicazione dei dati scientifici e le riviste open access che sfruttano le nuove tecnologie informatiche per mettere a disposizione di chiunque, in modo rapido, comodo e gratuito, i risultati delle ricerche, compresi i dati che costituiscono il materiale grezzo sul quale si fonda quella che alcuni chiamano "scienza 2.0". Tuttavia, ancora deficitaria è la possibilità di reperire nel Web la letteratura grigia, così utile a descrivere i risultati acquisiti nelle differenti attività di ricerca e a favorire la comunicazione tra gli stessi ricercatori del network Rete Pesca.

Gli obiettivi di questo WP erano:

1. aggiornare la piattaforma online della Ricerca Italiana nel Settore della Pesca;
2. aggiornare la banca dati bibliografica collegata al portale;
3. garantire la funzionalità della piattaforma online per le attività del Programma di Ricerca.

---

#### Azioni di supporto

Questo tipo di azioni, collegate ai temi del programma, è stato rivolto a iniziative istituzionali. Alcuni documenti sono consultabili direttamente sul sito web.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.0 WP0 – COORDINAMENTO SCIENTIFICO DELLE ATTIVITÀ PROGETTUALI

Il coordinamento scientifico delle attività progettuali è stato realizzato dal responsabile scientifico del progetto insieme ai responsabili dei WP, che si sono occupati del monitoraggio di ciascun WP sotto la propria responsabilità, delle interazioni fra i vari gruppi di ricerca coinvolti, dei rapporti con l'Amministrazione MIPAAF, dell'organizzazione delle riunioni e workshop programmati, della formalizzazione di un sistema di raccolta e rilancio in rete delle istanze tecnico-scientifiche multidisciplinari poste dall'Amministrazione italiana. Le azioni di supporto operativo e amministrativo sono state svolte dall'unità centrale di CoNISMa.

### 2.1 WP1 - CONTRIBUTI SCIENTIFICI PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI GESTIONE PER LE DRAGHE IDRAULICHE

La prima fase del Progetto è stata la predisposizione delle linee generali di un piano di gestione condiviso tra Direzione Generale Pesca Marittima e Commissione Europea che, dopo varie formulazioni, ha trovato l'accordo sulla predisposizione di un piano di gestione draghe idrauliche, unico per l'Italia, che seguisse le linee generali dei piani di gestione, ma che al contempo considerasse le situazioni ambientali e di pesca esistenti nelle singole Regioni ove viene effettuata la pesca. Inoltre, le linee di gestione che entravano a far parte del piano dovevano essere preventivamente condivise con le singole Regioni e con i Consorzi Gestione Molluschi operanti nelle stesse Regioni. Ciò modificava profondamente la procedura seguita in altri piani di gestione, ove la partecipazione delle amministrazioni locali e delle categorie era più limitata.

Il metodo di lavoro seguito è stato quello di predisporre un piano di gestione draghe idrauliche composto da una parte generale sulla normativa e sulle tecniche di pesca su base nazionale e, successivamente, da un'analisi più dettagliata su base regionale della situazione ambientale, dello stato delle risorse oggetto di pesca e dei possibili interventi gestionali.

Le condizioni ecologiche e la situazione delle risorse dei Molluschi Bivalvi sono diverse nelle singole Regioni e Compartimenti Marittimi, per cui il piano doveva considerare queste realtà e coinvolgere i Consorzi di Gestione compartimentali nella scelta delle misure da individuare e indicare il loro ruolo per una gestione sostenibile. Ciò significa condividere i diversi reference point o punti di riferimento per graduare e applicare gli interventi. Per prendere le decisioni in una gestione condivisa è basilare concordare i ruoli che i diversi attori devono avere nel tempo ed i ruoli che i Consorzi e le diverse Amministrazioni devono avere nel processo di analisi delle situazioni, nel monitoraggio e nel controllo sull'applicazione del Piano.

Come era previsto dal progetto, tutta l'azione di supporto scientifico si è basata sui dati esistenti sullo stato delle popolazioni di Molluschi, come evidenziato nelle singole relazioni degli istituti scientifici, predisposta a conclusione del progetto RETE PESCA 2 svolto dal CoNISMa, con il coordinamento del prof. Stefano Cataudella.

La riorganizzazione del materiale esistente, per Compartimento Marittimo e per Regione, ha evidenziato la notevole variabilità di situazioni esistenti e la mancanza di un quadro di riferimento comune in quanto le condizioni locali quali l'ampiezza dell'area di presenza delle specie oggetto di pesca, la frequenza di fattori ecologici negativi, ad esempio anossie con morie indipendenti dalla pesca, la diversa distribuzione territoriale dei motopesca con draga idraulica ed i meccanismi ecologici che influenzano la formazione di banchi di vongole, sono alcuni dei fattori che hanno influenzato la predisposizione dei piani di gestione draghe su base regionale.

In pratica il supporto per la redazione di un piano ha contribuito a predisporre la parte introduttiva di carattere generale e poi, sulla base delle caratteristiche ambientali locali, sotto l'egida delle Regioni, sono stati fatti diversi incontri per determinare le linee particolari del piano per ogni Compartimento, discutendole e condividendole con i rappresentanti del settore produttivo. Ciò ha portato alla formulazione di piani di gestione regionali, adottati anche formalmente dalle singole Regioni con la condivisione dei Consorzi.

L'attività di condivisione ha avuto due fasi, quella Regione per Regione, che ha interessato le Regione Friuli Venezia Giulia, Veneto, Emilia Romagna e Marche, mentre per Abruzzo, Molise, Puglia, Lazio e Campania i contatti sono stati meno formali e la condivisione delle linee generali è stata attuata con riunioni con i responsabili dei Consorzi. Infatti, la mancata approvazione del Piano di Gestione Draghe Idrauliche predisposto negli anni precedenti aveva portato ad una procedura comunitaria per infrazione. Era necessario quindi chiudere rapidamente la bozza del piano, riducendo pertanto i tempi dedicabili alle consultazioni.

La bozza di piano predisposta è stata integrata con la risposta ad alcune considerazioni della Commissione Europea ed il testo adottato è stato pubblicato sulla G.U. Italiana con l'approvazione della CE, ponendo fine, nel corso del 2015, alla procedura d'infrazione per il problema Piano di Gestione Draghe Idrauliche.

Trattandosi di utilizzo di dati scientifici raccolti in precedenza e di documenti già approvati nella relazione finale del progetto RETE PESCA 2, non è stata sviluppata alcuna analisi alternativa.

Il WP1 prevedeva oltre alle attività finalizzate alla predisposizione di un piano di gestione draghe idrauliche anche una parte sperimentale di analisi del macrozoobenthos per verificare l'impatto sull'ecosistema della pesca con draghe. Questa linea di ricerca ha trovato la principale difficoltà nell'individuare delle zone con diverso impatto dell'attività di pesca, in quanto anche zone che secondo la normativa presentano un divieto di pesca possono risultare nella pratica soggette ad impatti di altre forme di pesca o anche di attività illegali di pesca dirette agli stessi Molluschi Bivalvi. Le attività di campionamento ed analisi della comunità macrozoobentonica in rapporto all'impatto delle attività di pesca con draghe idrauliche sono state svolte in due aree indipendenti, a cura delle UULLRR dell'Università di Bari e di Roma Tor Vergata (vedi rapporti estesi negli Annessi WP1, rispettivamente 1 e 2). La prima si è concentrata su due aree antistanti il lago di Varano (fig. 2.1.1), che risultano sottoposte a pressioni di pesca nulle (area "Low") o modeste (area "High").

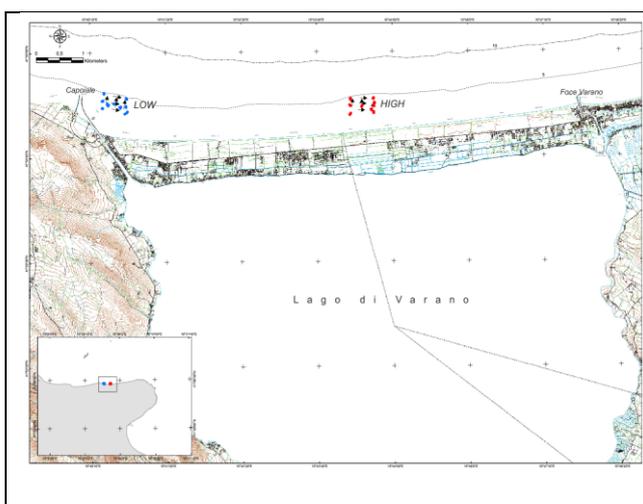


Fig. 2.1.1. - Aree di campionamento dell'ULR di Bari lungo il litorale pugliese.

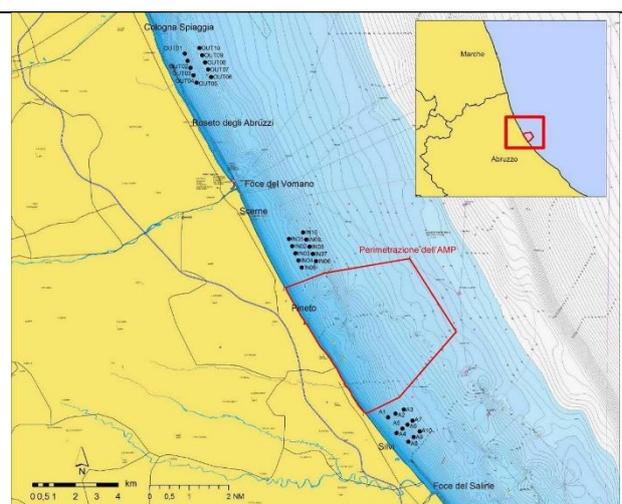


Fig.2.1.2. Aree di campionamento dell'ULR di Roma Tor Vergata lungo il litorale abruzzese.

A partire dal 19 e sino al 21 luglio 2017 sono state realizzate 3 giornate di campionamento con l'ausilio dell'imbarcazione "SETTEVOCI" (matr. 1MF1752). In particolare, in ciascuna delle aree già menzionate sono state localizzate 9 stazioni di campionamento ed in ciascuna di queste ultime sono state effettuate 3 repliche di prelievo. Le profondità delle stazioni sono comprese fra 2 e 5 metri.

Le attività dell'ULR di Roma Tor Vergata hanno invece interessato il litorale abruzzese, fra Silvi e Roseto (fig. WP1.2). In origine si era pianificato l'uso dell'AMP di Torre del Cerrano, ma dopo un lungo ed infruttuoso iter autorizzativo si è dovuto desistere (vedi dettagli del rapporto esteso in WP1-Annesso 2). Il campionamento è stato dunque effettuato in tre aree, ciascuna con 10 stazioni di campionamento in cui si è operato esattamente con gli stessi metodi descritti in precedenza. Delle tre aree due (identificate come "IN" ed "A") erano poste ai margini dell'AMP, rispettivamente a nord ed a sud della stessa, ed una più distante, in posizione approssimativamente antistante l'abitato di Roseto. Le prime due aree, sulla base delle indicazioni della marineria locale (e delle evidenze sperimentali), sono soggette ad una pressione di pesca molto elevata, mentre la seconda è meno intensamente sfruttata. Purtroppo, l'impossibilità di operare all'interno dell'AMP di Torre del Cerrano ha fatto venire meno la possibilità di disporre di un'area di controllo virtualmente indenne. Le attività di campo sono state svolte fra il 2 ed il 4 novembre 2017 con l'ausilio della motopesca SCARABOCHI (matr. 4PC633) e le profondità di campionamento sono variate fra 4 e 9 metri. Per ulteriori dettagli su metodi e bibliografia si vedano i rapporti in forma estesa, presentati come Annessi (WP1-Annesso 1 e WP1-Annesso 2).

## 2.2 WP2 - MODELLISTICA BIO-ECONOMICA PER L'OTTIMIZZAZIONE DEI PIANI DI GESTIONE A LIVELLO DI GSA

I materiali e metodi di questo WP sono riportati in dettaglio in WP2 – Annesso1 - Materiali e metodi in dettaglio.

Nelle componenti biologica e di pressione di pesca di BEMTOOL sono state implementate diverse funzioni che consentono di tener conto dell'incertezza (process error) sulla stima dei parametri di: i) relazione stock-recruitment, ii) crescita, iii) mortalità naturale; oltre a funzioni che permettono di mimare l'incertezza sui alcuni modelli base che regolano la dinamica delle popolazioni marine sfruttate (model error): iv) maturità; v) selettività della flotta.

I test di verifica relativi all'implementazione dell'incertezza sono stati realizzati utilizzando tre fra le distribuzioni di probabilità implementate:

4. Normale, con parametri media e deviazione standard;
5. Log-normale, con parametri media e deviazione standard (in scala logaritmica);
6. Uniforme, con parametri minimo e massimo (estremi l'intervalli di estrazione).

Per ogni test sono state effettuate 500 proiezioni indipendenti, fino al 2021, in condizioni di *status quo* di uno stock simulato, quello di *Pleuronectes platessa* del Mare del Nord, valutato nel 2015 con anno di riferimento 2014. Gli input utilizzati per la fase di test relativa alle singole fonti di incertezza (relazione stock-recruitment, crescita, mortalità naturale, maturità, selettività) e ad un caso di studio più complesso provengono dall'ICES Stock Assessment Graphs database (<http://sg.ices.dk>) e sono stati scaricati utilizzando un'apposita interfaccia R, icesSAG, sviluppata da Coilin Minto (<https://www.rdocumentation.org/packages/icesSAG/versions/1.3-2>).

I test per la valutazione della coerenza dei risultati del modello, una volta implementata l'incertezza, sono stati realizzati utilizzando questo assessment, perché la serie temporale di dati è lunga nel tempo (a partire dal 1957) e contrastata. Le parametrizzazioni di tutti i test sono riportate in WP2 – Annesso1.

In figura 2.2.1 è rappresentato il flusso logico relativo all'implementazione dell'incertezza nelle diverse componenti di BEMTOOL.

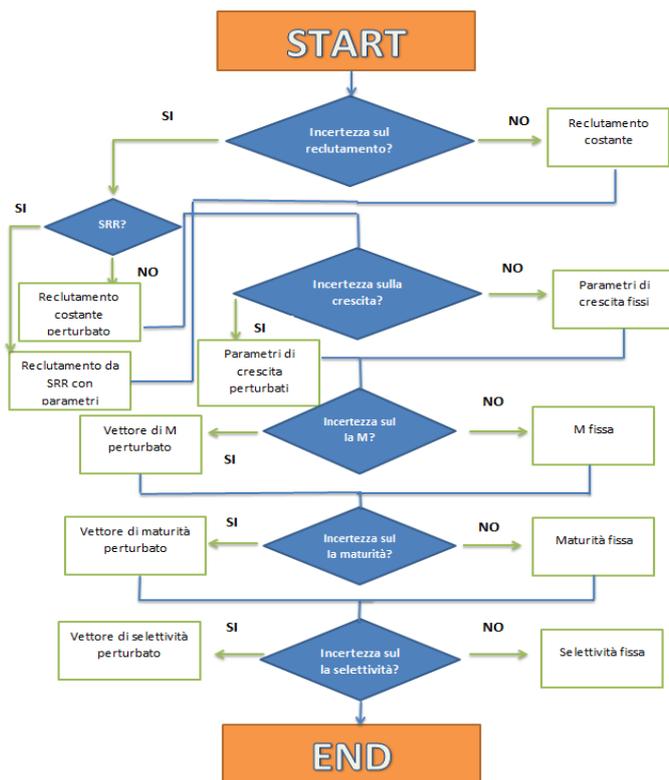


Fig. 2.2.1 – Schema concettuale di parametrizzazione dell’incertezza nella componente biologica e di pressione di BEMTOOL

### Incertezza sulla relazione stock-recruitment (process error)

L’incertezza di tipo “process error” è legata ai processi biologici, che a volte risultano autocorrelati, come reclutamento e mortalità naturale. Per incorporare questo tipo di incertezza in BEMTOOL, all’interno delle relazioni stock-recruitment già implementate, sono stati esplorati e testati diversi approcci, in particolare:

1. griglia di coppie di parametri estratti da distribuzioni di probabilità normale (e.g. Kell et al., 2005a; b);
2. griglia di coppie di parametri estratti da distribuzioni di probabilità log-normale;
3. griglia regolare di coppie di parametri o distribuzione uniforme;
4. griglia di coppie (o terne, a seconda della relazione) di parametri stimate off-line, ad esempio da Eqsim (Minto et al., 2014; ICES, 2015).

Per i primi 3 approcci coppie (o terne, a seconda della relazione) di parametri della relazione stock-recruitment sono state estratte da distribuzioni di probabilità con parametri noti. Il quarto approccio è stato esplorato solo a titolo di esempio, utilizzando le realizzazioni dei parametri di relazioni stock-recruitment stimate dal software Eqsim (stochastic equilibrium reference point software, <https://github.com/ices-tools-prod/msy>).

Realizzando una serie di simulazioni è atteso che, se la serie storica non è molto lunga, le relazioni stock-recruitment applicate per l’approccio 3 (uniforme) siano regolari ed equidistribuite; le realizzazioni di Eqsim invece (approccio 4) più concentrate, definendo un ventaglio di segmented regression meno ampio. Infine l’approccio 2 (normale) determina un set di curve maggiormente concentrate nella regione dove sono presenti le curve dell’approccio 3 (uniforme), con qualche curva posizionata fuori dalla nuvola principale e determinata da valori estremi dei parametri a e b

La componente biologica di BEMTOOL, ALADYM, prevede 5 relazioni stock-recruitment: 1. Beverton e Holt (1957); 2. Ricker (1954); 3. Shepherd (1982); 4. Hockey stick (o segment regression) (Barrowman and Myers, 2000); 5. Quadratic hockey stick (Barrowman and Myers,

2000). Ciascuna di queste funzioni è stata generalizzata in modo da incorporare un'incertezza sui parametri e sul modello.

Nella realizzazione dei test di coerenza di implementazione dell'incertezza in questa componente del modello, i parametri delle relazioni stock-recruitment sono stati stimati mediante la funzione *fmle* sviluppato nel framework FLR.

---

#### Incertezza sulla crescita (process error)

L'introduzione dell'incertezza sulla crescita individuale (in termini di lunghezza ad età) è stata affrontata considerando il legame tra lunghezza asintotica  $L_{\infty}$  e tasso di crescita individuale  $k$  nella funzione di von Bertalanffy. Sono state implementate due opzioni per introdurre l'incertezza sulla funzione di crescita:

- $L_{\infty}$  "free": l'incertezza è definita sulla lunghezza asintotica, attraverso una funzione di probabilità; il modello, mediante un algoritmo di ottimizzazione, stima per ciascuna realizzazione di  $L_{\infty}$ , il corrispettivo  $k$ ;
- $K$  "free": l'incertezza è definita sul tasso di crescita individuale, attraverso una funzione di probabilità; il modello, mediante un algoritmo di ottimizzazione, stima per ciascuna realizzazione di  $k$ , il corrispettivo  $L_{\infty}$ .

---

#### Incertezza sulla mortalità naturale $M$ (process error); Incertezza sulla maturità (model error); Incertezza sulla selettività (model error)

Gli step seguiti dal modello per incorporare l'incertezza sulla mortalità naturale contemplano:

1) creazione di una griglia per i parametri pertinenti (di crescita nel caso di  $M$ ; lunghezza di prima maturità e range di maturità nel caso di  $Mat$ ; parametri di selettività per ciascun attrezzo nel caso di  $S$ ) secondo la parametrizzazione indicata dall'utente; 2) stima dei relativi vettori; 3) proiezioni per ciascun livello della griglia (le proiezioni sono indipendenti); 4) sintesi dei risultati e valutazione dell'incertezza intorno agli output tramite il calcolo dei percentili.

---

#### Aspetti Innovativi relativi ai modelli di Mortalità naturale

La parte relativa alla mortalità naturale è stata ulteriormente potenziata includendo altri due modelli di mortalità naturale vettoriale dipendenti dai parametri di crescita: 1) Gislason et al. (2010); 2) ProdbiomUS: una variante sviluppata da Martiradonna et al. (2012), a partire dal modello Prodbiom (Abella et al., 1997), in modo da ammettere una ed una sola soluzione.

---

#### Aggiornamento del software e dell'interfaccia

E' stata pertanto rilasciata una nuova versione di software (in R) con GUI e aggiornato il manuale utente. Gli aggiornamenti dell'interfaccia sono stati realizzati introducendo una scheda in ciascuna sezione dedicata alla parametrizzazione. Tutti i dettagli sono riportati in WP2 – Annesso1.

---

#### Test di verifica e casi di studio

Utilizzando lo stock simulato di *P. platessa* è stato realizzato un caso di studio implementando 3 scenari di gestione proiettati al 2021:

- Scenario 1: *status quo* con opzione 1 del prezzo (1. prezzo dipendente elasticamente dalla variazione della cattura);
- Scenario 2: aumento di  $F$  del 40% con opzione 1 del prezzo;
- Scenario 3: aumento della selettività con opzione 2 del prezzo (prezzo dipendente elasticamente dalla cattura in peso e dal peso medio nella cattura).

Nello scenario 3 la taglia di prima cattura è stata modellata secondo una distribuzione normale con media 25 cm (da 20 cm nello *status quo*) e deviazione standard 1 cm. Per il caso di studio sono state

incluse diverse fonti di incertezza, proiettando la situazione dello stock fino al 2021 (per le assunzioni di base ed i dettagli si veda WP2-Annesso 1).

Ulteriori casi di studio hanno riguardato gli stock di piccoli pelagici in Adriatico (WP2-Annesso 2) e gli stock di risorse demersali nello Ionio settentrionale (WP2-Annesso 3).

### 2.3 WP3 - EVIDENZE SCIENTIFICHE, DESCRIZIONE ED ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PESCA E DELLE CATTURE DI ALALUNGA (*THUNNUS ALALUNGA*) AL FINE DI IDENTIFICARE I PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER UNA CORRETTA GESTIONE DELLO STOCK.

La metodologia dell'indagine ha seguito quanto contenuto nel documento di progetto, prevedendo le fasi di seguito descritte.

#### Organizzazione delle attività, ricerca bibliografica, avvio monitoraggio.

Nei primi due mesi di progetto sono state avviate le attività amministrative e contrattualistiche, la ricerca bibliografica e l'organizzazione del monitoraggio territoriale, attraverso l'individuazione dei referenti regionali, la predisposizione di schede di rilevazione dei dati (WP3 Annesso1) e lo svolgimento di un incontro formativo con i rilevatori sulle finalità del progetto.

#### Indagine conoscitiva presso le marinerie

L'indagine conoscitiva è stata programmata su tutto il territorio nazionale, per rilevare informazioni su questa tipologia di pesca presso le marinerie attraverso l'utilizzo di una rete di rappresentanti territoriali presso tutte le regioni rivierasche italiane.

L'indagine prevedeva una prima fase di "screening" informativo, che doveva identificare le regioni in cui questa tipologia di pesca è presente in maniera significativa.

Successivamente era prevista una fase di approfondimento nelle aree che erano risultate interessate da questo tipo di pesca. A tal fine dovevano essere utilizzate le schede di rilevamento precedentemente messe a punto, con l'obiettivo di:

- definire la presenza del sistema di pesca, in termini di diffusione nei diversi porti;
- quantificare le unità che lo praticano in maniera esclusiva o prevalente;
- rilevare le caratteristiche dell'attrezzo.

Nelle schede erano previste informazioni da raccogliere per singola barca, quali:

- n. di palangari calati;
- lunghezza media dell'attrezzo;
- n. di ami;
- periodo di pesca;
- durata media della bordata;
- n. di cale per bordata.

#### Indagine nei porti campione: monitoraggio delle catture

Sulla base delle conoscenze acquisite durante la fase di analisi della distribuzione di questa tipologia di pesca dovevano essere identificati 3 porti di riferimento nei quali monitorare le catture allo sbarco, attraverso l'utilizzo di apposite schede.

#### Indagine nei porti campione: campagna di osservazione a bordo

Negli stessi porti campione utilizzati per il rilevamento allo sbarco il progetto prevedeva una campagna di osservazione a bordo, con un osservatore imbarcato durante la stagione di pesca per

almeno 10 uscite per ciascun porto. Durante le uscite l'osservatore, oltre all'effettuazione delle usuali misure biometriche, doveva registrare direttamente tutti i dati tecnici riguardanti le specifiche dell'attrezzo, il suo utilizzo, le aree di pesca e tutte le altre informazioni ritenute utili ai fini del progetto, ponendo particolare attenzione alla registrazione dei dati di *by-catch* e scarti, sia con riferimento alle quantità per specie che alla biometria.

Per la rilevazione a bordo sono state predisposte due schede di raccolta dati: una generale, finalizzata a raccogliere informazioni sulla singola bordata e l'altra di dettaglio, con le informazioni specifiche degli organismi catturati, includendo anche specie accessorie (vedi allegati WP3-Annesso 1).

## 2.4 WP4 - INDICATORI (DI IMPATTO, DI PRESSIONE, E DI STATO) PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLA PESCA E PER LA PIENA APPLICAZIONE DELL'APPROCCIO ECOSISTEMICO

I materiali e metodi di questo WP sono riportati in dettaglio in WP4 – Annessi 1-4.

### Task 4.1 - Review delle relazioni tra gli indicatori oggetto di indagine, la pressione di pesca e le variabili ambientali.

Le variabili biotiche considerate (indici di abbondanza totali e distinguendo gli adulti dai giovanili) di specie rilevanti per la pesca nello Stretto di Sicilia e caratterizzate da strategie vitali note per avere differenti risposte ai fattori ambientali ed alla pressione di pesca sono state ricavate dai due programmi di raccolta dati sulle risorse demersali: GRUND e MEDITS dal 1990 al 2015. La dinamica delle abbondanze delle specie bersaglio di cefalopodi (*Illex coindetii* e *Eledone moschata*) e selaci (*Squalus blainville* e *Raja clavata*) è stata indagata alla luce delle seguenti variabili esplicative: clorofilla a, temperatura superficiale e al fondo, salinità superficiale, correnti al fondo e numero di pescherecci a strascico, come misura approssimata dello sforzo di pesca. L'approccio utilizzato per lo studio della serie storica è il Generalised Linear Square (GLS) Model. A partire dal modello con tutte le variabili esplicative, il modello più parsimonioso è stato selezionato sulla base del più basso valore di AIC (Akaike Information Criterion) corretto per il numero ridotto di osservazioni (AICc). Tutti i modelli competitivi sono stati confrontati utilizzando la differenza tra il valore di AICc del miglior modello e il modello corrente (delta AICc), calcolando il AICc weight che indica quale modello sia maggiormente in accordo con i dati. Per maggiori dettagli sulle metodologie impiegate per lo studio della dinamica dei cefalopodi e selaci in relazione alle variabili ambientali ed allo sforzo di pesca si rimanda all'annesso 4.1. Nel caso dei pesci ossei sono state indagate le relazioni tra il reclutamento di acciuga e sardina in Adriatico e triglia di fango nello Stretto di Sicilia, l'abbondanza di riproduttori ed alcuni parametri ambientali noti dalla letteratura per la loro influenza sul successo del reclutamento. Nel primo caso gli andamenti di abbondanze di acciughe e sardine sono stati confrontati con quelli dell'apporto fluviale di nutrienti in Adriatico. Nel secondo caso la relazione reclute-adulti della triglia di fango nella GSA 16 è stata modellizzata impiegando gli indici di abbondanza delle due fasi vitali dal 1985 al 2008 (16 coppie di osservazioni), tenendo conto degli effetti dell'anomalia della temperatura superficiale sul successo del reclutamento. Si sono considerati 4 possibili modelli che descrivono la relazione reclute-adulti, nella fattispecie i ben noti modelli di Cushing, Ricker, Beverton-Holt e Hockey Stick. La determinazione dei parametri dei vari modelli è stata effettuata mediante fitting non lineare sulla versione logaritmica dei modelli. Sono stati esplorati gli effetti di diversi intervalli temporali di anomalie termiche del periodo di pre-reclutamento (Maggio – Settembre). L'incertezza nelle stime delle relazioni si è ottenuta variando il numero di reclute usate per il fitting dei modelli. Per maggiori dettagli sulle metodologie impiegate per lo studio relazione tra giovanili ed adulti nei pesci ossei e le variabili ambientali si rimanda all'annesso 4.2.

#### Task 4.2 - Analisi delle tendenze degli indicatori

Con riferimento agli obiettivi 1) e 2), i dati VMS e quelli del CFR (Community Fishing Fleet Register) sono stati utilizzati per individuare un subset di 195 imbarcazioni caratterizzate da un flusso costante di dati VMS impiegato per stimare l'attività media annuale (in giorni di pesca). Nota la capacità totale della flotta in kw, tale attività è stata quindi impiegata per stimare lo sforzo nominale complessivo (in Kw \* Giorni di Pesca) della flotta a strascico con lunghezza fuori tutto >15 m (OTBover15). Le stime ottenute sono state confrontate con i dati ufficiali dello sforzo di pesca (EC, 2008; EUROSTAT, 2015). Successivamente, i dati di sforzo di pesca ricavati sono stati messi in relazione ai valori di produzione (landings) e alla mortalità da pesca (F/FMSY) di *Aristeus antennatus* (ARS), *Parapaenaeus longirostris* (DPS), *Merluccius merluccius* (HKE), *Mullus barbatus* (MUT), *Nephrops norvegicus* (NEP). In questa analisi è stato anche considerato il contributo della Produzione Primaria (PP) per ogni GSA e anno attraverso il modello "Vertically Generalized Production Model (VGPM)" (Behrenfeld and Falkowski, 1997). La produzione totale (Ltot) e la condizione degli stock (F/FMSY) in funzione dell'anno, della Produzione Primaria, dello sforzo di pesca (dai dati VMS) per le diverse GSA è stata modellata mediante Generalized Additive Models (GAMs; Hastie and Tibshirani, 1990).

Con riferimento all'obiettivo 3) l'andamento dello sforzo di pesca mensile è stato analizzato a per il periodo 2007-2014. Gli indicatori considerati sono: 1) indicatore di sforzo generale (sforzo nominale), calcolato come la somma mensile della durata in ore delle bordate; 2) indicatore di sforzo ripartito per fasce batimetriche corrispondente alla somma delle ore di pesca mensili ripartite per le celle appartenenti ai 5 strati batimetrici considerati; 3) indicatore di sforzo ripartito per tipologie di substrato. Ogni tipologia di substrato è stata ulteriormente suddivisa in base a due categorie batimetriche; 4) indicatori spaziali dell'attività di pesca. Questi due indicatori corrispondono all'indicatore 5 (Distribuzione dell'attività di pesca) e all'indicatore 6 (Aggregazione dell'attività di pesca) contenuti nel DCF.

I dati di produzione ottenuti nell'ambito del Programma Nazionale di Raccolta Dati sono stati aggregati per area, segmento e sistema di pesca, specie, anno e mese nel periodo 2007-2013. Ogni specie è stata distinta in base al gruppo tassonomico, alla distribuzione batimetrica e alla preferenza di substrato. Successivamente sono stati calcolati: 1) indicatore di produzione generale, aggregando le quantità delle singole specie per mese; 2) Indicatori di specie. Sono state considerate solo le 30 specie che rappresentano il 90% del pescato totale; 3) indicatori di produzione ripartiti per categorie ecologiche; 4) indicatori di produzione ripartiti per gruppi tassonomici; 5) indici di diversità (Dominanza, Simpson, Shannon e Evenness). I dati relativi all'attività di pesca e alle quantità sbarcate sono stati analizzati in relazione al prezzo medio della specie e il prezzo medio del carburante. I prezzi medi mensile delle specie sono stati ottenuti dal sito <http://www.ismeamercati.it>. Il dataset utilizzato è composto dai prezzi di 63 specie per il periodo 2007-2013. Le relazioni tra le quantità sbarcate per specie e il prezzo mensile sono state analizzate attraverso l'analisi della Cross Correlation Function (CCF). Il valore mensile dello sbarcato ed il suo andamento nel tempo è stato calcolato sommando il prodotto delle quantità sbarcate per il prezzo al mercato delle 10 specie più pescate. Il prezzo medio mensile del carburante è stata scaricato dal sito [www.fc.camcom.it](http://www.fc.camcom.it) e si riferisce al periodo 2007-2013. La relazione tra il prezzo del carburante, gli indicatori di sforzo e la composizione del pescato è stato analizzato attraverso l'analisi canonica delle corrispondenze (CCA).

Tutte le analisi sono state condotte con le librerie disponibili nel software statistico R. L'analisi degli indicatori è stata effettuata utilizzando dei modelli autoregressivi (AR). Oltre alla componente autoregressiva, è stato testato l'effetto mensile e trimestrale. Inoltre, è stato introdotto anche un trend deterministico per studiare l'effetto del tempo sulla variazione dell'indicatore. Il modello migliore è stato individuato attraverso il criterio di Akaike (AIC). La validazione dei modelli è stata

effettuata attraverso lo studio dei residui. Nello specifico, è stato effettuato lo Shapiro test per verificare la normalità dei residui e il test di Ljung-Box per accertare l'assenza di autocorrelazione temporale.

## 2.5 WP5 - UTILIZZAZIONE OTTIMALE DELLA RETE DI RICERCA IN PESCA PER L'IMPLEMENTAZIONE SCIENTIFICA DELLE TEMATICHE DI RILEVANZA PER LE POLITICHE DELLA PESCA

Nell'ambito del Task 5.1 (Revisione della piattaforma informatica e suo eventuale sviluppo) di questo WP, il presente Programma ha realizzato la completa revisione e ristrutturazione della precedente piattaforma informatica da parte dell'Unità Locale di Ricerca di Roma (ULR) del CoNISMa (Università di Roma Tor Vergata). A tal fine, è stata realizzata:

- l'attivazione di un nuovo indirizzo web dedicato (<http://itafish.net/>);
- la realizzazione ex-novo di tutta la piattaforma online, mediante la versione aggiornata di Wordpress. Wordpress è una piattaforma software di "personal publishing" e Content Management System (CMS) ovvero un programma che, ospitato su server remoti, consente la creazione e distribuzione di un sito Internet formato da contenuti testuali o multimediali, facilmente gestibili ed aggiornabili in maniera dinamica. Wordpress è sviluppato in PHP con appoggio al gestore di database MySQL;
- la ristrutturazione del sito web con la seguente organizzazione:
  - una Home page in cui sono riportate alcune informazioni essenziali sul Programma di Ricerca. Tale pagina, così come tutte quelle del sito, sarà presente in modalità linguistica doppia (italiano/inglese), in modo da garantire una fruibilità adeguata per la comunità internazionale (Figura 2.5.1).

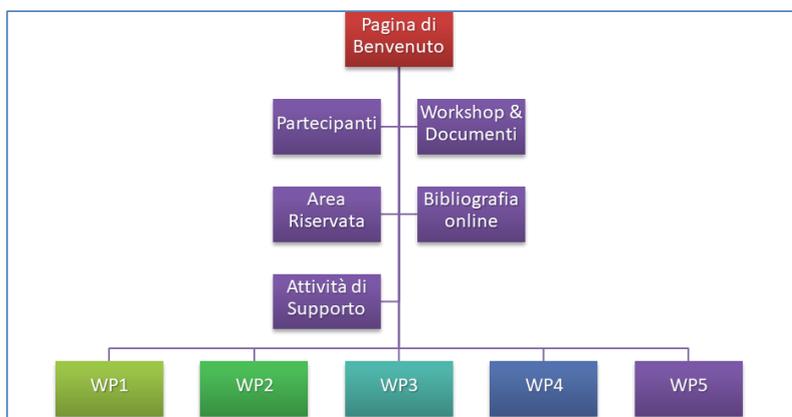


Fig. 2.5.1 - Schema gerarchico dell'organizzazione della piattaforma online.

- Dalla Home Page, è possibile accedere alle seguenti pagine:
  - Partecipanti** (contenente l'elenco delle figure scientifiche coinvolte e del personale reclutato durante le attività progettuali);
  - Workshop & Documenti** (contenente una serie di materiali – sotto forma principalmente di presentazioni tematiche – preparati e diffusi durante le attività del programma di ricerca);
  - Area Riservata** (fornisce un accesso riservato ai soli utenti provvisti di credenziali, e serve per lo scambio di materiali e dati che non possono essere resi pubblici nell'immediato);
  - Bibliografia online** (ospita il link diretto al sistema di archiviazione e ricerca della letteratura scientifica);
  - Attività di Supporto** (fornisce un elenco di attività collaterali, realizzate durante la vita del programma di ricerca, su richiesta dell'Amministrazione);

f. Una serie di pagine relative a ogni singolo WP del Programma di ricerca.

Le attività realizzate nell'ambito del precedente progetto Rete Pesca, avevano consentito la creazione e implementazione di una Base Dati Bibliografica specialistica di lavori italiani su tematiche inerenti le Risorse alieutiche. La Base Dati era stata aggiornata dall'Unità Locale di Ricerca di Bari del CoNISMa (Università degli Studi di Bari Aldo Moro) con i contributi di tutte le Unità Operative italiane sino al 2012. Pertanto, il presente Programma ha prodotto l'aggiornamento della Base Dati Bibliografica sino al 2017. Dal punto di vista degli utenti (visitatori del sito), sarà possibile leggere tutti i contenuti tranne quelli ospitati nell'Area Riservata. La possibilità di commentare tali contenuti, comunque, è attualmente disabilitata per tutte le pagine e sarà possibile attivarla selettivamente per i singoli contenuti pubblicati dai partecipanti del Programma di Ricerca. Inoltre, i commenti sottoposti dagli utenti per i singoli contenuti saranno sottoposti a moderazione da parte degli amministratori del sito, attualmente identificati nel Responsabile Scientifico del Programma di Ricerca e nei referenti dei singoli WP. A seguito dell'implementazione del nuovo sito dedicato al presente Programma di Ricerca, nell'ambito del Task 5.2 (Utilizzo a pieno regime della piattaforma per lo scambio di materiale tra le unità operative della rete) sono state operate dal team di Ecologia dell'ULR del CoNISMa di Bari le seguenti attività:

a) Raccolta dei nuovi contributi disponibili sino al 2017 mediante le seguenti fasi:

- Censimento, presso i singoli ricercatori già attivi nella Rete esistente, della letteratura scientifica (compresa quella grigia), a partire dalla data degli ultimi lavori già presenti (2012 per alcuni e 2011 per gli altri) sino alla data di chiusura di questa fase.

Ai responsabili di ciascun gruppo di ricerca è stata inviata la richiesta di aggiornamento del materiale bibliografico, in termini di lista e relativi pdf (se disponibili) dei lavori pubblicati su Riviste nazionali o internazionali nonché di tutti i contributi scientifici ritenuti utili alla ricerca alieutica, a partire dall'anno 2013 (successivi, quindi, all'ultimo aggiornamento effettuato) o, in qualche caso, in anni precedenti al 2012 se, dopo controllo, non fossero risultati già presenti nel database. Considerando la frequente collaborazione tra autori delle varie unità in varie pubblicazioni, l'integrazione in una lista unica di tutti i contributi pervenuti ha consentito anche il controllo incrociato tra le diverse liste pervenute ed evitate eventuali duplicazioni.

- Catalogazione dei nuovi contributi scientifici.

Tutto il materiale ricevuto e controllato, sia lavori pubblicati su riviste sia contributi vari presentati a convegni, è stato organizzato e catalogato, come nella precedente fase, utilizzando delle key-words primarie e ben visibili nel sito che rendano rapida e funzionale la ricerca tematica rispetto a: l'interessamento di una o più Geographical Sub-Areas (GSA), la presenza di specie target per il Piano Nazionale di Raccolta Dati Alieutici, l'appartenenza ad una specifica categoria faunistica, lo svolgimento di macro-tematiche relative alla biologia, alla dinamica di popolazione, agli aspetti gestionali delle risorse marine oggetto di interesse.

b) Aggiornamento della Base Dati Bibliografica sull'attuale piattaforma informatica.

Dopo controllo puntuale, si è proceduto all'inserimento del materiale selezionato, popolando così la piattaforma informatica dei contributi scientifici bibliografici aggiornati.

## 2.6 AZIONI DI SUPPORTO

Questo tipo di azioni è consistito principalmente nel predisporre documenti utili alla Direzione generale della Pesca e dell'Acquacoltura del MIPAAF su aspetti inerenti la gestione delle risorse alieutiche; per partecipare a meeting nazionali e internazionali, per realizzare approfondimenti su aspetti legati alla raccolta dei dati alieutici (Data Collection Framework), alla base della formulazione di qualunque Piano di Gestione e dell'uso di modelli di previsione. Alcuni documenti sono consultabili sul sito web nella pagina dedicata.

### 3. RISULTATI

#### 3.0 WP0 – COORDINAMENTO SCIENTIFICO DELLE ATTIVITÀ PROGETTUALI

Nel corso del progetto, dopo un meeting preliminare preparatorio con la Direzione Generale pesca del MIPAAF in data 18.06.2014, sono stati svolti 3 meeting di progetto, il primo all'inizio per finalizzare la programmazione delle attività dei gruppi il 28.10.2014; a questo incontro è seguito un meeting intermedio per le fasi di verifica e di fine-tuning delle attività il 28.01.2016. Un ultimo incontro è stato realizzato il 13 Luglio 2017 per finalizzare il rapporto finale sulla base dei risultati raggiunti nei diversi WP. Sono stati inoltre organizzati due Workshop, come previsto, uno sulla valutazione dei possibili effetti dovuti all'introduzione dell'incertezza nel modello bioeconomico BEMTOOL ed un secondo workshop per la presentazione di casi di studio sugli indicatori di stato, pressione ed impatto. Entrambi i workshop sono stati tenuti il 12.07.2017. Il materiale scientifico prodotto in occasione dei workshop è disponibile sotto forma di presentazioni e documenti sul sito web del progetto.

Ulteriori azioni di coordinamento e monitoraggio delle attività, analisi dei risultati, scambi di opinioni su aspetti rilevanti o critici, confronto con un forum più ampio, sono stati svolti attraverso i supporti web del network di ricerca in pesca.

#### 3.1 WP1 - CONTRIBUTI SCIENTIFICI PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI GESTIONE PER LE DRAGHE IDRAULICHE

Nella predisposizione delle bozze del Piano di Gestione Draghe Idrauliche sono stati conseguiti dei risultati interessanti per i confronti di opinioni e le discussioni tra operatori che sono avvenute nei diversi incontri. Vi è stata innanzi tutto la condivisione tra i ricercatori ed i pescatori di una serie di conoscenze sui principali aspetti biologici delle vongole, dalle modalità riproduttive alle modalità di discesa al fondo delle larve ed al loro accrescimento in funzione della densità. Anche gli aspetti legati alla predazione delle vongole giovani, da parte di molti organismi, granchi e pesci in particolare, ha destato notevole interesse. Dopo la condivisione delle basi biologiche anche le tipologie di intervento da parte dei Consorzi sono state oggetto di ampia discussione e le linee operative riportate nel piano per ogni Regione sono il risultato di queste discussioni. Il continuo e prolungato rapporto tra Consorzi Molluschi e ricerca ha migliorato profondamente i rapporti portando ad una maggiore e più aperta condivisione del modo di operare dei pescatori, questo dialogo aperto è stato molto utile anche per i ricercatori, offrendo un elemento di concretezza a stimoli a volte troppo teorici.

Un risultato della condivisione dei piani di gestione è la suddivisione di alcuni compartimenti in subaree ove esercitare la pesca a turno, in modo da limitare l'impatto con la rotazione delle aree.

Anche le densità di vongole ed i punti di riferimento per determinare gradi diversi di limitazione delle attività di pesca sono stati elementi di un ampio dibattito, dove, anziché fissare parametri di mortalità da pesca o di biomassa difficilmente interpretabili per la variabilità delle situazioni nel tempo e nello spazio, sono stati scelti parametri facilmente riscontrabili anche dai soci dei Consorzi Gestione, quali la densità di vongole commerciali. Questo parametro risponde anche alle esigenze dei pescatori. Infatti, quando la densità di vongole è troppo bassa dovrebbero impiegare molto più tempo per catturare una quantità di vongole vendibili e quindi con un ritorno economico minore. La densità di vongole è anche un parametro importante ai fini di un regolare processo riproduttivo che richiede la densità di più vongole per metro quadrato, con dimensioni idonee alla riproduzione.

Il parametro di densità di vongole, come indicatore dell'obbligo di chiusura della pesca, richiede attenzione con controlli più frequenti, che tengano conto di ampie superfici, con un ruolo

importante nel determinare la biomassa dei riproduttori, ove la pesca è vietata in ogni compartimento marittimo. Il monitoraggio del territorio in maniera continua da parte dei pescatori, che conoscono la densità di vongole di ogni sub-area è un punto di arrivo importante per la loro responsabilizzazione.

Oltre al monitoraggio svolto di continuo dai Consorzi su base compartimentale, ai fini di una visione generale del problema con criteri più uniformi, è stato previsto che la D.G. Pesca provveda ad effettuare, con le istituzioni scientifiche, un monitoraggio annuale che serve anche come controllo di una corretta applicazione del piano di gestione in ogni compartimento marittimo.

---

### 3.1.1 - Area di studio #1, litorale pugliese

I dati relativi al macrozoobenthos sono stati cumulati per ogni stazione, considerando le tre repliche disponibili, corrispondenti ad una singola bennata ciascuna, come un unico campione riferito a circa 50 L di sedimento e 0,3 m<sup>2</sup> di superficie.

In primo luogo è stata verificata l'ipotesi nulla di uguale sfruttamento della popolazione locale di *Chamelea gallina* nelle due sub-aree di campionamento identificate come "Low" e "High" in ragione dello sforzo di pesca ipotizzato. A questo fine sono stati utilizzati i dati relativi alle abbondanze di questa specie nei campioni raccolti, mettendoli a confronto fra loro mediante il test non parametrico di Mann-Whitney.

Come si può rilevare nella fig. 3.1.1.1, le densità (indicate in individui m<sup>-2</sup>) sono risultate decisamente più elevate già ad un confronto euristico nell'area Low, con una mediana prossima ai 40 individui m<sup>-2</sup> contro 0 per l'area High. Il risultato del test non poteva che confermare questa evidenza, rigettando l'ipotesi di uguali mediane nelle due aree (U=8, p=0.00426).

Una volta chiarita la sostanziale differenza dello sforzo di pesca nelle due aree, pur nell'ambito di densità comunque molto basse della risorsa, si è potuto procedere alla comparazione delle comunità nel loro complesso e con l'esclusione dalle stesse di *Chamelea gallina*, chiaramente influenzata dalla pressione antropica a causa di uno sfruttamento diretto, al contrario delle altre specie.

In primo luogo, si è fatto ricorso ad un ordinamento basato su Multidimensional Scaling Non Metrico di una matrice di dissimilarità di Bray-Curtis. Il risultato è riportato in fig. 3.1.1.2, con le stazioni dell'area Low in rosso e più disperse fra loro e quelle dell'area High più simili fra loro e quindi più compatte nel piano dell'ordinamento, che è caratterizzato da un valore di stress piuttosto alto, ma ancora accettabile (0,1824). È interessante notare, tuttavia, che i tre punti che si isolano a destra nell'ordinamento (Low-A, -B e -C) sono quelli relativi alle stazioni più occidentali e quindi più vicine al porto canale di Capoiale.

Il test ANOSIM effettuato sulla stessa matrice di dissimilarità evidenzia una significativa differenza fra le aree soggette a diversi livelli di sforzo di pesca (R=0.2682, p=0.0041), con l'area a più alto sforzo (area High, Group 2 in fig. 3.1.1.3) che risulta caratterizzata da dissimilarità intra-area molto più basse di quelle inter-area ed anche di quelle dell'area a più basso sforzo di pesca (area Low, Group 1 in fig. 3.1.1.3).

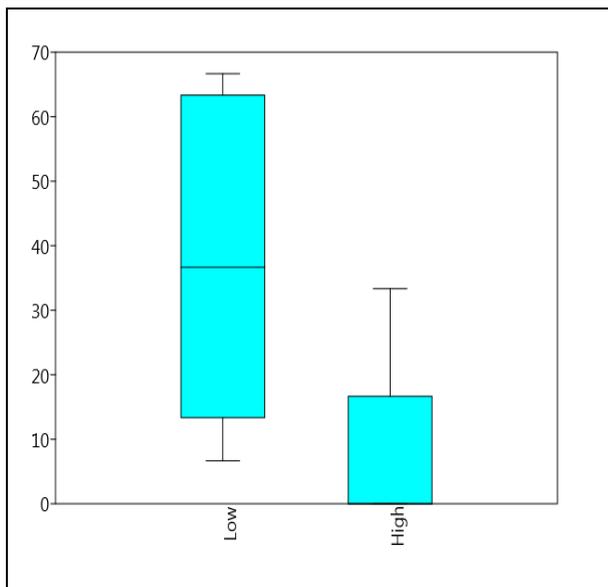


Fig. 3.1.1.1 - Box plot con la densità di *Chamelea gallina* (individui m<sup>-2</sup>) nelle due aree di campionamento del litorale pugliese.

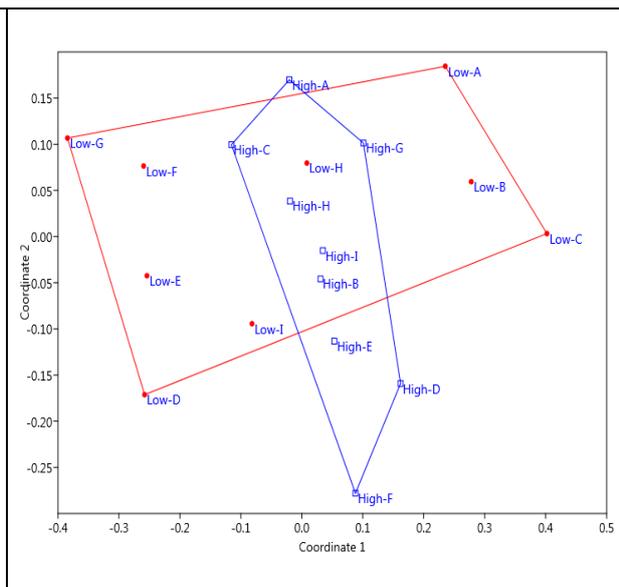


Fig. 3.1.1.2. Ordinamento mediante nMDS delle stazioni di campionamento dell'area pugliese (dissimilarità di Bray-Curtis, stress= 0,1824).

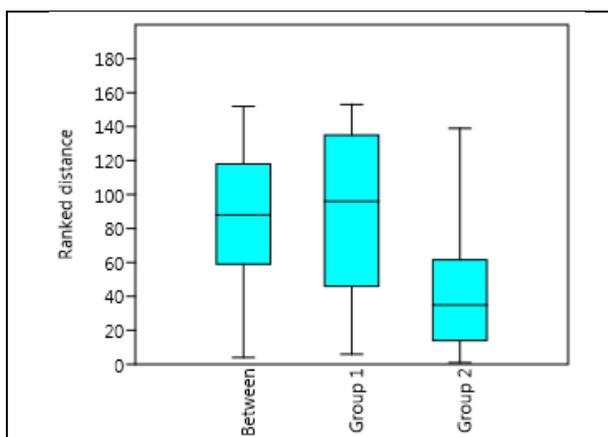


Fig. 3.1.1.3 Confronto fra stazioni a diverso impatto dello sforzo di pesca mediante test ANOSIM su matrice di dissimilarità di Bray-Curtis (Group 1=area Low, Group 2=area High).

Permutation N: 9999  
 Mean rank within: 66.14  
 Mean rank between: 86.65  
 R: 0.2682  
 p (same): 0.0041

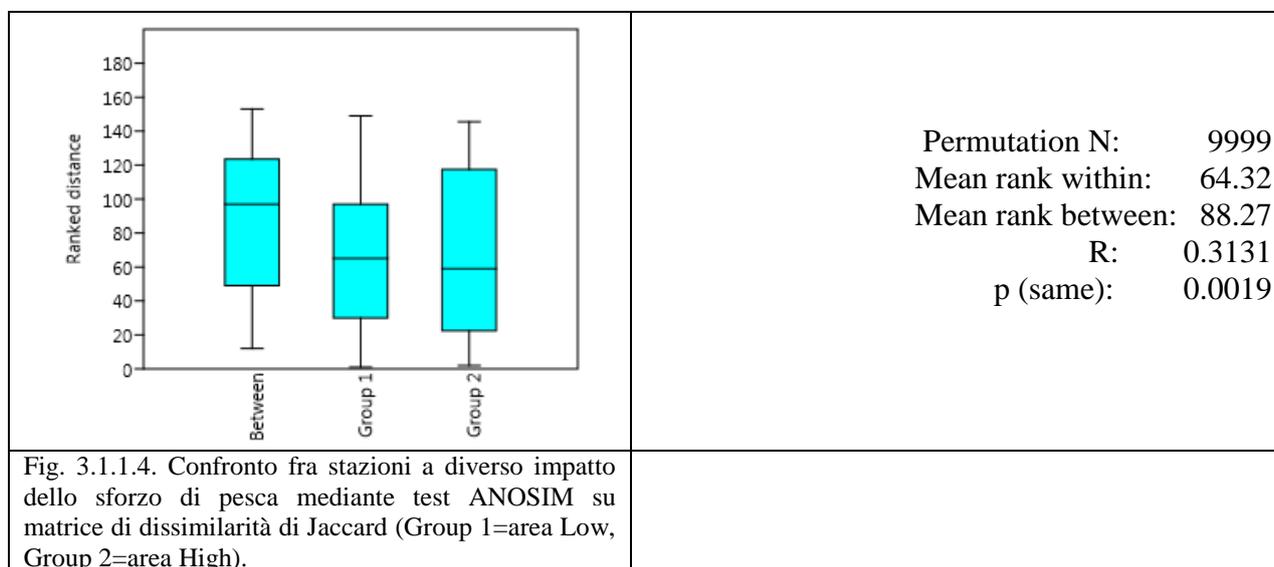
Questo risultato è del tutto confermato anche dalla PERMANOVA effettuata sulla stessa matrice di dissimilarità. Infatti, sempre con 9999 permutazioni si ottiene un pseudo-F pari a 2.831, per  $p=0.0073$ . Giova ricordare che mentre l'ANOSIM si basa sul rango delle dissimilarità (come del resto l'nMDS), la PERMANOVA utilizza le dissimilarità in forma quantitativa.

Il risultato che vede una netta differenza nelle comunità caratteristiche delle due aree studiate lungo il litorale pugliese è confermato anche da un approccio puramente qualitativo, ottenuto facendo ricorso all'indice di similarità di Jaccard, che esprime la proporzione di specie in comune fra due liste. Per ciò che riguarda l'ANOSIM, il risultato è sintetizzato in fig. 3.1.1.4.

Il risultato dell'ANOSIM sulla matrice di similarità di Jaccard (fig. 3.1.1.4) mostra una differenza altamente significativa ( $R=0,3131$ ,  $p=0,0019$ ), che viene confermata anche dalla PERMANOVA, che restituisce un valore di pseudo-F pari a 2.95 ( $p=0.0007$  con 9999 permutazioni).

Fra le specie che caratterizzano la comunità macrozoobentonica del paraggio indagato (e quindi di entrambe le aree considerate), sono solo sei quelle che determinano con la loro distribuzione i 2/3

della dissimilarità di Bray-Curtis complessiva fra i due gruppi di stazioni Low e High, con le prime tre che contribuiscono per quasi il 50% (tab. 3.1.1.1). Fra queste ultime il contributo più elevato è quello dato da *Diogenes pugilator*, che, non sorprendentemente per un taxon epibentonico, è nettamente più frequente nell'area Low, seguito da *Donax semistriatus*, che ha solo una modesta prevalenza nell'area Low e *Mactra stultorum*, più nettamente associata a quest'ultima. *Owenia fusiformis* è invece l'unico taxon fra i sei prevalenti ad essere più abbondante nell'area High.



Tab. 3.1.1.1 Le specie che contribuiscono fino ai 2/3 della dissimilarità di Bray-Curtis fra area Low e area High, in ordine di contributo decrescente alla dissimilarità media complessiva fra i due gruppi di stazioni di campionamento.

Taxon	$D_{media}$	$D\%$	$D_{cumul}\%$	Low	High
<i>Diogenes pugilator</i>	13.43	21.56	21.56	<b>19.70</b>	6.89
<i>Donax semistriatus</i>	8.85	14.21	35.77	<b>8.22</b>	7.67
<i>Mactra stultorum</i>	8.53	13.69	49.46	<b>10.30</b>	5.11
<i>Owenia fusiformis</i>	5.60	9.00	58.47	4.33	<b>8.00</b>
<i>Liocarcinus depurator</i>	3.24	5.19	63.66	<b>3.67</b>	0.56
<i>Sigalion mathildae</i>	2.67	4.28	67.94	<b>1.89</b>	0.11

### 3.1.2 - Area di studio #2, litorale abruzzese

L'impossibilità di operare all'interno dell'AMP di Torre del Cerrano (candidata ideale ad area indenne, ma nella quale non è stato possibile ottenere le autorizzazioni per operare malgrado un lavoro preparatorio più che biennale) ha costretto a ripiegare su una scelta delle aree di campionamento che massimizasse le differenze in termini di pressione di pesca, così da poter valutare gli effetti associati a quest'ultima.

Delle tre aree prescelte (vedi fig. 2.1.2 nel capitolo Materiali e Metodi) in fig. 3.1.2.1 si può notare come le aree A ed IN, rispettivamente situate in posizione adiacente all'AMP a sud ed a nord, fossero caratterizzate, al momento del campionamento, da densità di *Chamelea gallina* molto inferiori a quelle osservate nell'area OUT, posta qualche miglio più a nord. Le differenze osservate fra le tre aree sono risultate altamente significative al test di Kruskal-Wallis ( $H_c=14.9$ ,  $p=0.00058$ ), così come sono risultate altamente significative al test *a posteriori* di Mann-Whitney quelle fra le coppie OUT vs. A ( $U=4.5$ ,  $p=0.00199$ ) ed OUT vs. IN ( $U=8$ ,  $p=0.00508$ ). Non è invece risultata significativa la differenza fra A ed IN ( $U=43$ ,  $p=1$ ). In tutti i casi è stata applicata ai confronti a coppie a posteriori la correzione di Bonferroni.

In sintesi, poiché la forte differenza di densità di *Chamelea gallina* fra le tre aree di studio non sarebbe spiegabile attraverso cause naturali, si deve assumere che essa dipenda dal prelievo operato dalle attività di pesca. Ovviamente, anche se le evidenze aneddotiche disponibili suggeriscono che un maggior sforzo di pesca viene abitualmente esercitato ai margini dell'AMP, i dati raccolti *una tantum* non possono confermare questa ipotesi con certezza. Tuttavia, essi non la smentiscono di certo, mostrando una netta differenza fra le aree, con densità molto più basse ai margini dell'AMP. È evidente, dunque, che almeno al momento del campionamento esisteva una differenza fra le aree considerate in termini di densità della specie-target ed è ragionevole inferire che le differenze nella struttura del popolamento, al netto di quelle relative alla specie-target, esprimano l'effetto della pressione antropica. Su questa ipotesi è stato basato il lavoro presentato qui di seguito.

La composizione della comunità macrozoobentonica nelle tre aree indagate, sotto l'ipotesi di un differente impatto delle attività di pesca, è stata indagata mediante tecniche di ordinamento e test multivariati basati su permutazioni.

In particolare, è stata analizzata in primo luogo la struttura qualitativa della comunità, utilizzando i soli dati di presenza/assenza e l'indice di Jaccard come misura di similarità, ovvero assumendo il livello più elementare ed al tempo più solido di informazione possibile, ovvero quello relativo alla frazione di specie condivise fra le diverse stazioni.

L'ordinamento mostrato in fig. 3.1.2.2 è quello ottenuto mediante nMDS sulla matrice di dissimilarità di Jaccard. Lo stress è risultato abbastanza elevato (0.21) e quindi al limite dell'utilizzabilità, poiché evidentemente la natura dei dati non ne permette una efficace rappresentazione in due sole dimensioni. Infatti, i tre gruppi di stazioni si presentano ampiamente sovrapposti, malgrado le differenze fra di essi risultino globalmente significative sia al test ANOSIM (tab. 3.1.2.1) che alla PERMANOVA (tab. 3.1.2.2).

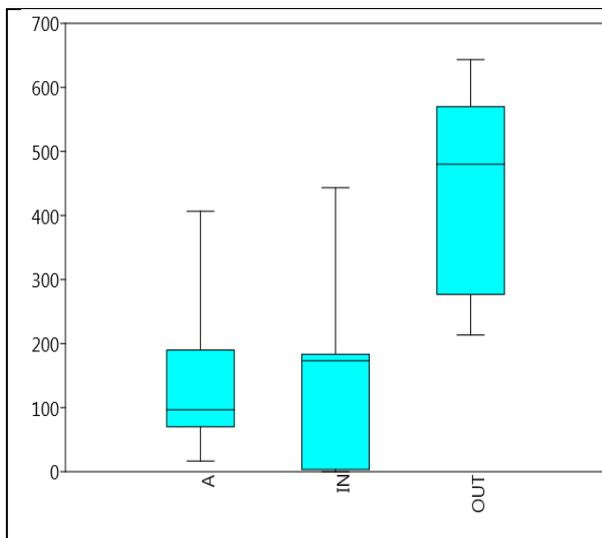


Fig. 3.1.2.1. Densità di *Chamelea gallina* nelle tre aree indagate (espressa come individui m<sup>-2</sup>). Le aree A ed IN sono poste rispettivamente subito a sud e subito a nord dell'AMP di Torre del Cerrano, mentre l'area OUT è situata più a nord, in prossimità delle acque antistanti Roseto.

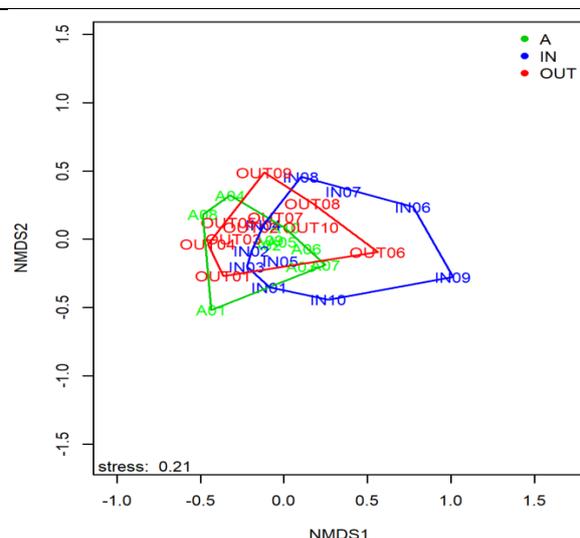


Fig. 3.1.2.2. Ordinamento nMDS delle stazioni sulla base della matrice di presenza/assenza (indice di Jaccard). I colori e i poligoni convessi identificano i gruppi di stazioni definiti a priori.

Tab. 3.1.2.1 Risultati del test ANOSIM generale e dei test pairwise sulla matrice delle abbondanze (indice di Jaccard, 999 permutazioni; legenda significatività: '\*\*\*' p<0,001, '\*\*' p<0,01, '\*' p<0,05, 'ns' non significativo). È stata applicata la correzione di Bonferroni per i confronti a coppie.

	R	p	Significatività
test generale	0,078	0,023	*

A vs IN	0,024	0,303	ns
A vs OUT	0,112	0,031	*
IN vs OUT	0,100	0,056	ns

Tab. 3.1.2.2 Risultati del test PERMANOVA generale e dei test pairwise sulla matrice delle abbondanze (indice di Jaccard, 999 permutazioni; legenda significatività: ‘\*\*\*’ p<0,001, ‘\*\*’ p<0,01, ‘\*’ p<0,05, ‘ns’ non significativo). E’ stata applicata la correzione di Bonferroni per i confronti a coppie.

	pseudo-F	R <sup>2</sup>	p	significatività
test generale	1,80	0,133	0,007	**
A vs IN	1,28	0,0664	0,429	ns
A vs OUT	1,65	0,0842	0,030	*
IN vs OUT	1,60	0,0816	0,081	ns

Queste ultime analisi ovviamente sono state effettuate sulla medesima matrice di dissimilarità utilizzata per l’nMDS ed in esse i gruppi A ed OUT risultano quelli maggiormente distinti in quanto significativamente differenti ed al tempo stesso soggetti a diverse intensità di pesca. Al contrario non è significativa la differenza fra il gruppo A ed il gruppo IN, entrambi soggetti a maggior pressione di pesca. Va tuttavia rilevato il fatto che sia la statistica R che quella pseudo-F, rispettivamente per ANOSIM e PERMANOVA, hanno valori molto bassi, anche se significativamente diverse da zero e quindi tali da autorizzare a rigettare l’ipotesi nulla di uguali dissimilarità inter- e intra-gruppo.

Se *Chamelea gallina*, a prescindere dalle attività di pesca, è comunque un elemento caratterizzante la comunità e quindi utile ai fini dell’analisi qualitativa, il fatto che sia soggetta a forti variazioni quantitative legate al suo sfruttamento costituisce la premessa di questo studio ed è stato anche verificato quantitativamente in apertura di questa sezione del rapporto. Dunque, ai fini di un’analisi quantitativa della comunità le abbondanze di questa specie introdurrebbero un elemento di forte discontinuità fra le aree campionate, che oscurerebbe il ruolo delle altre specie e della loro risposta alla pressione antropica, che è invece l’obiettivo di questo studio.

Dunque, i dati di abbondanza sono stati considerati solo senza includere in essi le abbondanze di *Chamelea gallina* e, dopo trasformazione con radice quadrata, sono stati utilizzati per calcolare le dissimilarità di Bray-Curtis fra le stazioni. Su questa base è stato prodotto un ordinamento mediante nMDS, qui riportato in fig. 3.1.2.3.

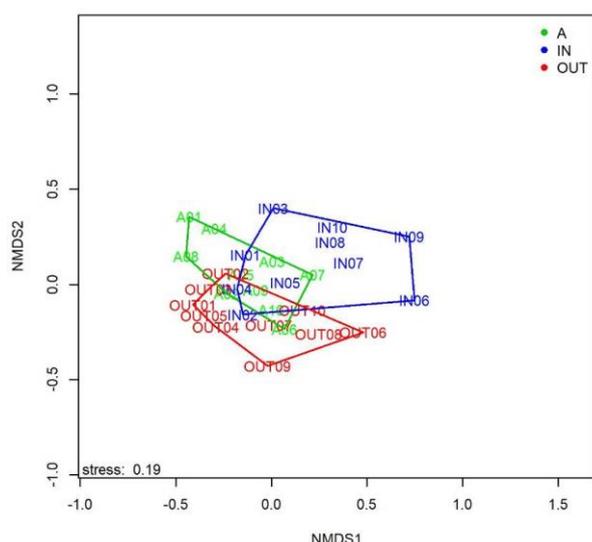


Fig. 3.1.2.3. Ordinamento nMDS delle stazioni sulla base della matrice di abbondanze da cui è stata esclusa *Chamelea gallina* (indice di Bray-Curtis). I colori e i poligoni convessi identificano i gruppi di stazioni definiti a priori.

In questo caso lo stress è risultato ancora accettabile (0.19), anche se certamente non tale da garantire una rappresentazione del tutto ottimale dei dati. Come si può notare, il livello di sovrapposizione fra gli involucri convessi che racchiudono i punti-stazione riferiti alle diverse aree di campionamento è presente, ma meno nettamente che nell'analisi effettuata sulla matrice di dissimilarità di Jaccard di cui si è detto in precedenza.

Non a caso sia il test ANOSIM (tab. 3.1.2.3) che la PERMANOVA (tab 3.1.2.4) hanno mostrato differenze altamente significative fra i tre gruppi di stazioni, con valori delle statistiche R e pseudo-F, rispettivamente più elevati di quelli riferiti alla dissimilarità di Jaccard. Le differenze fra l'area A e l'area OUT, sottoposte a differenti intensità di pesca, sono risultate ancora una volta le più nette, ma tutti i confronti a coppie fra aree hanno mostrato differenze significative.

Tab. 3.1.2.3 Risultati del test ANOSIM generale e dei test pairwise sulla matrice delle abbondanze da cui è stata esclusa *Chamelea gallina* (indice di Bray-Curtis, 999 permutazioni; legenda significatività: '\*\*\*\*' p<0,001, '\*\*\*' p<0,01, '\*\*' p<0,05, 'ns' non significativo). E' stata applicata la correzione di Bonferroni per i confronti a coppie.

	R	p	significatività
test generale	0,239	0,001	**
A vs IN	0,256	0,003	**
A vs OUT	0,254	0,003	**
IN vs OUT	0,215	0,013	*

Tab. 3.1.2.4 Risultati del test PERMANOVA generale e dei test pairwise sulla matrice delle abbondanze da cui è stata esclusa *Chamelea gallina* (indice di Bray-Curtis, 999 permutazioni; legenda significatività: '\*\*\*\*' p<0,001, '\*\*\*' p<0,01, '\*\*' p<0,05, 'ns' non significativo). E' stata applicata la correzione di Bonferroni per i confronti a coppie.

	pseudo-F	R <sup>2</sup>	p	significatività
test generale	2,49	0,185	0,001	****
A vs IN	2,47	0,120	0,027	*
A vs OUT	2,47	0,121	0,003	**
IN vs OUT	2,53	0,123	0,027	*

Per ciò che riguarda il ruolo delle specie nel determinare le differenze rilevate fra le tre aree, in tab. 3.1.2.5 sono presentati i risultati dell'analisi delle specie indicatrici. Tale analisi ha permesso l'identificazione di 13 specie indicatrici di gruppi o di loro combinazioni. Tuttavia, 8 di queste sono state incluse solo considerando come livello di significatività  $\alpha = 0,1$ , invece che il canonico 0,05. Per quanto riguarda il gruppo A, dei 5 taxa selezionati solo Ampharetidae indet. presenta un p-value significativo in senso stretto ( $p = 0,027$ ), nessuna specie per i gruppi IN e OUT. Per le specie indicatrici dei singoli gruppi l'indice relativo alla "fedeltà" risulta in genere basso. Tale valore, così come la statistica complessiva, risultano più alti per le specie indicatrici delle combinazioni A+IN (*Prionospio cirrifera* e *Phoronis muelleri*) e A+OUT (*Sagartiogeton undatus*, *Lucinella divaricata* e *Tritia incrassata*). Nessun taxa risulta indicatore della combinazione dei gruppi IN+OUT.

Nel complesso le specie indicatrici identificate presentano basse densità, con l'eccezione di *Sagartiogeton undatus*, terza specie più abbondante, e secondariamente del polichete *Prionospio cirrifera* e del bivalve *Lucinella divaricata*. *Chamelea gallina* ed *Owenia fusiformis*, le specie caratterizzate da maggiori abbondanze (e che definiscono una biocenosi classica delle Sabbie Fini Ben Calibrate), sono presenti in gran parte delle stazioni, rispettivamente su 29 e 26 stazioni. Più in generale, ben 13 delle 15 specie più abbondanti sono presenti in almeno due terzi delle stazioni.

Tab. 3.1.2.5 Risultati dell'analisi delle specie indicatrici (999 permutazioni; legenda significatività: '\*\*\*\*' p<0,001, '\*\*\*' p<0,01, '\*\*' p<0,05, 'ns' non significativo).

Area	Taxon	specificità	fedeltà	IndVal	p	significatività
A	Ampharetidae indet.	1,000	0,400	0,632	0,027	*
A	<i>Astropecten</i> indet.	0,800	0,400	0,566	0,080	ns

A	<i>Mediomastus capensis</i>	0,800	0,400	0,566	0,094	ns
A	Edwardsiidae indet.	0,788	0,400	0,561	0,060	ns
A	<i>Scoloplos armiger</i>	1,000	0,300	0,548	0,088	ns
IN	<i>Ophiura ophiura</i>	1,000	0,300	0,548	0,082	ns
OUT	Euclymeninae indet.	1,000	0,300	0,548	0,084	ns
OUT	<i>Liocarcinus</i> indet.	1,000	0,300	0,548	0,084	ns
A+IN	<i>Prionospio cirrifera</i>	0,956	0,800	0,875	0,001	**
A+IN	<i>Phoronis muelleri</i>	0,951	0,650	0,786	0,010	*
A+OUT	<i>Sagartiogeton undatus</i>	0,865	0,900	0,882	0,008	**
A+OUT	<i>Lucinella divaricata</i>	0,873	0,750	0,809	0,014	*
A+OUT	<i>Tritia incrassata</i>	0,834	0,750	0,791	0,051	ns

Un approccio diverso all'analisi delle affinità delle diverse specie per le aree indagate è quello attuato mediante l'analisi SIMPER (tab. 3.1.2.6), che è stata effettuata, per coerenza con le scelte già effettuate, mediante la dissimilarità di Bray-Curtis. Come si può notare, in questo caso si è però scelto di mantenere *Chamelea gallina* nella lista delle specie, proprio per poter quantificare il suo ruolo nel definire le differenze nella comunità che caratterizza le diverse aree, noto il principale determinante delle stesse, ovvero la pressione di pesca.

Tab. 3.1.2.6 Risultati dell'analisi SIMPER (dissimilarità di Bray-Curtis).

Taxon	D <sub>media</sub>	D%	D <sub>cumul</sub> %	A	IN	OUT
<i>Chamelea gallina</i>	20.54	33.91	33.91	41.1	44.4	<b>134.0</b>
<i>Owenia fusiformis</i>	8.271	13.66	47.57	<b>32.0</b>	12.2	31.6
<i>Sagartiogeton undatus</i>	2.875	4.748	52.31	<b>16.5</b>	1.7	4.7
<i>Fustiaria rubescens</i>	2.297	3.793	56.11	1.1	<b>11.6</b>	1.9
<i>Nephtys hombergii</i>	1.663	2.746	58.85	<b>9.4</b>	5.2	4.4
<i>Peronidia albicans</i>	1.564	2.583	61.44	7.3	<b>9.4</b>	6.0
<i>Prionospio cirrifera</i>	1.432	2.364	63.8	4.7	<b>5.4</b>	0.3
<i>Apseudopsis latreillii</i>	1.256	2.074	65.87	<b>6.0</b>	3.0	1.7
Nemertea indet.	1.061	1.752	67.63	<b>5.6</b>	3.1	2.3

Come si può notare, *Chamelea gallina* è nettamente meno abbondante nelle due aree al margine dell'AMP di Torre del Cerrano (A e IN), che sono quelle in cui si era ipotizzato insistesse un maggior sforzo di pesca. Proprio a causa della maggior incidenza di questa specie, nessuna fra quelle che concorrono a determinare le dissimilarità complessive fino ai 2/3 del totale ha il suo massimo nell'area considerata a minor impatto della pesca (OUT), con la parziale eccezione di *Owenia fusiformis*, che è quasi altrettanto abbondante quanto nell'area A, dove ha il suo massimo. Fra gli altri taxa, *Sagartiogeton undatus*, *Nephtys hombergii*, *Apseudopsis latreillii* ed i Nemertea indeterminati hanno i loro massimi nell'area A, mentre *Fustiaria rubescens*, *Peronidia albicans* e *Prionospio cirrifera* hanno la massima incidenza relativa nell'area IN. Ovviamente, l'analisi SIMPER si basa su aspetti puramente quantitativi, mentre l'analisi delle specie indicatrici, di cui si è detto in precedenza, assegna un peso altrettanto rilevante alla semplice frequenza di occorrenza delle specie nei diversi gruppi. Nonostante questo, diversi elementi faunistici sono contemporaneamente in evidenza in entrambe le analisi.

## 3.2 WP2 - MODELLISTICA BIO-ECONOMICA PER L'OTTIMIZZAZIONE DEI PIANI DI GESTIONE A LIVELLO DI GSA

Il comportamento di ciascuna delle componenti biologiche (relazioni stock-recruitment, crescita, mortalità naturale, maturità) e di impatto della pesca (selettività) del modello BEMTOOL, sottoposta ad incertezza, è stato valutato mediante alcuni indicatori chiave, output di routine del modello.

Per realizzare questi test la popolazione di *Pleuronectes platessa* è stata proiettata in una condizione di *status quo* fino al 2021. Si riporta di seguito la lista degli indicatori monitorati (per alcune componenti è stato utilizzato un sottoinsieme di indicatori della lista, in modo da limitare la ridondanza di analisi):

1. biomassa della popolazione sfruttata;
2. biomassa della popolazione con mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );
3. biomassa dei riproduttori (SSB) della popolazione sfruttata;
4. SSB in condizioni di mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );
5. Rapporto (SPR) fra SSB e SSB con  $F=0$ ;
6. lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata;
7. lunghezza media degli individui nella popolazione con mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );
8. lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata;
9. lunghezza media dei riproduttori nella popolazione con mortalità da pesca nulla ( $F=0$ );
10. cattura simulata in peso;
11. lunghezza media degli individui nelle catture simulate.

### 3.2.1 - Test dell'incertezza sulla relazione stock-recruitment

Come atteso, la parametrizzazione con le diverse funzioni di probabilità, produce un intervallo di confidenza con ampiezza più ampia nell'approccio normale, a seguire più stretto nell'approccio uniforme e lognormale (Fig. 3.2.1.1).

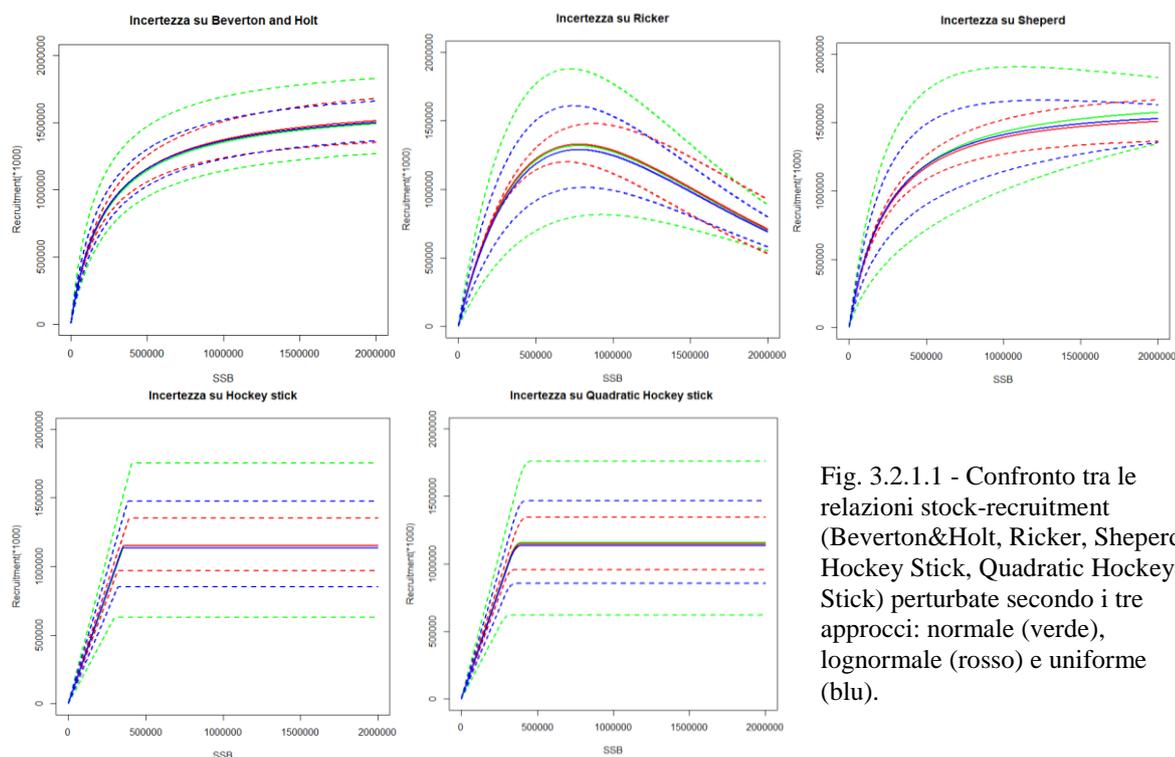


Fig. 3.2.1.1 - Confronto tra le relazioni stock-recruitment (Beverton&Holt, Ricker, Sheperd, Hockey Stick, Quadratic Hockey Stick) perturbate secondo i tre approcci: normale (verde), lognormale (rosso) e uniforme (blu).

Nella figura da 3.2.1.2 a 3.2.1.6 sono rappresentati i trend degli indicatori precedentemente elencati con proiezioni al 2021 e relativa incertezza. Da un'ispezione visuale, gli output appaiono fra loro coerenti, con differenze dovute agli effetti delle diverse relazioni stock-recruitment (effetti più amplificati dell'incertezza si osservano per la relazione S-R di Sheperd), e confermano quanto osservato per i tre approcci di incertezza sulle stesse relazioni stock-recruitment.

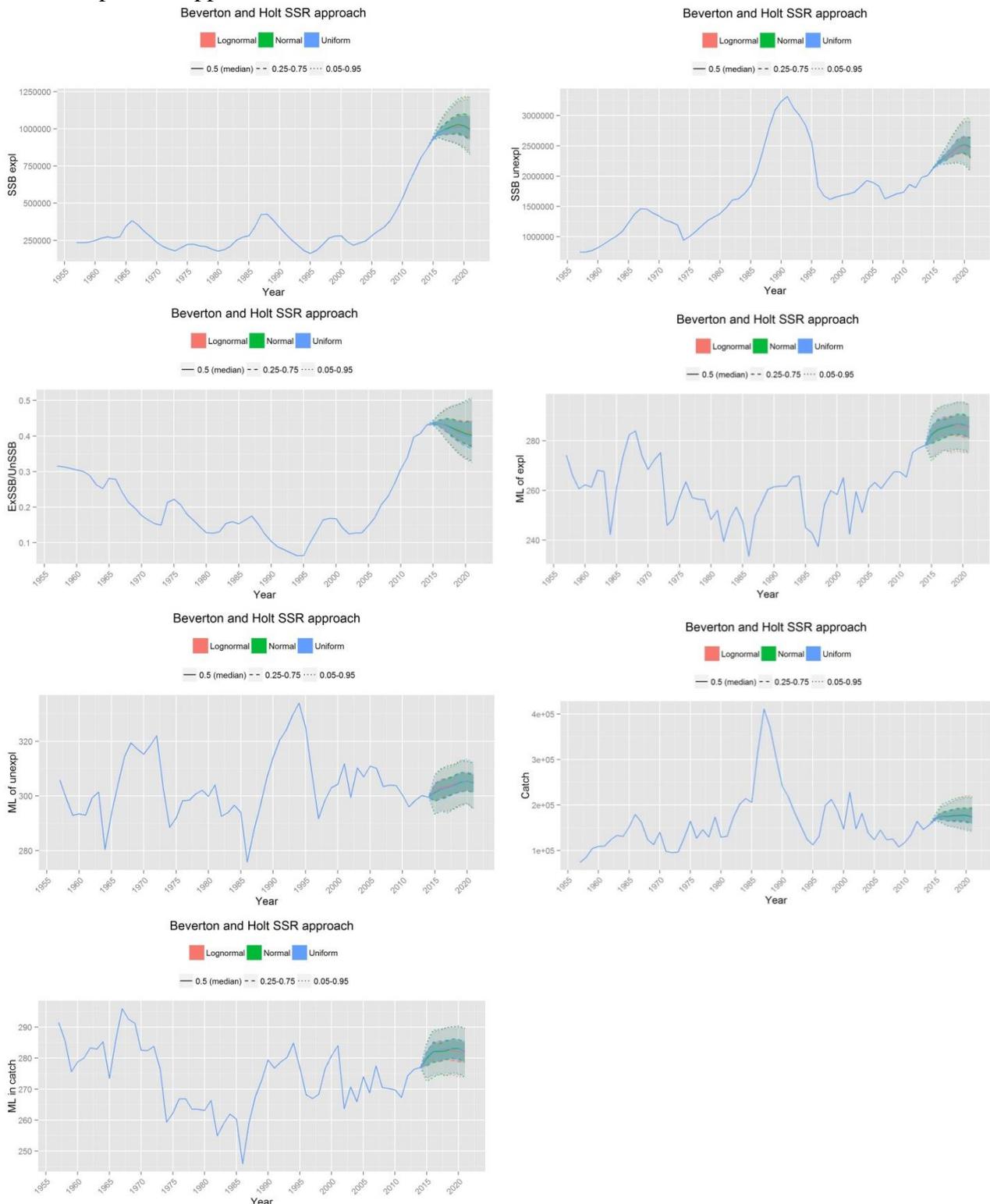


Fig. 3.2.1.2 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021. SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con F=0 (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella

popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con  $F=0$  (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme per valutare l'incertezza sui parametri della relazione stock-recruitment di Beverton & Holt.

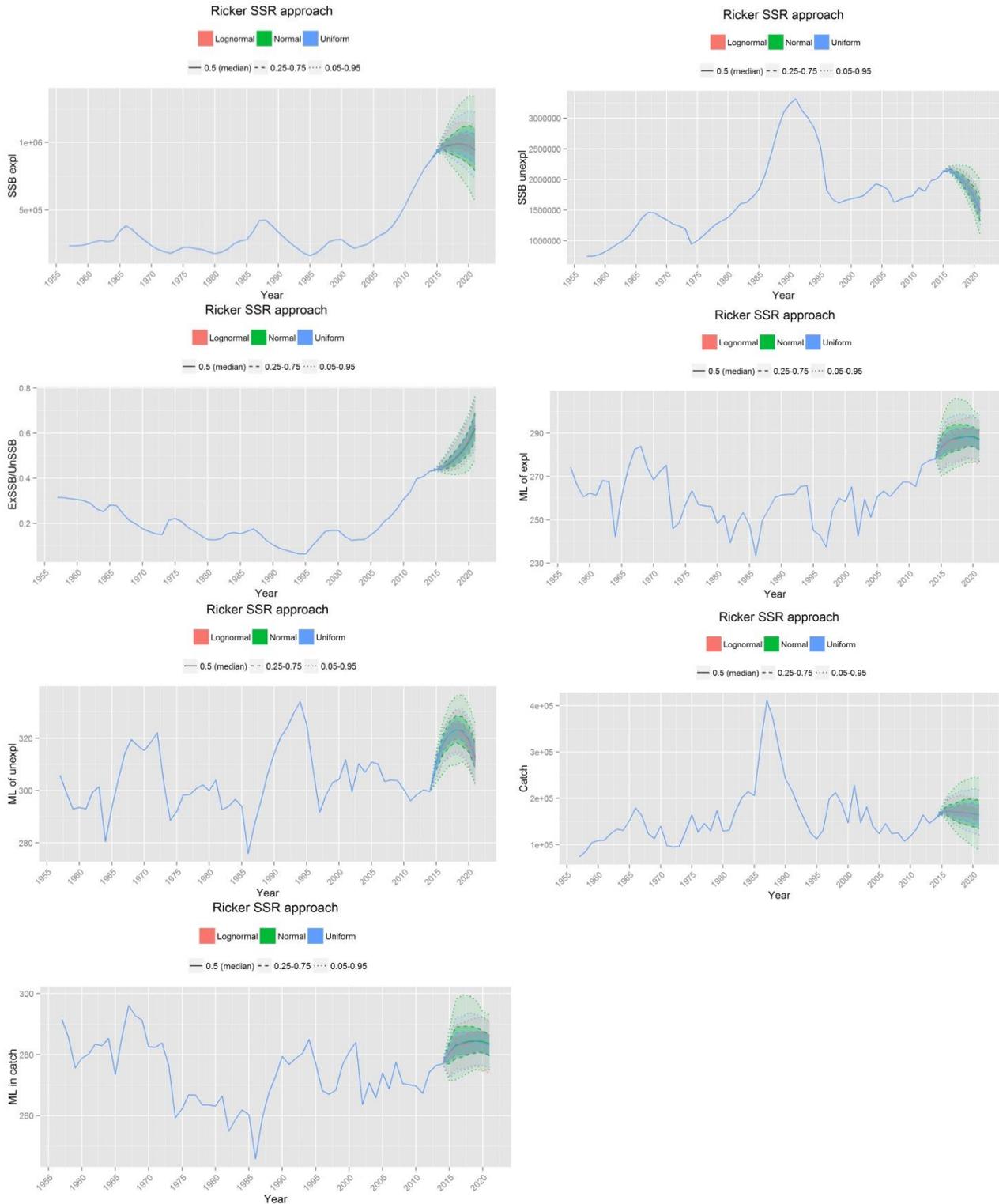


Fig. 3.2.1.3 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021. SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con  $F=0$  (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme per valutare l'incertezza sui parametri della relazione stock-recruitment di Ricker.

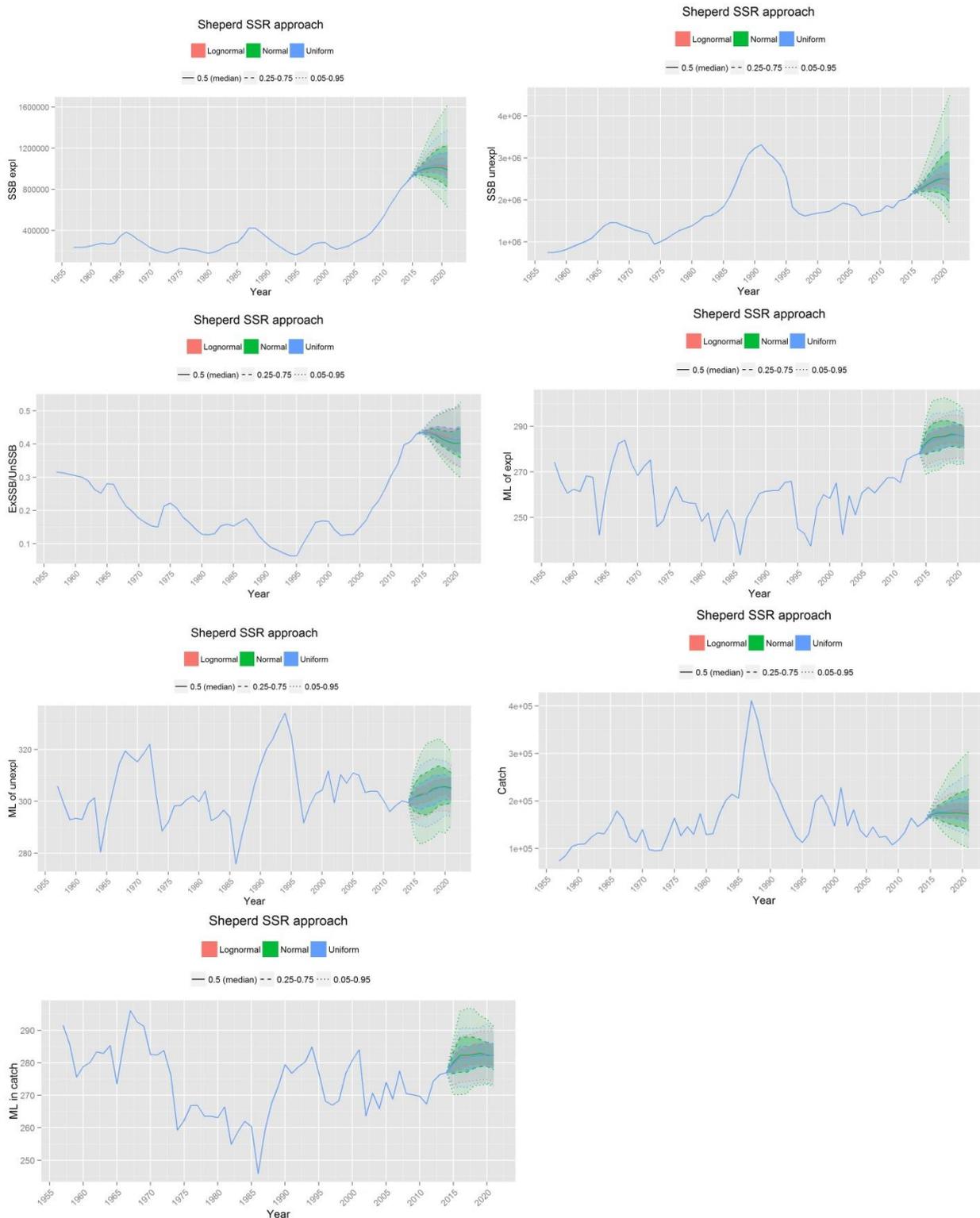


Fig. 3.2.1.4 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021. SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con F=0 (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con F=0 (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme per valutare l'incertezza sui parametri della relazione stock-recruitment di Sheperd.

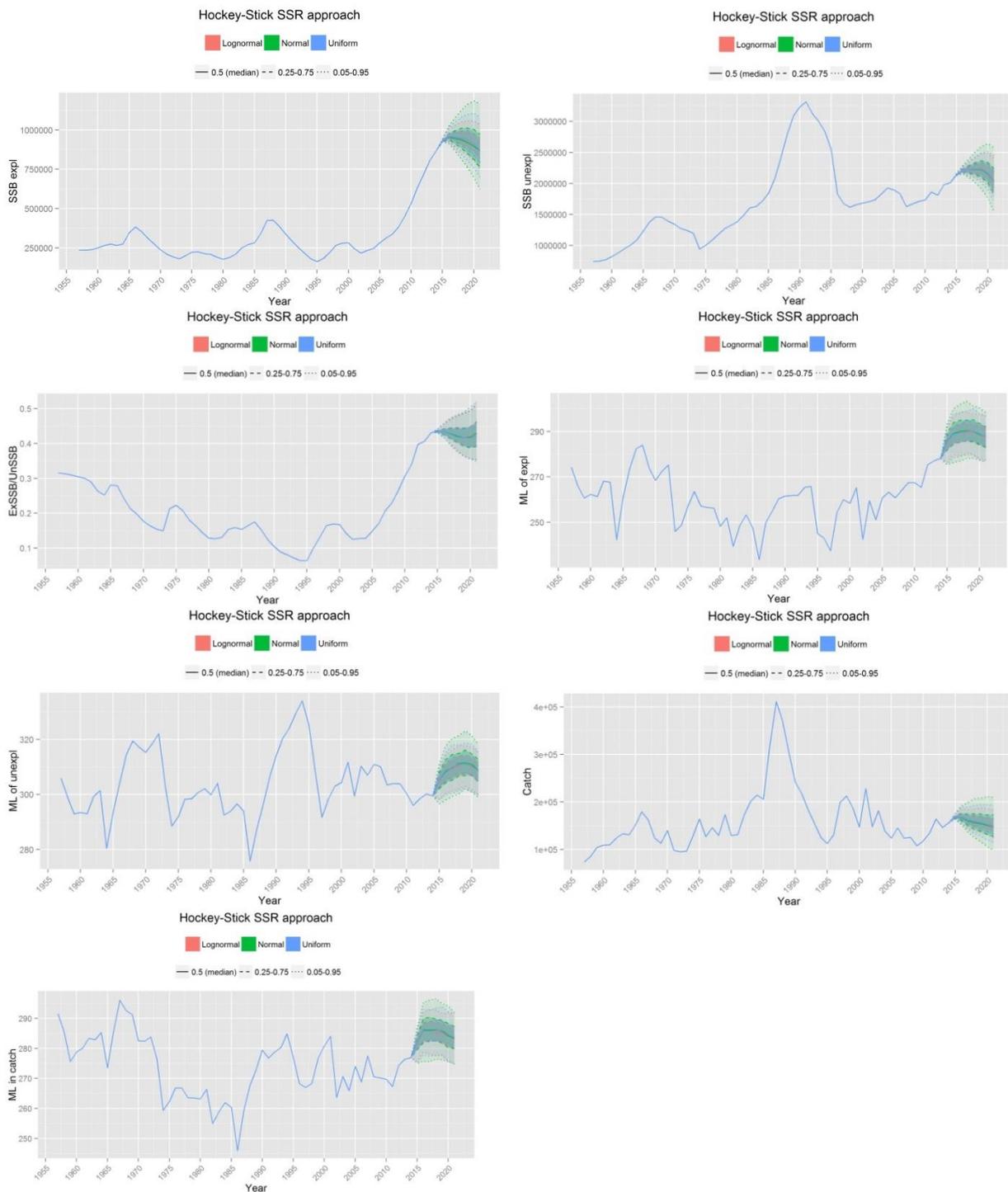


Fig. 3.2.1.5 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021. SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con F=0 (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con F=0 (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme per valutare l'incertezza sui parametri della relazione stock-recruitment Hockey Stick.

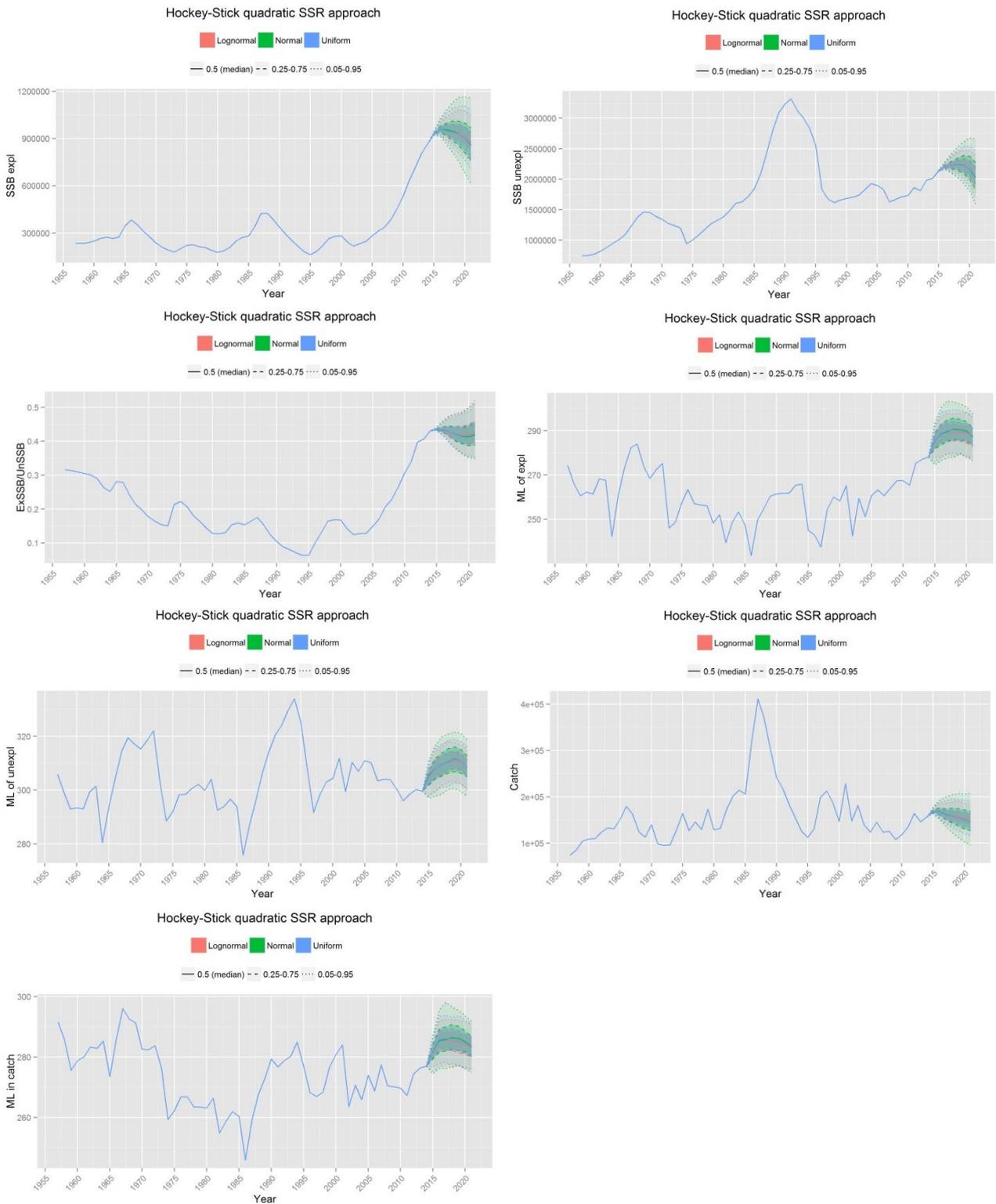
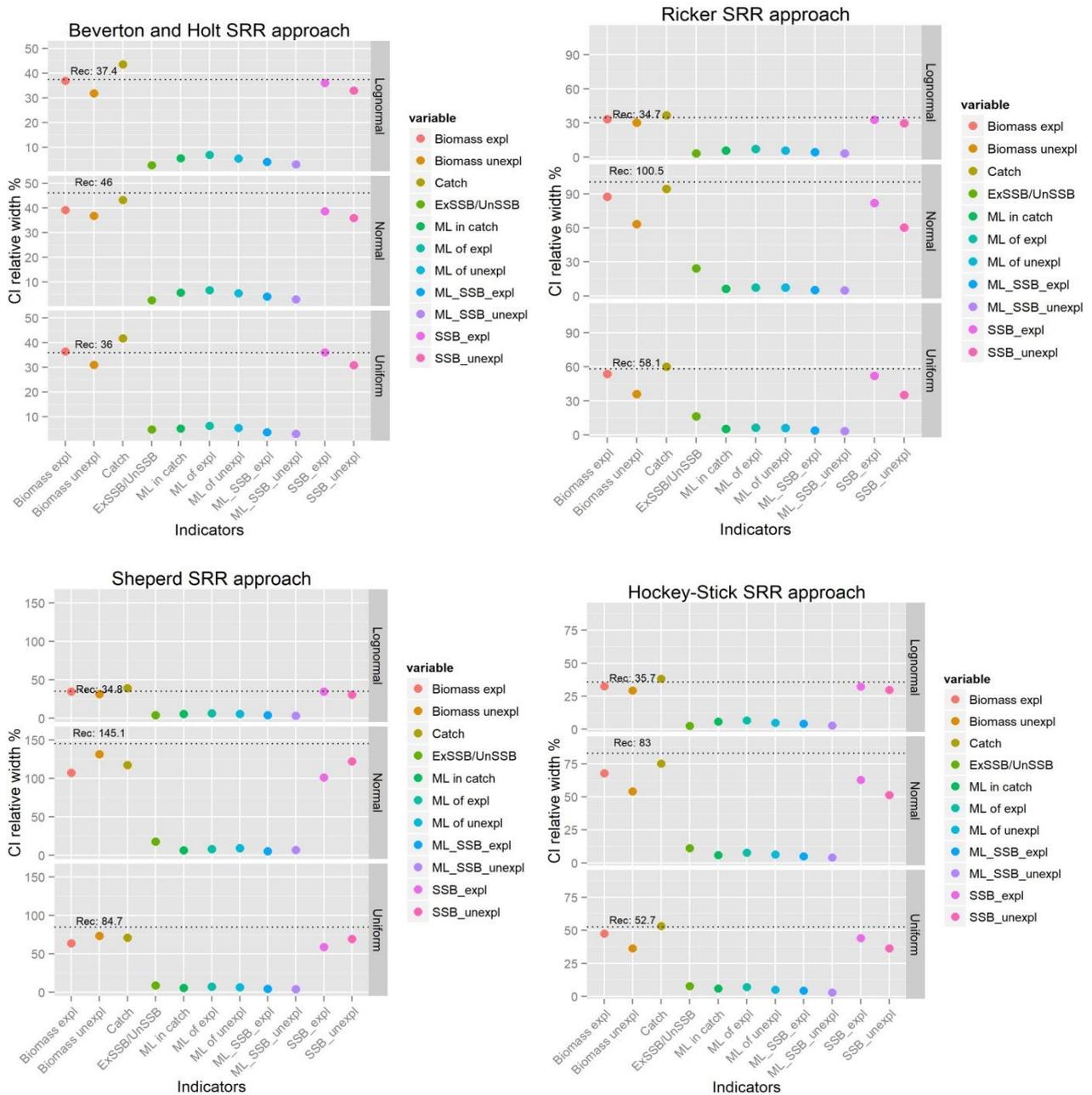


Fig. 3.2.1.6 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021. SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con F=0 (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con F=0 (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme per valutare l'incertezza sui parametri della relazione stock-recruitment Quadratic Hockey Stick.

La figura 3.2.1.7 confronta come l'incertezza sulla relazione stock-recruitment si propaga sugli 11 indicatori monitorati e sullo stesso reclutamento, a seconda dell'approccio utilizzato: normale,

lognormale, uniforme. L'ampiezza dell'intervallo è calcolata come differenza in percentuale tra 95esimo e quinto percentile, standardizzata rispetto alla mediana, sia per i diversi indicatori che per il reclutamento utilizzando i valori al 2021. Gli intervalli di confidenza rispecchiano l'ampiezza degli intervalli attorno al reclutamento al 2021 nei tre approcci, ma l'approccio lognormale presenta in genere un comportamento più stabile. Come atteso, gli indicatori maggiormente influenzati sono quelli relativi alla biomassa (totale e dei riproduttori) e alla cattura, mentre le variazioni attorno agli indicatori relativi alla struttura di taglia della popolazione e della cattura sono meno marcate. Le variazioni attorno agli indicatori di biomassa e cattura si attestano, nel caso dell'approccio lognormale ad esempio, fra il 35 ed il 36%, in sintonia con l'incertezza inserita in input. Mentre, sempre con una distribuzione dell'errore log-normale, gli indicatori relativi alla struttura di taglia della popolazione e della cattura variano, in genere, meno del 10%.



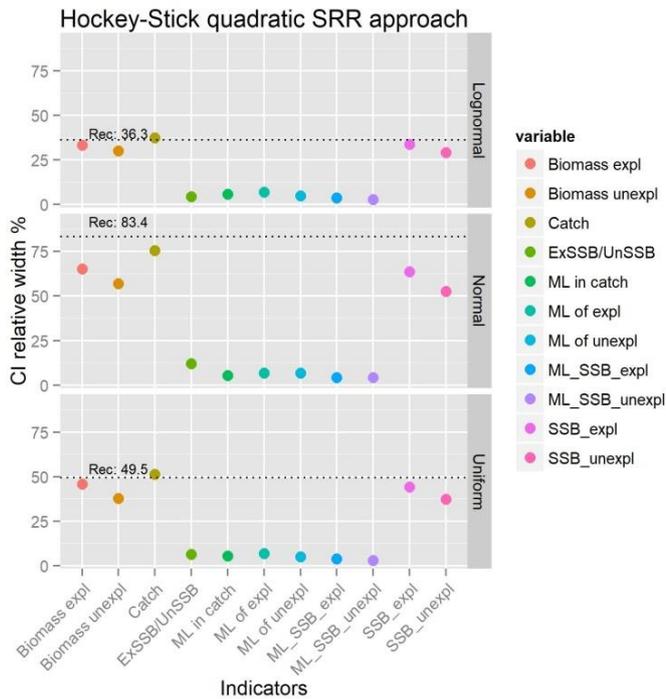


Fig. 3.2.1.7 - Confronto fra gli intervalli di confidenza al 2021 degli approcci di incertezza utilizzati. Sono confrontati gli indicatori selezionati relativi alle componenti biologica e di impatto. La linea orizzontale tratteggiata rappresenta la variazione attorno al reclutamento al 2021. Indicatori: Biomassa della popolazione sfruttata (Biomass expl); Biomassa della popolazione con  $F=0$  (Biomass unexpl); SSB della popolazione sfruttata (SSB expl); SSB della popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con  $F=0$  (ML of unexpl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata (ML\_SSB\_expl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sottoposta a mortalità da pesca nulla ( $F=0$ ) (ML\_SSB\_unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch).

Nella versione attuale del modello è stata anche implementata l'opzione di importazione di griglie di coppie (o terne, a seconda della relazione) di parametri stimate off-line per relazioni S-R, ad esempio da Eqsim (Minto et al., 2014; ICES, 2015) (stochastic equilibrium reference point software, <https://github.com/ices-tools-prod/msy>), che stima anche relazioni stock-recruitment, ricampionando con rimpiazzo le coppie adulti-reclute dell'assessment e stimando i parametri della relazione 500 volte. Anche le realizzazioni di Eqsim sono più concentrate, definendo un ventaglio di segmented regression meno ampio rispetto alla distribuzione normale o uniforme.

### 3.2.2 - Test dell'incertezza sulla crescita

Confrontando la curva di crescita perturbata secondo i tre diversi approcci di probabilità, si osserva che le tre parametrizzazioni sono equivalenti (Figura 3.2.2.1).

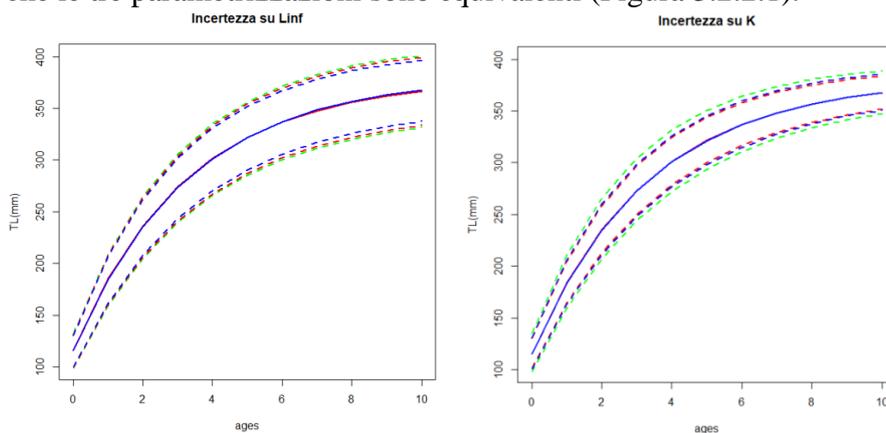


Fig. 3.2.2.1 - Confronto tra le funzioni di von Bertalanffy perturbate secondo i tre approcci: normale (verde), lognormale (rosso) e uniforme (blu). Sinistra:  $L_{\infty}$  (free) e  $K$  (derivato); destra  $L_{\infty}$  (derivato) e  $K$  (free).

Nella figure 3.2.2.2 e 3.2.2.3 sono rappresentati i trend degli indicatori precedentemente elencati con proiezioni al 2021 e relativa incertezza. Da un'ispezione visuale, gli output appaiono fra loro coerenti.

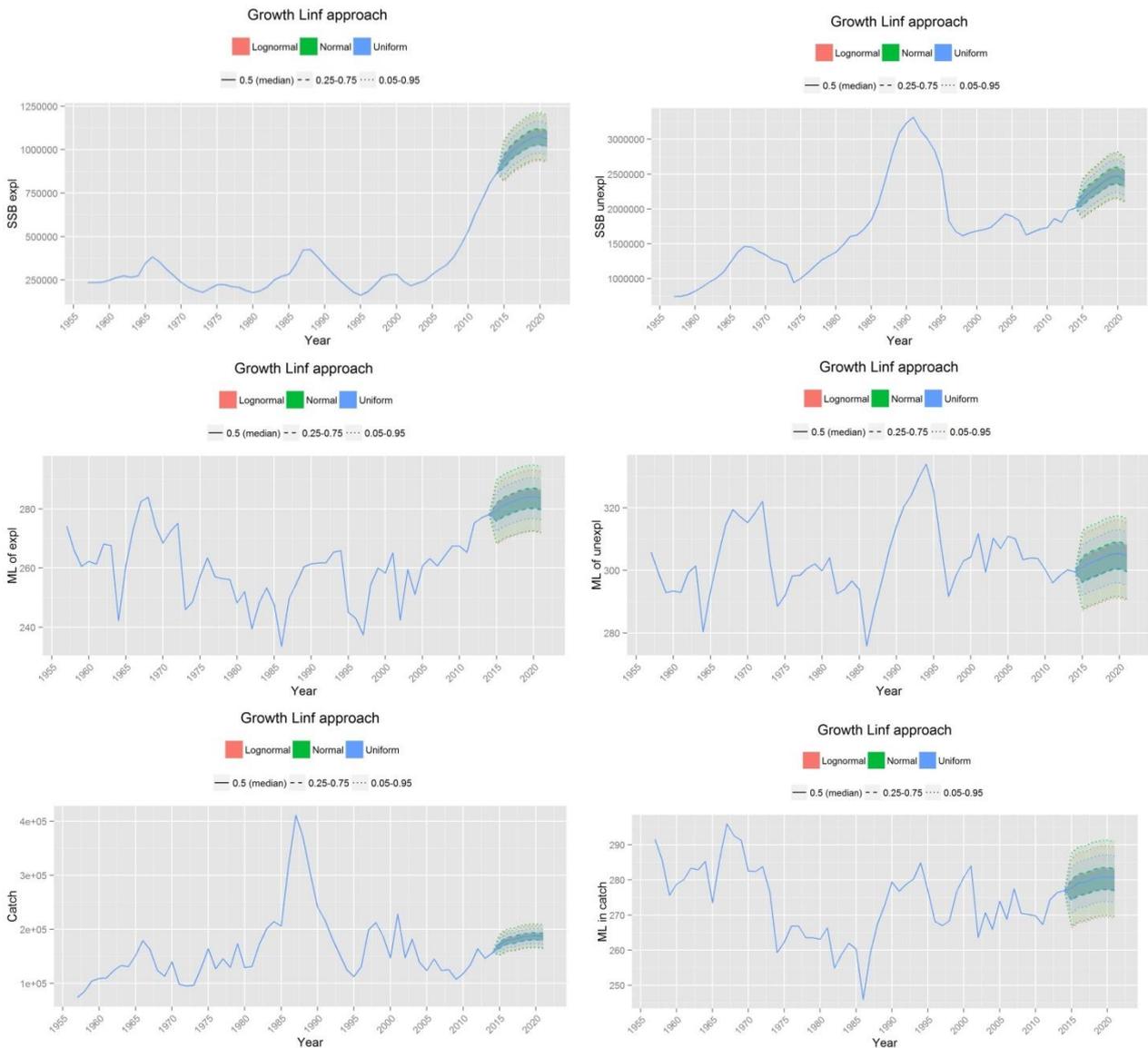


Fig. 3.2.2.2 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021.  $L_{\infty}$  (free). SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con  $F=0$  (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme.

La figura 3.2.2.4 confronta come l'incertezza sui parametri di crescita si propaga sugli 11 indicatori monitorati e, alternativamente su  $L_{\infty}$  e  $k$ , a seconda dell'approccio utilizzato: normale, lognormale, uniforme. L'ampiezza dell'intervallo è calcolata come differenza percentuale tra 95esimo e quinto percentile, standardizzata rispetto alla mediana, sia per i diversi indicatori che alternativamente per  $L_{\infty}$  e  $k$ , utilizzando i valori proiettati al 2021. L'ampiezza dell'intervallo rispetto alla mediana, delle estrazioni di  $L_{\infty}$  varia da 14 al 17%. Si osserva, inoltre, che gli indicatori di biomassa e di cattura hanno una variabilità più vicina a quella inserita in input (tra il 15% e il 26%), mentre gli indicatori di struttura di taglia della popolazione e della cattura presentano invece una variabilità inferiore (tra il 5 e 9%) rispetto a quella inserita in input. Se si considerano le estrazioni di  $k$  (free) l'ampiezza dell'intervallo è leggermente maggiore rispetto a  $L_{\infty}$  (free), poiché varia da 22 a 29% del parametro. Anche in questo caso, tuttavia, gli indicatori di biomassa e cattura hanno una variabilità più vicina a quella inserita in input (max 6%), mentre gli indicatori della struttura di taglia della popolazione e della cattura hanno una variabilità inferiore (max 3%) rispetto a quella inserita in input.



Fig. 3.2.2.3 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021. k (free). SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con F=0 (SSB unexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con F=0 (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme.

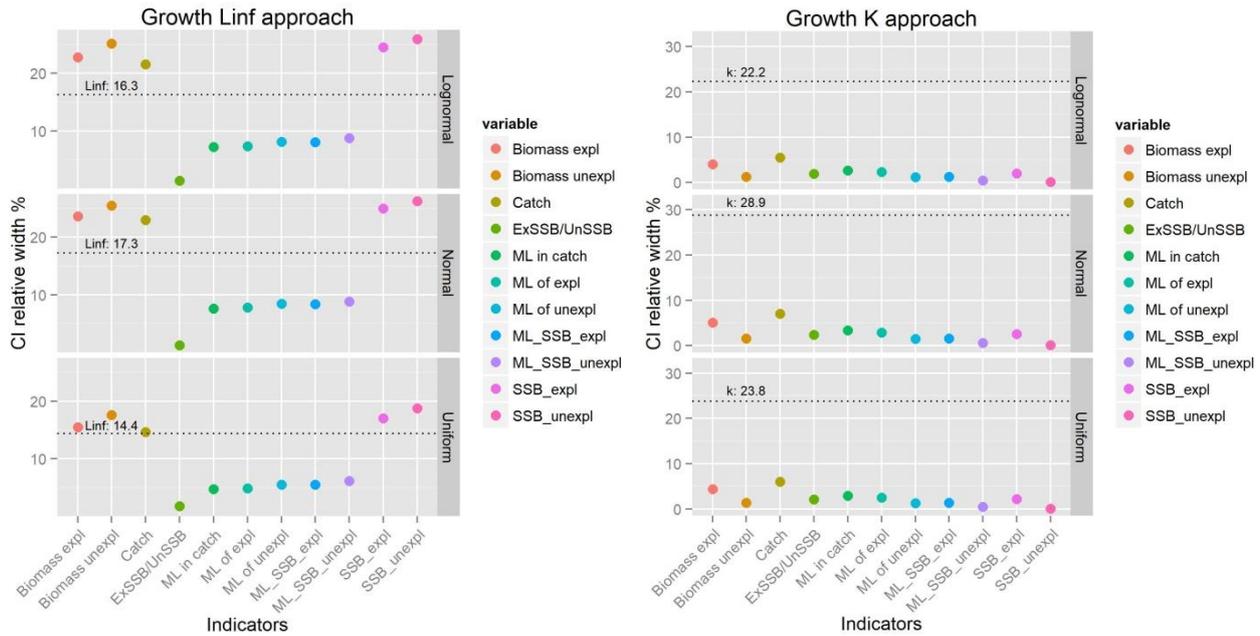


Fig. 3.2.2.4 - Confronto fra gli intervalli di confidenza al 2021 degli approcci di incertezza utilizzati. Sono confrontati gli indicatori selezionati relativi alle componenti biologica e di impatto. La linea orizzontale tratteggiata rappresenta la variazione attorno al parametro  $k$  o alternativamente  $L_{\infty}$ . Indicatori: Biomassa della popolazione sfruttata (Biomass expl); Biomassa della popolazione con  $F=0$  (Biomass unexpl); SSB della popolazione sfruttata (SSB expl); SSB della popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con  $F=0$  (ML of unexpl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata (ML\_SSB\_expl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sottoposta a mortalità da pesca nulla ( $F=0$ ) (ML\_SSB\_unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch).

### 3.2.3 - Test dell'incertezza mortalità naturale

Confrontando il vettore di mortalità naturale perturbato secondo i tre diversi approcci di probabilità, si osserva che le tre parametrizzazioni in caso di  $L_{\infty}$  (free) e  $k$  (free) sono equivalenti (Figura 3.2.3.1).

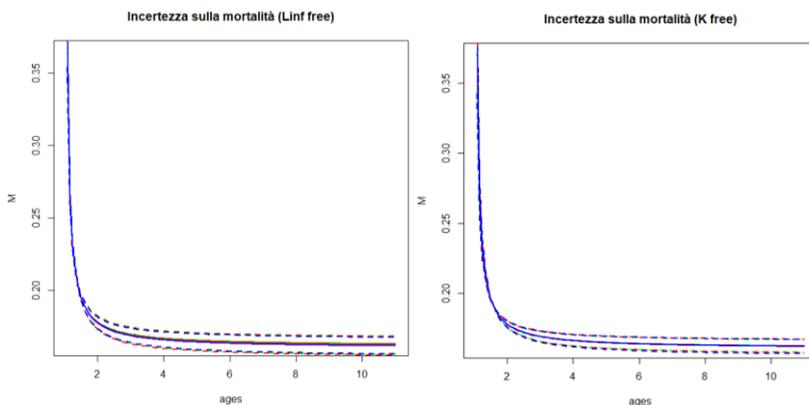


Fig. 3.2.3.1 - Confronto i vettori di mortalità (Prodbiom con soluzione unica) perturbati secondo i tre approcci: normale (verde), log-normale (rosso) e uniforme (blu).

Le figure da 3.2.3.2 e 3.2.3.3 rappresentano come l'incertezza sulla crescita individuale e sulla mortalità si propaga sugli 11 output influenzati da questo tipo di errore di processo. Gli intervalli di confidenza intorno agli output sono equivalenti nei tre approcci.



Fig. 3.2.3.2 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021.  $L_{\infty}$  (free). SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con  $F=0$  (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme.

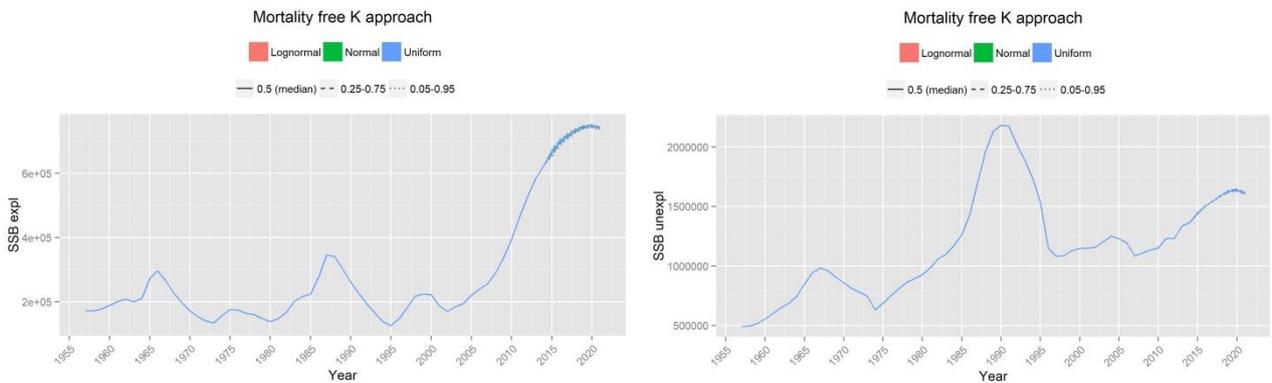




Fig. 3.2.3.3 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021.  $k$  (free). SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con  $F=0$  (ML of unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme.

La figura 3.2.3.4 confronta come l'incertezza sulla mortalità (media del vettore di mortalità per età) si propaga sugli 11 indicatori monitorati, a seconda che siano  $L_\infty$  (free) o  $k$  (free) e dell'approccio utilizzato: normale, log-normale, uniforme. L'ampiezza dell'intervallo è calcolata come differenza percentuale tra 95esimo e quinto percentile, standardizzata rispetto alla mediana, sia per i diversi indicatori che per  $M$ , alternativamente per  $L_\infty$  (free) o  $k$  (free), utilizzando i valori proiettati al 2021. L'ampiezza dell'intervallo di  $M$  medio rispetto alla mediana, varia dal 6 al 7% nel caso di  $L_\infty$  (free). Si osserva, inoltre che gli indicatori di biomassa e cattura variano fra il 20 ed il 30%, mentre gli indicatori della struttura di taglia sia della popolazione che della cattura tra il 5 ed il 9%. Nel caso di  $k$  (free) l'ampiezza dell'intervallo di  $M$  medio rispetto alla mediana, varia attorno al 4%. Gli indicatori di biomassa e cattura variano anch'essi attorno al 4%, mentre gli indicatori della struttura di taglia sia della popolazione che della cattura attorno al 3%.

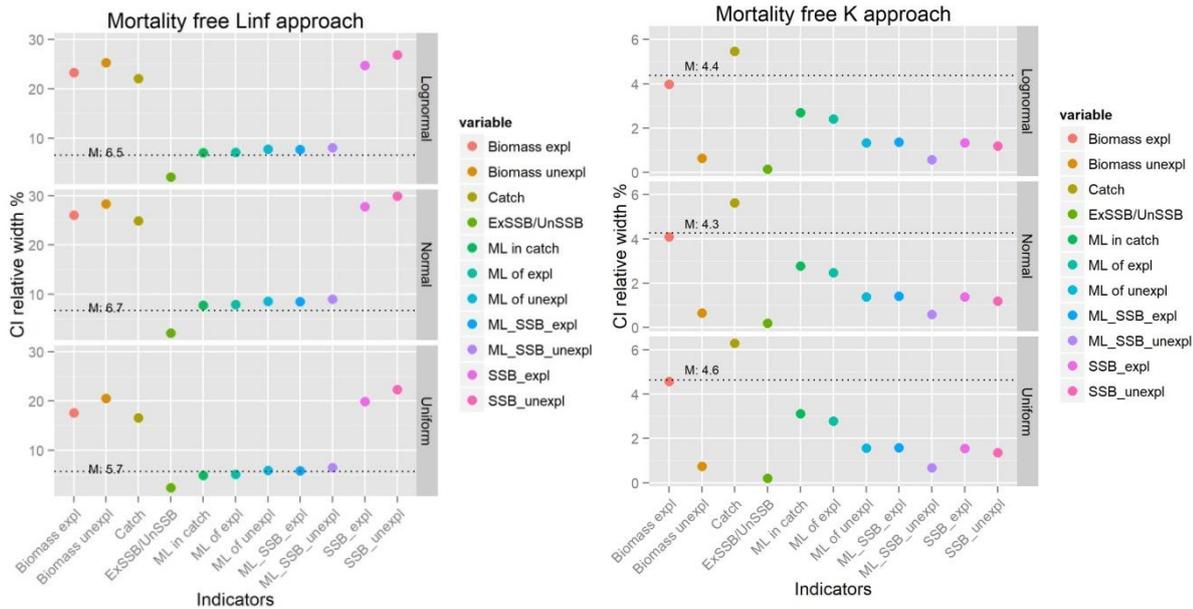


Fig. 3.2.3.4 - Confronto fra gli intervalli di confidenza al 2021 degli approcci di incertezza utilizzati. Sono confrontati gli indicatori selezionati relativi alle componenti biologica e di impatto. La linea orizzontale tratteggiata rappresenta la variazione attorno al parametro M, alternativamente con  $L_{\infty}$  o k (free). Indicatori: Biomassa della popolazione sfruttata (Biomass expl); Biomassa della popolazione con F=0 (Biomass unexpl); SSB della popolazione sfruttata (SSB expl); SSB della popolazione con F=0 (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con F=0 (ML of unexpl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata (ML\_SSB\_expl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sottoposta a mortalità da pesca nulla (F=0) (ML\_SSB\_unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch).

### 3.2.4 - Test dell'incertezza sulla maturità

In questo test si è variata solo la taglia di prima maturità ( $ML_{50\%}$ ) e non il range di maturità. L'intervallo di variazione delle distribuzioni normale e log-normale è leggermente più ampio di quello uniforme (Fig. WP2.A2.4.1), poiché nell'approccio uniforme tutti i valori di  $ML_{50\%}$  possono essere estratti tra 24 cm e 26 cm in modo pressoché equivalente con probabilità pari a 0.05, mentre nei casi di estrazione da distribuzione normale e log-normale si assume che il valore di  $ML_{50\%}$  deterministico, ovvero 25 cm, abbia una probabilità maggiore rispetto agli altri valori di essere estratto; man mano che ci si allontana dalla media, questa probabilità diminuisce.

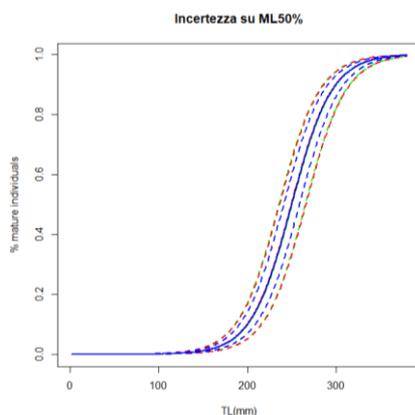


Fig. 3.2.4.1 - Confronto fra i vettori di maturità perturbati secondo i tre approcci: normale (verde), lognormale (rosso) e uniforme (blu).

Confrontando i tre approcci in termini di SSB e lunghezza media dei riproduttori (Fig. 3.2.4.2) si osserva che BEMTOOL restituisce variazioni abbastanza comparabili tra i tre approcci.

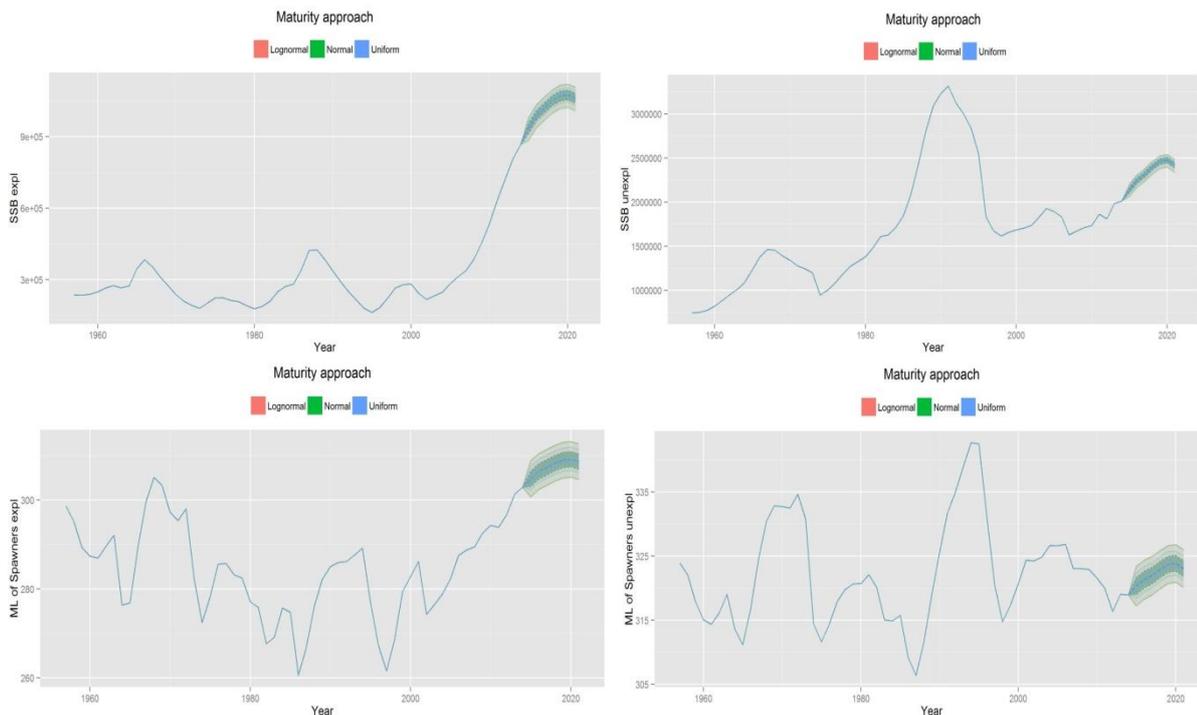


Fig. 3.2.4.2 – Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021 con incertezza sulla taglia di prima maturità ( $ML_{50\%}$ ). SSB popolazione sfruttata (SSB expl); SSB popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata (ML of spawner expl), lunghezza media dei riproduttori nella popolazione con  $F=0$  (ML of spawner unexpl); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme.

La figura 3.2.4.3 confronta come l'incertezza sulla taglia di prima maturità ( $ML_{50\%}$ ) si propaga sugli 11 indicatori monitorati, a seconda dell'approccio utilizzato: normale, log-normale, uniforme. L'ampiezza dell'intervallo è calcolata come differenza percentuale tra 95esimo e quinto percentile, standardizzata rispetto alla mediana, sia per i diversi indicatori che per  $ML_{50\%}$ , utilizzando i valori proiettati al 2021. L'ampiezza dell'intervallo di  $ML_{50\%}$  rispetto alla mediana, varia da circa il 12% per gli approcci normale e log-normale, al 7% nel caso di distribuzione uniforme. Di conseguenza, si ottiene che, pur essendo paragonabili, l'intervallo di confidenza della distribuzione uniforme risulta leggermente più stretto di quello delle distribuzioni normale e log-normale per tutti gli indicatori considerati. Tuttavia, si osserva per tutti gli approcci esplorati un comportamento coerente del modello BEMTOOL relativamente alla propagazione dell'incertezza negli output. Infatti, la variabile con un intervallo di confidenza al 2021 comparabile alla variabilità inserita in input sulla taglia di prima maturità è la SSB della popolazione sfruttata, mentre la SSB della popolazione non sfruttata presenta una variabilità leggermente inferiore. Questo è dovuto al fatto che la mortalità da pesca  $F$  per età, che influenza la composizione della popolazione sfruttata, incide prevalentemente sulle classi 1-6; poiché l'età di prima maturità è 3 anni, il pattern di sfruttamento influenza molto l'SSB. Un comportamento analogo si osserva per la taglia media dei riproduttori della popolazione sfruttata rispetto a quella della popolazione con  $F=0$ . L'ampiezza dell'intervallo di confidenza (relativamente alla mediana) della variabile SPR (Spawning Potential Ratio) al 2021 è risultato pari a circa il 2.5% per tutti gli approcci esplorati.

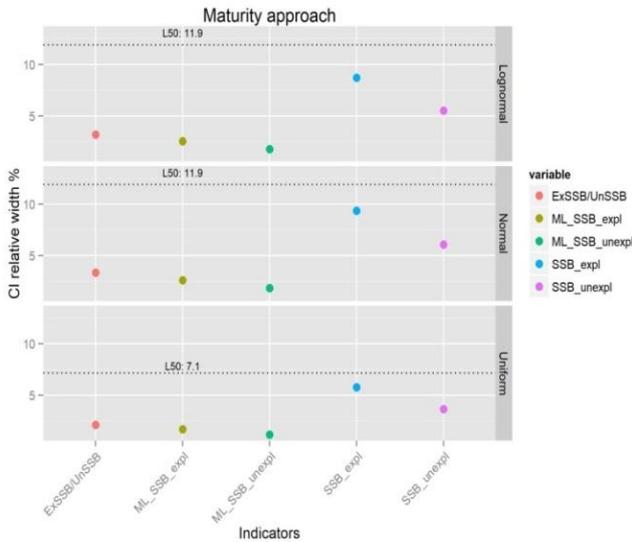


Fig. 3.2.4.3 – Confronto fra gli intervalli di confidenza al 2021 degli approcci di incertezza utilizzati. Sono confrontati gli indicatori selezionati relativi alla componente biologica. La linea orizzontale tratteggiata rappresenta la variazione attorno al parametro  $ML_{50\%}$ . Indicatori: SSB della popolazione sfruttata (SSB expl); SSB della popolazione con  $F=0$  (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata (ML\_SSB\_expl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sottoposta a mortalità da pesca nulla ( $F=0$ ) (ML\_SSB\_unexpl).

### 3.2.5 - Test dell'incertezza sulla selettività

Confrontando la funzione di selettività perturbata secondo i tre diversi approcci di probabilità, si osserva che le parametrizzazioni normale e log-normale sono equivalenti (Figura 3.2.5.1), mentre l'approccio uniforme presenta un'incertezza leggermente inferiore intorno alla curva media.

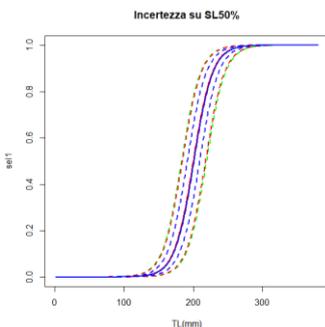


Fig. 3.2.5.1 - Confronto tra le funzioni di selettività (ogiva classica) perturbate secondo i tre approcci: normale (verde), lognormale (rosso) e uniforme (blu).

La figura 3.2.5.2 rappresenta come l'incertezza sulla selettività si propaga su un sottoinsieme di indicatori in output influenzati da questo tipo di errore. Gli intervalli di confidenza intorno agli output hanno pattern analogo agli intervalli intorno a  $SL_{50\%}$  nei tre approcci.

La figura 3.2.5.3 confronta come l'incertezza sulla taglia di prima cattura ( $SL_{50\%}$ ) si propaga sugli 11 indicatori monitorati, a seconda dell'approccio utilizzato: normale, log-normale, uniforme.

L'ampiezza dell'intervallo è calcolata come differenza percentuale tra 95esimo e quinto percentile, standardizzata rispetto alla mediana, sia per i diversi indicatori che per  $SL_{50\%}$ , utilizzando i valori proiettati al 2021. L'ampiezza dell'intervallo di  $SL_{50\%}$  rispetto alla mediana, varia da 9 a 18%. Si osserva, inoltre che la biomassa della popolazione sfruttata e la SSB della popolazione sfruttata presentano una variabilità tra 4 e 7%, mentre la lunghezza media nella popolazione ha variazioni trascurabili. L'ampiezza dell'intervallo della cattura in peso varia tra 1 e 2%, mentre la taglia media nella cattura tra 2 e 4%.



Fig. 3.2.5.2 - Trend degli indicatori dello stock di *P. platessa* al 2021 con incertezza sulla taglia di prima cattura (SL<sub>50%</sub>). SSB popolazione sfruttata (SSB expl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl); Cattura (Catch); lunghezza media nella cattura (ML in catch); confronto tra approccio normale, log-normale e uniforme.

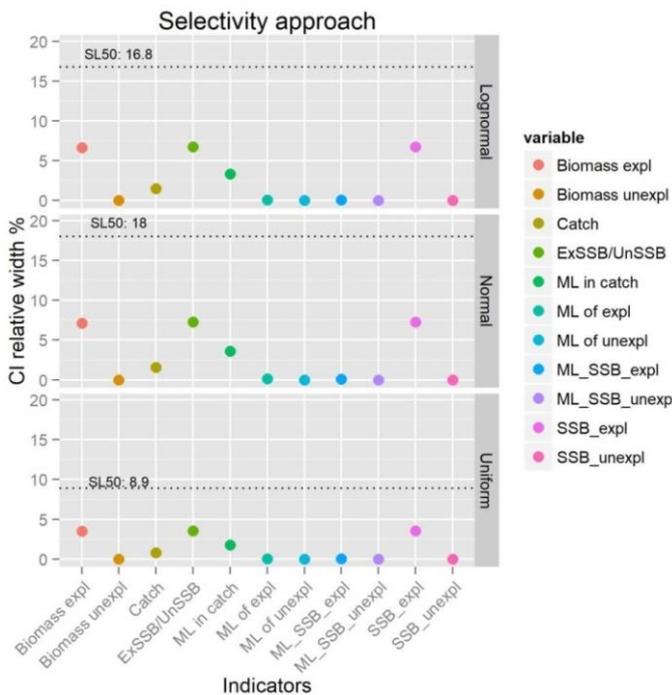


Fig. 3.2.5.3 - Confronto fra gli intervalli di confidenza al 2021 degli approcci di incertezza utilizzati. Sono confrontati gli indicatori selezionati relativi alle componenti biologica e di impatto. La linea orizzontale tratteggiata rappresenta la variazione attorno al parametro SL<sub>50%</sub>. Indicatori: Biomassa della popolazione sfruttata (Biomass expl); Biomassa della popolazione con F=0 (Biomass unexpl); SSB della popolazione sfruttata (SSB expl); SSB della popolazione con F=0 (SSB unexpl); SPR (rapporto fra SSBexpl ed SSBunexpl); lunghezza media degli individui nella popolazione sfruttata (ML of expl), lunghezza media degli individui nella popolazione con F=0 (ML of unexpl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sfruttata (ML\_SSB\_expl); lunghezza media dei riproduttori nella popolazione sottoposta a mortalità da pesca nulla (F=0) (ML\_SSB\_unexpl); Catch (cattura in peso); lunghezza media degli individui catturati (ML in catch).

### 3.2.6 - Casi di studio

La parametrizzazione definita per il caso di studio test basato sull'assessment ufficiale di *Pleuronectes platessa* evidenzia che il modello BEMTOOL simula correttamente la serie storica della cattura (con una differenza % media tra cattura simulata e osservata in valore assoluto intorno al 15%), di F e di

SSB, sia con modalità di input basata sulla mortalità da pesca  $F$  che sulla mortalità totale  $Z$  (Fig. 3.2.6.1).

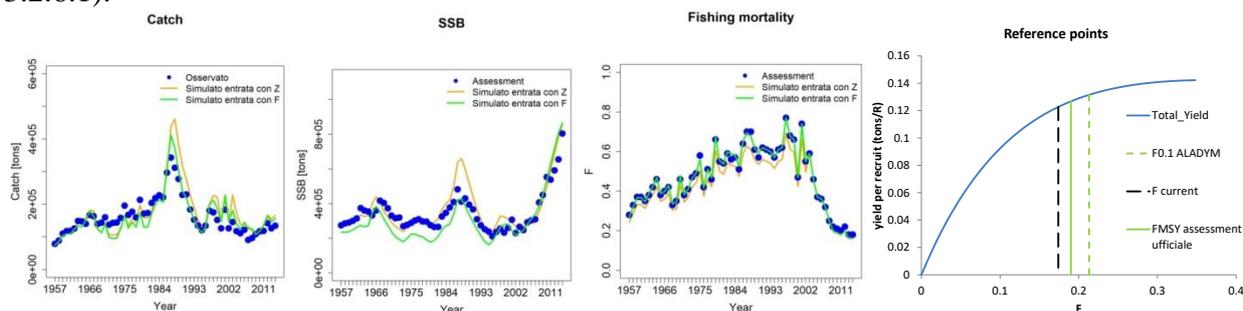


Fig. 3.2.6.1 – Simulazione con il modello BEMTOOL della serie storica delle catture, di SSB e di  $F$  di *Pleuronectes platessa* nel Mar del Nord. Stima del reference point in ALADYM e confronto con il valore riportato nell’assessment ufficiale ICES.

Il reference point ( $F_{0.1}$ ) stimato in BEMTOOL è pari a 0.21, coerente con  $F_{MSY}$  dell’assessment di riferimento ( $=0.19$ ). Lo stock è pertanto sottosfruttato ( $F_{curr} < F_{0.1}$  o  $< F_{MSY}$ ).

Se si analizzano i risultati ottenuti dai 3 scenari di gestione proiettati al 2021 (gli scenari hanno solo significato di test per verificare la coerenza del modello, a seguito dell’implementazione di diverse fonti di incertezza, poiché lo stock è utilizzato in maniera sostenibile):

- scenario 1: *status quo* con opzione 1 del prezzo (1 prezzo dipendente elasticamente dalla variazione della cattura) (taglia di prima cattura 20 cm);
- scenario 2: aumento di  $F$  del 40% con opzione 1 del prezzo (taglia di prima cattura 20 cm);
- scenario 3: aumento della selettività (taglia di prima cattura 25 cm) con opzione 2 del prezzo (prezzo dipendente elasticamente dalla cattura in peso e dal peso medio nella cattura);

combinando le diverse fonti di incertezza nella componente biologica e di selettività, si osserva nello Scenario 2 una diminuzione di SSB associata all’aumento di  $F$ ; mentre nello Scenario 3, come atteso, il livello di SSB sarebbe più alto dello *status quo*, grazie all’aumento della maglia. I risultati sono analoghi per l’indicatore SPR. Le proiezioni della lunghezza media della popolazione evidenziano un lieve miglioramento nello scenario 3 rispetto allo *status quo*, coerente con l’incremento della taglia di prima cattura in uno stock già sfruttato in maniera sostenibile (Fig. 3.2.6.2).

Tuttavia, lo Scenario 3 porta a un livello di cattura in peso più basso rispetto agli altri scenari, ma a fronte di una taglia media nelle catture più alta; lo Scenario 2, invece, è lo scenario con la taglia media nelle catture più bassa, ma con la cattura in peso più alta (Fig. 3.2.6.3.). Si osservi, però, che nello Scenario 2 il trend degli ultimi anni è in diminuzione dal 2017, sia nella taglia media che nel peso totale delle catture. Le performance degli scenari in termini di volume della cattura e della sua composizione hanno ripercussioni anche sui ricavi, i quali raggiungono al 2021, nello Scenario 3 un livello superiore rispetto allo Scenario 2. Il livello più basso per i ricavi è dato dallo *status quo*. In figura 3.2.6.3 è possibile inoltre osservare anche l’andamento della  $F$  perturbata nei vari scenari: lo *status quo* mantiene il livello di  $F$  pari alla media di quella degli ultimi tre anni, mentre nello Scenario 2 vi è un aumento del 40% e nello Scenario 3 una diminuzione del 12%, rispetto allo *status quo*, dovuta al cambio di maglia. Tutti i risultati sono coerenti con quanto atteso, anche tenendo conto dell’incertezza.

In tabella. 3.2.6.1. sono riportate, per ciascuno scenario, le probabilità (esprese in forma %) che i valori di SSB scendano sotto il livello  $B_{pa}$  e che  $F$  sia superiore a  $F_{MSY}$ . Osservando la situazione dello stock in termini di mortalità da pesca ed SSB rispetto ai reference points, che sono rispettivamente  $F_{MSY}=0.19$  e  $B_{pa}=230\,000$  tonnellate, si osserva che lo Scenario 2 porterebbe a un peggioramento della situazione dello stock sia in termini di sfruttamento che in termini di biomassa rispetto agli specifici reference points (Tabella 3.2.6.1). Lo scenario 3 e lo *status quo* manterrebbero

lo stock in buone condizioni, pur essendo lo scenario 3 quello che restituisce la miglior performance. Infatti, a fronte di un iniziale decremento nelle catture rispetto allo status quo, si avrebbe un livello di ricavi superiore alla situazione corrente.

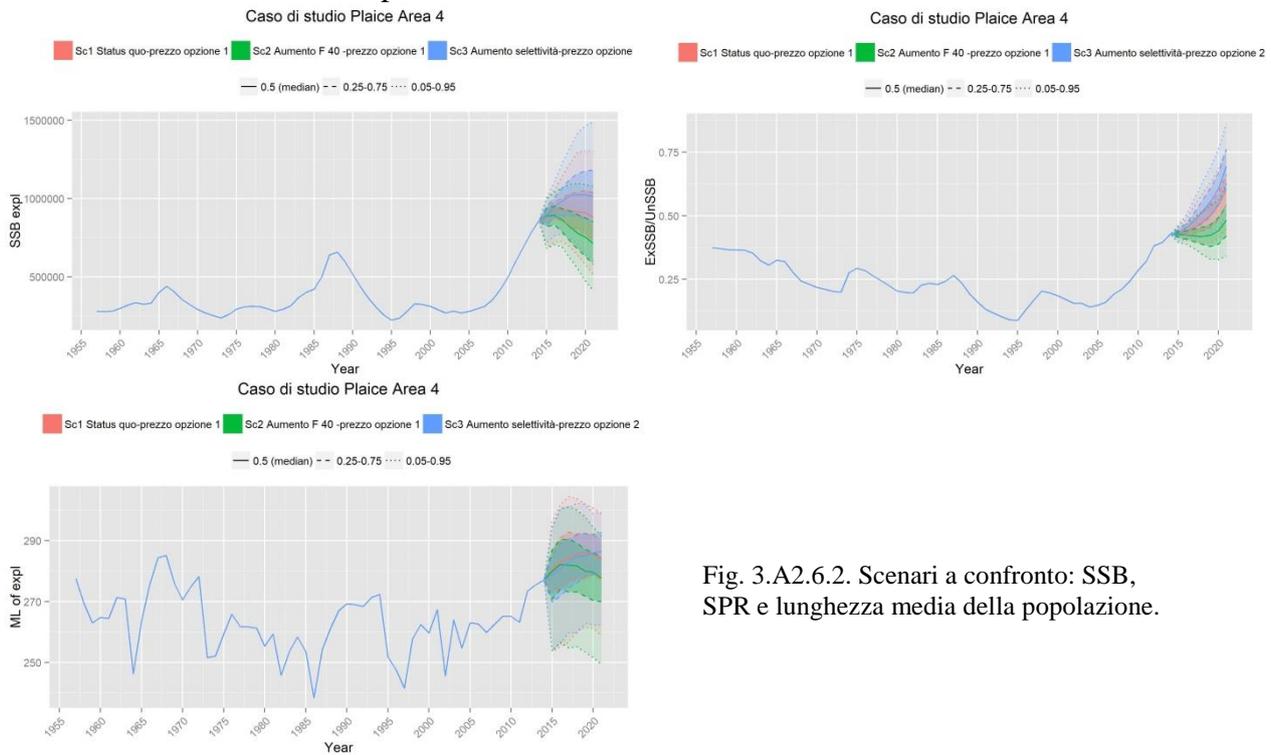
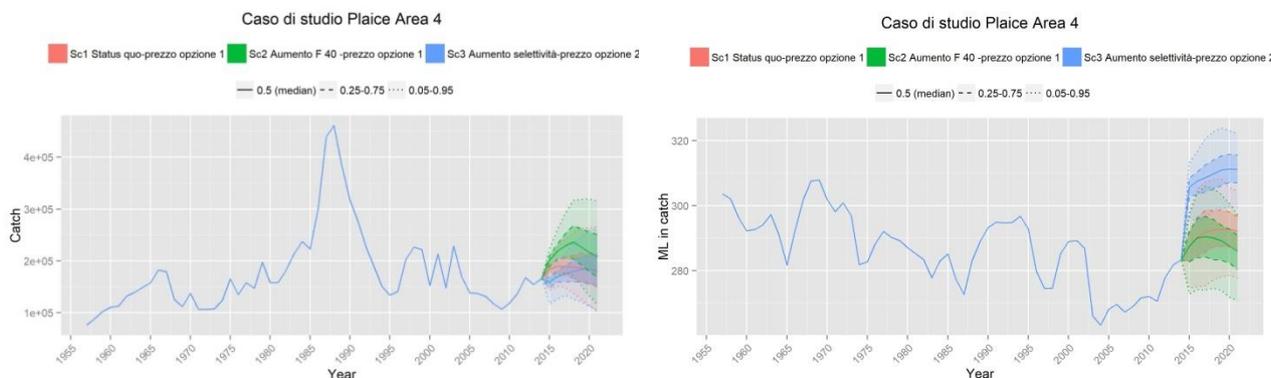


Fig. 3.A2.6.2. Scenari a confronto: SSB, SPR e lunghezza media della popolazione.

Tab. 3.2.6.1 – Probabilità che  $SSB < B_{pa}$  e che  $F > F_{MSY}$  per i tre scenari esplorati.

Scenario	$F > F_{MSY}$	$SSB < B_{pa}$
Sc1 Status quo-prezzo opzione 1	0%	0%
Sc2 Aumento F40-prezzo opzione 1	99.60%	0.20%
Sc3 Aumento selettività-prezzo opzione 2	0%	0%

Altri casi di studio realizzati nel corso del progetto sono rappresentati dall'applicazione del modello BEMTOOL alla simulazione di misure di gestione per gli stock di piccoli pelagici in Adriatico. Questo studio ha avuto funzioni di supporto alle attività del Working Group MSE del 1-3 Febbraio 2016. Il report esteso completo di input e output è riportato in WP2-Annesso2 di questa relazione.



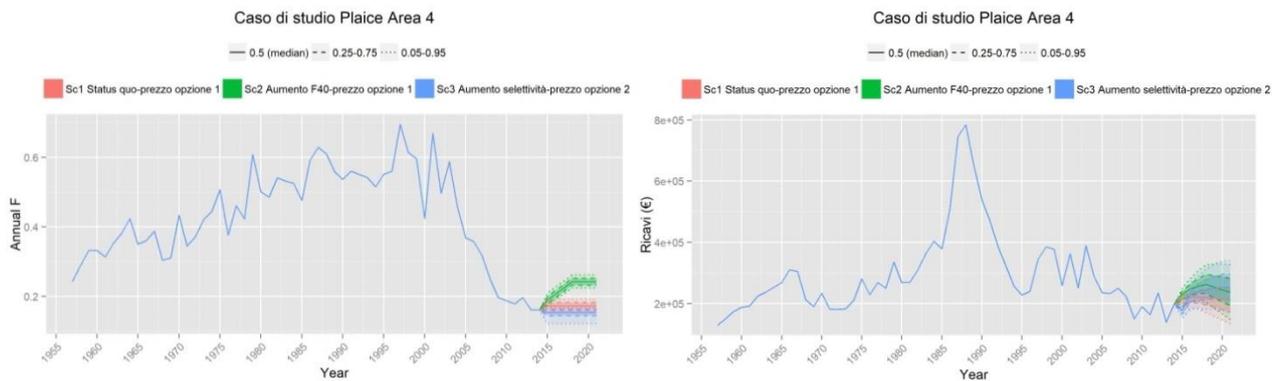


Fig. 3.2.6.3. - Scenari a confronto: cattura in peso, lunghezza media nella cattura simulata, mortalità da pesca e ricavi.

Con riferimento a questi stock, il confronto fra tre approcci di incertezza (Eqsim, uniforme e normale) è stato testato, in termini di effetti su Spawning Stock Biomass, utilizzando la relazione stock-recruitment stimata per lo stock di alice nel gruppo di lavoro WGMSE (GFCM, Febbraio 2016). In questo test è stato proiettato, oltre allo scenario *status quo* anche uno scenario con riduzione dello sforzo di pesca, secondo quanto simulato nell'ambito del WGMSE (WP2-Annesso2). E' possibile notare che, come osservato nella MSE realizzata durante il gruppo di lavoro e utilizzando la stessa relazione stock recruitment (segmented regression), lo stock tende a valori minimi nella proiezione al 2020 (fig. 3.2.6.4). In uno scenario di riduzione dello sforzo di pesca si osserva invece una tendenza al recupero. Dalle analisi realizzate emerge che l'approccio 2 (Eqsim), poiché basato sui dati campionari, tende a restituire un intervallo di confidenza più vicino ai dati osservati, che vengono ricampionati più volte; pertanto questo metodo è da preferire in situazioni in cui i dati sono ben contrastati e la serie storica è sufficientemente lunga.

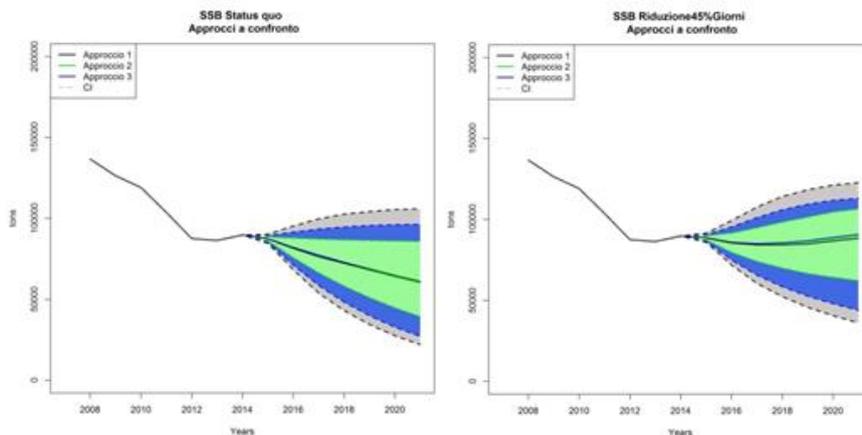


Fig. 3.2.6.4 - Confronto fra i tre approcci in termini di effetti su Spawning Stock Biomass. In questo caso è stata utilizzata la relazione stock-recruitment stimata per lo stock di alice (dati GFCM WGMSE, Febbraio 2016) (segmented regression). Sono rappresentati 2 scenari; status quo (a sinistra) e riduzione dello sforzo (a destra). Approccio 1 (distribuzione uniforme), approccio 2 (Eqsim); approccio 3 (distribuzione normale).

Un ulteriore caso di studio relativo all'applicazione di BEMTOOL nel corso del progetto è stato rappresentato dalla simulazione di scenari con gestione spazio temporale delle flotte che prelevano risorse demersali nello Ionio settentrionale (GSA19). Questo studio è stato oggetto di una specifica pubblicazione (Russo, Bitetto et al., 2017), che si riporta in WP2 Annesso 3.

#### 4.2.7 Upgrade dei tools (software, interfaccia, manuale utente)

A seguito dell'upgrade del modello BEMTOOL sia il software (in R con interfaccia utente) che il manuale d'uso sono stati aggiornati e sono attualmente disponibili sul sito web del progetto Rete3.

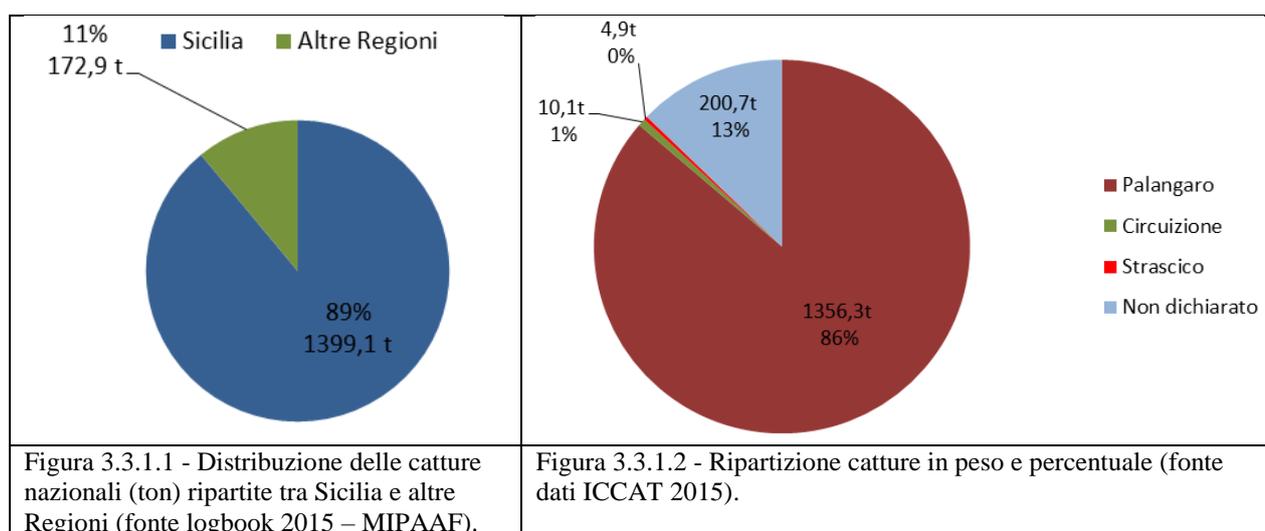
### 3.3 WP3 - EVIDENZE SCIENTIFICHE, DESCRIZIONE ED ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PESCA E DELLE CATTURE DI ALALUNGA (*THUNNUS ALALUNGA*) AL FINE DI IDENTIFICARE I PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER UNA CORRETTA GESTIONE DELLO STOCK.

#### 3.3.1 - Indagine conoscitiva presso le marinerie - “screening” nazionale

La rete territoriale di rilevatori presso le varie marinerie ha permesso di identificare preliminarmente le regioni in cui la tipologia di pesca a *T. alalunga* è presente in maniera significativa. Al fine di avere comunque un termine di confronto sono stati anche consultati sia l’Archivio Licenze Pesca che i logbook e le dichiarazioni di sbarco presso il MIPAAF. Anche se i logbook, in particolare, sono generalmente caratterizzati da un livello di affidabilità piuttosto basso, l’extrapolazione di alcuni dati ha supportato ulteriormente quanto ricavato dall’indagine sul campo. Questa prima fase ha permesso di focalizzare a livello nazionale che:

1. non si registrano catture in Veneto e Friuli Venezia Giulia;
2. non sono rilevabili attività di pesca costanti (se non sporadiche) e/o consistenti nelle seguenti regioni: Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Abruzzo, Molise, Marche, Emilia Romagna, Basilicata. In alcune specifiche aree (es parte della Liguria e Ponza) esiste tuttavia tradizionalmente una quota di attività di pesca;
3. si registrano attività di pesca costante e mirata in: Sicilia, Calabria, Sardegna e Puglia.
4. La Sicilia rappresenta di gran lunga la regione più importante dal punto di vista della pesca: da un’analisi preliminare dei dati di cattura per il 2015 risulta che quasi il 90 % delle catture proviene da pescherecci siciliani (Fig. 3.3.1.1).

Si precisa che l’indagine ha riguardato la flotta mirata alla pesca dell’alalunga, che pratica l’attività con il palangaro, l’unico attrezzo risultato specifico per questa pesca. Da un’analisi dei dati per il 2015 inseriti nella task 1 dell’ICCAT (Fig. 3.3.1.2) risulta infatti che oltre l’86% delle catture sono effettuate con quest’attrezzo, mentre un altro 6% proviene da catture accessorie della pesca con la circuizione ed il restante da altri attrezzi o non classificato.



#### 3.3.2 - Indagine conoscitiva presso le marinerie – approfondimento nelle aree di presenza delle attività

Nelle tre regioni Sicilia, Calabria, e Puglia è stata condotta poi una rilevazione sul campo, attraverso la somministrazione di schede appositamente messe a punto (WP3 Annesso 1), per raccogliere dati di dettaglio (fig. 3.3.2.1) su numero e ad altre caratteristiche delle imbarcazioni censite, oltre alle principali caratteristiche degli attrezzi e dell'attività di pesca (tab. 3.3.2.1 e 3.3.2.2).



Figura 3.3.2.1 - Indagine conoscitiva presso le marinerie – distribuzione flotta

Tabella 3.3.2.1 - Dettaglio descrizione flotta (sintesi per regione)

Regione	N. imbarcazioni	L. media imbarcazioni (m)	N. Tot palangari	Descrizione	Media	Dev. St.
Calabria	58	11,7	92	Lunghezza km	19,6	10,3
				N. ami	1908,6	519,8
				N. cale per bordata	1,05	0,3
				N. bordate annuo	48,8	31,1
Puglia	13	13,05	48	Durata media della bordata	13 ore	1 ora
				Lunghezza km	53,8	19,8
				N. ami	3692,3	990,3
				N. cale per bordata	1,83	1,03
Sicilia	47	14,6	63	N. bordate annuo	37,3	12,5
				Durata media della bordata	14 ore	1 ore
				Lunghezza km	53,5	20,8
				N. ami	3408,5	1479,7
				N. cale per bordata	3,36	2,2
				N. bordate annuo	29,5	18,1

				Durata media della bordata	4,5 gg.	3 gg.
totale	118	12,9	203	Lunghezza km	35,8	22,9
				N. ami	2639,5	1287,2
				N. cale per bordata	2,06	1,8
				N. bordate annuo	39,9	26,3

Tabella 3.3.2.2 - Descrizione flotta (sintesi per capitaneria)

Regione	Porto	N. imbarcazioni	N.Tot palangari	Lunghezza km	N. ami	N. bordate annuo	N. cale per bordata
Calabria	Bagnara	10	20	30,0	2000	85	1
	Cariati	5	5	29,8	1800	32	1
	Catanzaro	4	4	17,5	1750	20	1
	Cirò	8	8	22,5	1500	16	1
	Crotone	2	2	40,0	2500	15	1
	Diamante	3	6	15,0	2000	70	1
	Palmi	2	4	15,0	2000	75	1
	Roccella	5	5	15,6	2300	5	1
	San Nicola Arcella	1	1	15,0	2000	30	1
	Scilla	3	6	15,0	2000	80	1
	Soverato	4	8	10,0	1000	30	1
	Soverato	1	2	12,0	1200	35	1
	Vibo Valentia Marina	10	21	10,5	2300	78	1
Puglia	Gallipoli	1	4	60,0	4000	25	1
	Mola di Bari	1	4,5	70,0	4500	50	3
	Monopoli	5	21,5	66,0	4300	50	3
	Porto Cesareo	3	12	60,0	4000	30	1
	Taranto	3	6	20,0	2000	23	1
Sicilia	Augusta	5	12	25,0	1300	6	3
	Catania	2	2	75,0	5000	40	8
	Lipari	5	5	22,0	1300	26	1
	Milazzo	9	9	65,0	3500	60	1
	Pozzillo	8	8	62,5	4463	25	4
	Riposto	11	11	67,7	4627	26	5
	Salina	1	1	20,0	1200	25	1
	Santa Maria La Scala	3	3	68,3	4667	20	4
Siracusa	3	12	25,0	1300	8	4	

Da quest'indagine risulta che un totale di 118 imbarcazioni praticano costantemente la pesca dell'alungna nel corso dell'anno nelle tre regioni indagate, e che tale pesca risulta comunque non

esclusiva, dal momento che una media di 49, 37 e 30 bordate per anno, seppure di durata variabile, vengono effettuate rispettivamente in Calabria, Puglia, e Sicilia.

Aggiungendo a questo numero quello di altre barche (es. Sardegna) che risultano praticare in maniera non costante quest'attività, si può stimare con buona approssimazione che circa 150 barche praticano nel corso dell'anno una pesca mirata con palangaro all'alalunga a livello nazionale.

Le dimensioni delle barche sono piuttosto contenute, variando tra i circa 12 m LFT della Calabria ai circa 15 metri medi della Sicilia. Forti differenze si riscontrano per quanto riguarda il numero di ami per palangaro e la lunghezza degli attrezzi.

In Sicilia in particolare, la Regione che come detto rappresenta la maggioranza delle catture, la pesca è caratterizzata da una durata molto più lunga dell'uscita di pesca (bordata), con una media di 4.5 gg e fino a 10 gg per le barche più grandi: le barche effettuano quindi uscite di più giorni, dedicando nella media circa 100 giorni di pesca/anno all'alalunga. Inoltre le barche più grandi di Catania e Riposto (fino a 20 m LFT) già da alcuni anni si trasferiscono nella stagione tardo primaverile-estiva nelle acque greche tornando solo successivamente ad effettuare l'attività nelle acque antistanti la Sicilia.

Sulla base delle informazioni raccolte durante l'indagine, integrate dalle coordinate di pesca rilevate direttamente a bordo durante la campagna di osservazione, è stato possibile definire le principali aree di pesca dell'alalunga (Fig.3.3.2.2).



Figura 3.3.2.2 - Principali aree di pesca nel 2015.

L'indagine sulla flotta ha evidenziato l'esistenza di 2 gruppi di imbarcazioni, corrispondenti a due diverse strategie di pesca. La maggioranza delle imbarcazioni pesca l'alalunga sia come specie bersaglio che come by-catch di altre specie più remunerative commercialmente, soprattutto il pesce spada. Si tratta quindi di una pesca opportunistica, con attrezzi di dimensioni e caratteristiche

diverse, lunghezza delle imbarcazioni non superiore a 15 metri, bordate di durata media di 1 giorno. Il mercato di riferimento è nazionale se non locale.

Un secondo gruppo effettua una pesca mirata all'alalunga: è costituita da non più di 20 imbarcazioni, tutte provenienti dalla Sicilia, ha attrezzi di dimensioni maggiori e di caratteristiche standard, effettua bordate fino a 10 gg in aree anche molto lontane dalla costa italiana, soprattutto Egeo meridionale ma fino all'Africa settentrionale. Il mercato di riferimento è estero per il prodotto conservato, e produce la maggioranza delle catture nazionali.

### 3.3.3 - Indagine nei porti campione: monitoraggio delle catture allo sbarco

I porti campione individuati per lo svolgimento del monitoraggio sono stati Porto Cesareo in Puglia e Riposto in Sicilia. La scelta è stata effettuata sulla base di considerazioni derivanti dall'importanza e costanza dell'attività di pesca specifica, nonché su facilità logistiche che rendessero più agevole la raccolta di dati. Per questi motivi le attività si sono concentrate su due porti, invece che gli originari tre.

In ogni porto, sono state seguite le attività di pesca di diverse imbarcazioni. Durante la fase di monitoraggio il rilevatore ha presenziato alle fasi di sbarco, prendendo nota delle specie ittiche catturate ed effettuando le misurazioni biometriche.

Nella tabella 3.3.3.1 sono sintetizzati i rilevamenti delle catture allo sbarco, effettuate nei due porti campione.

Tabella 3.3.3.1: Descrizione generale rilevazioni allo sbarco (solo le imbarcazioni che hanno sbarcato a Riposto o Porto Cesareo)

<b>Porto</b>	<b>Numero imbarcazioni</b>	<b>Totale rilevazioni</b>
Porto Cesareo	4	49
Riposto	4	14
<b>Totale complessivo</b>	<b>8</b>	<b>63</b>

Nella tabella 3.3.3.2 sono riportati i dati del campionamento (N. e Peso individui) aggregati per mese.

Tabella 3.3.3.2: rilevamenti allo sbarco per mese (Riposto e Porto Cesareo)

<b>mese</b>	<b>N. individui</b>	<b>kg totali</b>
gennaio	22	204,6
febbraio	17	144,6
aprile	77	606,4
luglio	1900	13000
agosto	4270	32803
settembre	2350	16940
ottobre	1713	12496,8
novembre	50	497,2
dicembre	97	974,3
<b>Totale complessivo</b>	<b>10496</b>	<b>77666,9</b>

Nella tabella 3.3.3.3 sono riportati i dati riguardanti la distribuzione delle taglie degli individui campionati (In Fig. 3.3.3.1 i totali, in Fig. 3.3.3.2 suddivisi per mese). Si specifica che le taglie

riportate comprendono sia quelle misurate durante il rilevamento allo sbarco che nella campagna di osservazione a bordo, il cui dettaglio è riportato nel paragrafo successivo.

Tabella 3.3.3.3 - Statistica descrittiva della lunghezza degli esemplari di alalunga misurati (allo sbarco e con osservatore di bordo)

Descriptive Statistics	N individui	Minimum	Maximum	FL Media		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. error	Statistic	Statistic
FL (cm)	2593	41	115	64,99	0,230	11,721	137,371
Valid N (listwise)	2593						

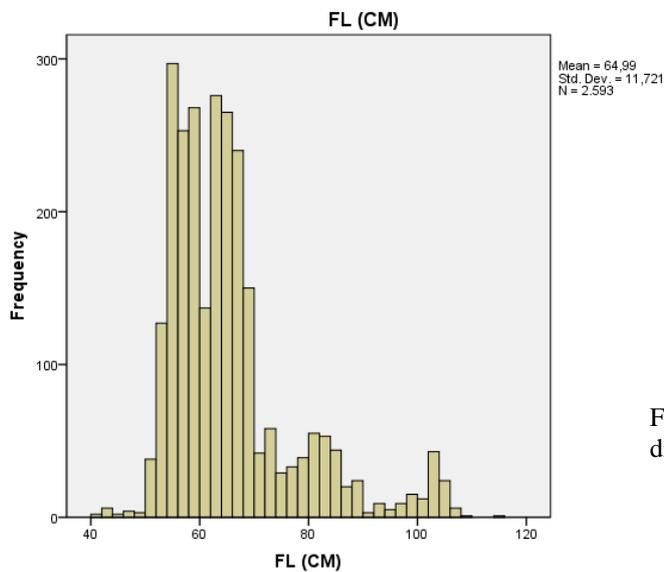
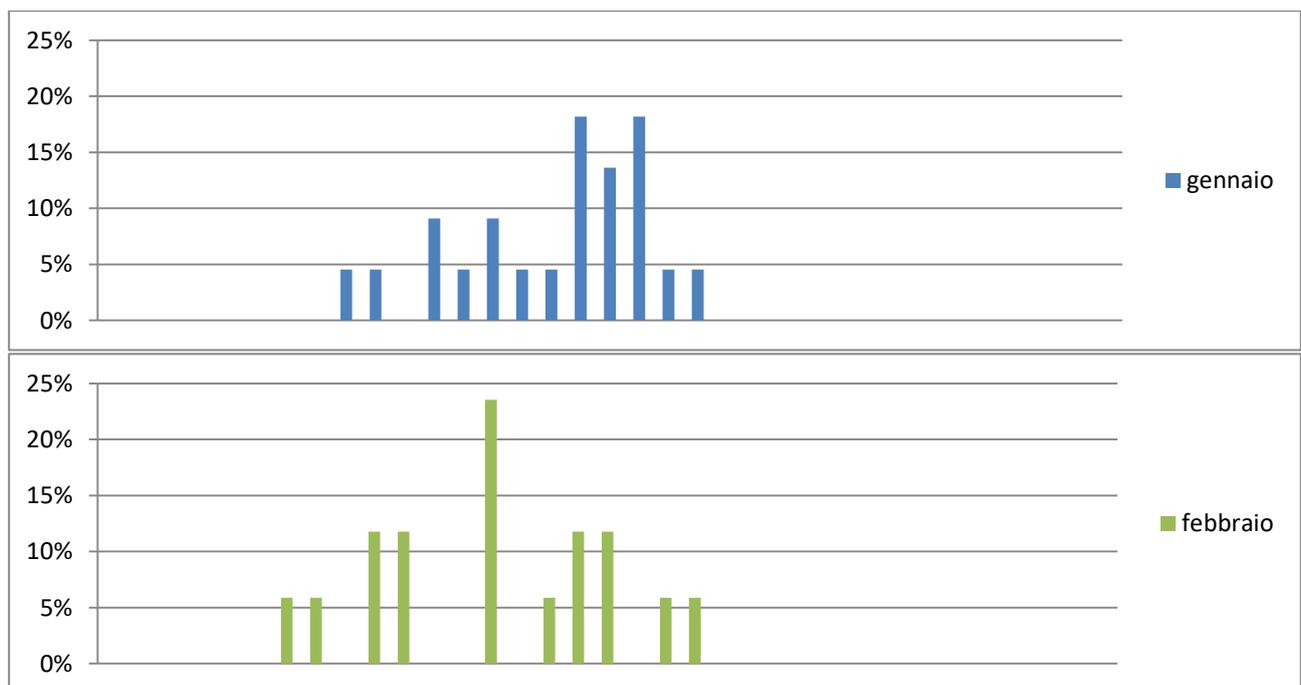
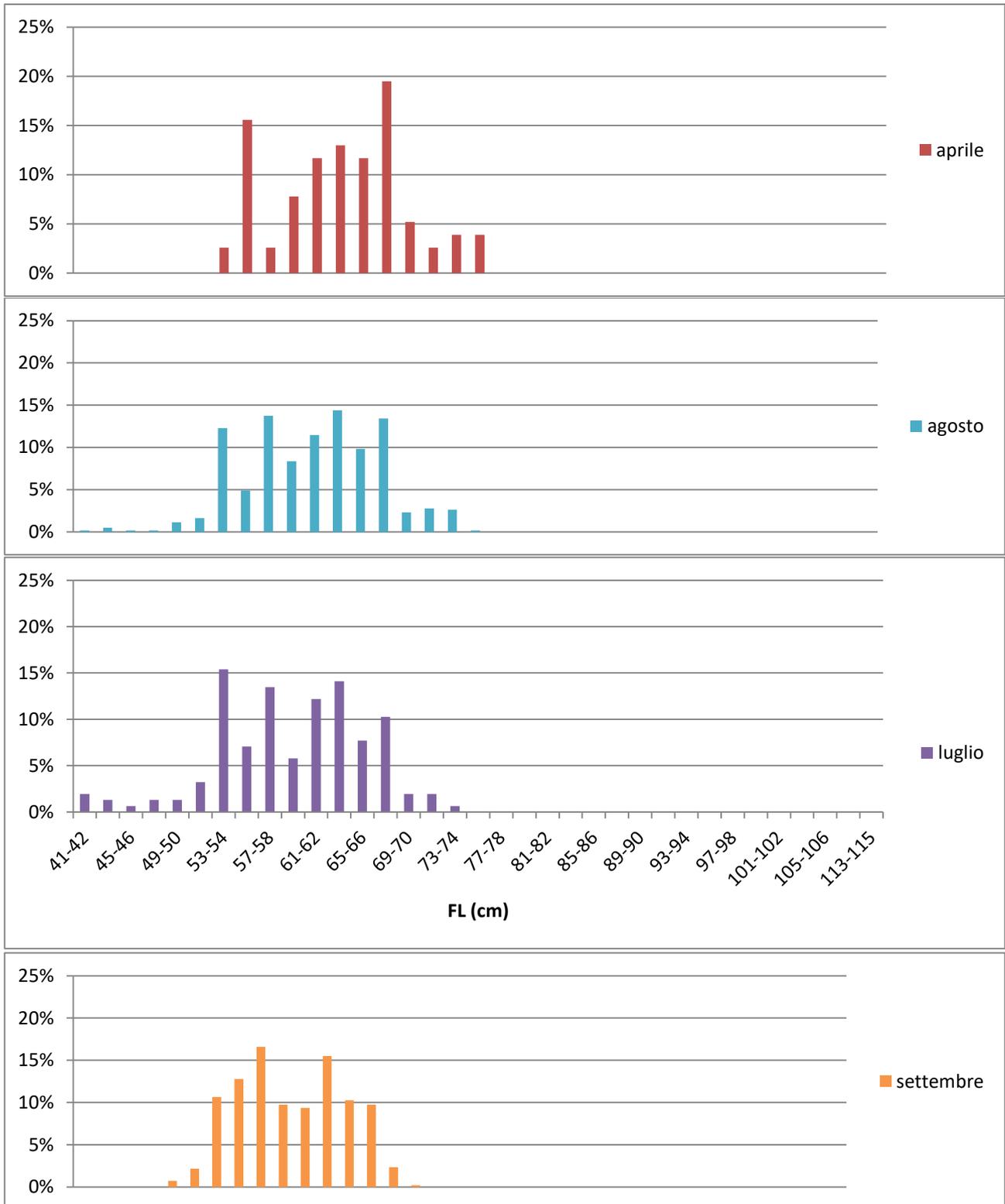


Figura 3.3.3.1 - distribuzione di frequenza di taglia degli individui campionati





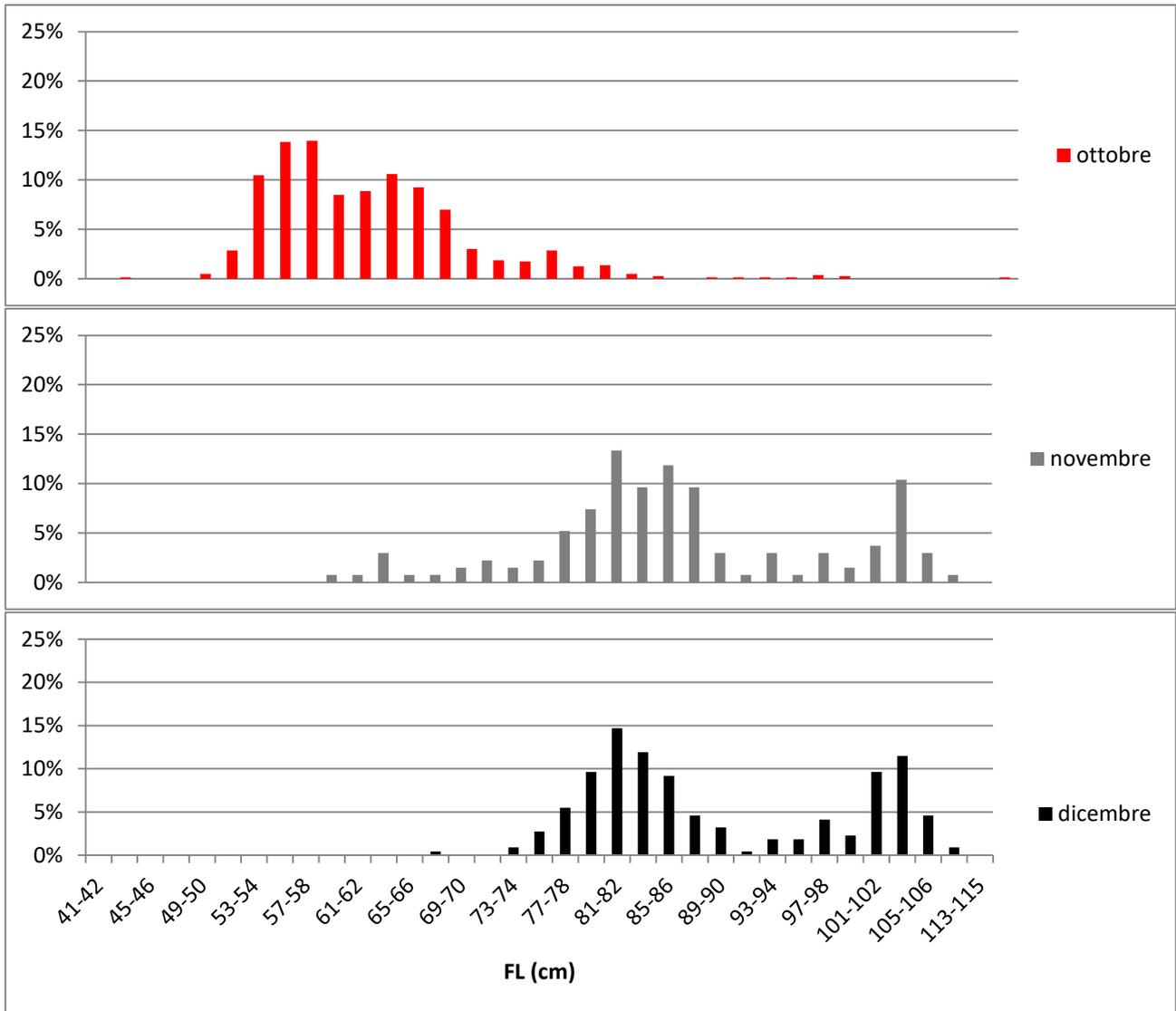


Figura 3.3.3.2 - Distribuzione di frequenza degli individui campionati per classe di taglia e mese.

Nella Fig. 3.3.3.3 viene riportato il grafico della relazione Lunghezza-Peso.

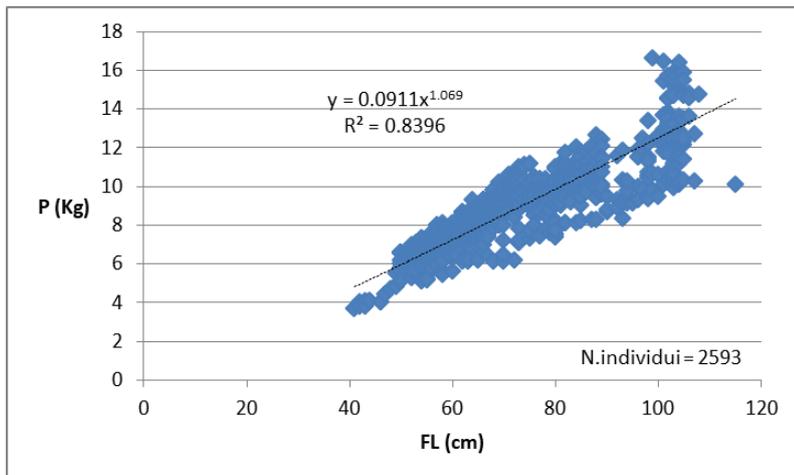


Figura 3.3.3.3 Relazione lunghezza peso

### 3.3.4 - Indagine nei porti campione: campagna di osservazione a bordo

La campagna di osservazione a bordo è stata condotta negli stessi porti di Riposto e Porto Cesareo utilizzati per il rilevamento allo sbarco. La campagna si è svolta attraverso l'imbarco di due ricercatori su due imbarcazioni, una per ciascun porto.

La necessità di considerare con particolare attenzione il potenziale impatto della pesca dell'alalunga sulla risorsa del pesce spada, in particolare dei suoi stadi giovanili, ha fatto inoltre concentrare i campionamenti a bordo nel periodo autunnale, periodo nel quale tale sovrapposizione si manifesta con particolare evidenza. Peraltro, il particolare andamento della stagione di pesca e delle condizioni meteomarine avevano comunque indotto le barche più importanti della mariniera siciliana a spostarsi, nel periodo primaverile-estivo, nelle aree antistanti la Grecia (come indicato nel paragrafo precedente) anche per lunghi periodi, impedendo quindi la possibilità di effettuare campagne di osservazione a bordo. Altre barche, nello stesso periodo, concentrano la loro attività sulla pesca del pesce spada.

Durante questa fase, i rilevatori a bordo hanno annotato tutti i dati tecnici riguardanti l'attrezzo e le informazioni utili per definire nel dettaglio la metodologia di pesca: lunghezza dell'attrezzo, numero e misure degli ami, tempo di permanenza del palangaro in acqua, durata della cala. È stato importante inoltre registrare le coordinate geografiche delle cale che hanno permesso di definire nel dettaglio le aree di pesca. Le altre informazioni registrate hanno riguardato principalmente le catture, definendo nel maggior dettaglio possibile:

- n. totale di individui di alalunga catturati;
- lunghezza (LT e LJFL) di ogni esemplare;
- peso (intero o eviscerato) di ogni individuo;
- catture accessorie con lunghezza (LT e LJFL) di ogni individuo;
- Stima degli scarti in specie, numero e peso

Nelle tabelle 3.3.4.1 e 3.3.4.2 sono evidenziati il numero di imbarchi effettuati dai ricercatori a bordo, durante le attività di pesca, e gli individui campionati.

Tabella 3.3.4.1 - Descrizione generale rilevazioni a bordo

Porto	Numero imbarcazioni	Numero di imbarchi	Numero di cale
Porto Cesareo	1	16	16
Riposto	1	14	19
<b>Totale complessivo</b>		<b>30</b>	<b>35</b>

Tabella 3.3.4.2 - Valori totali delle catture di alalunga rilevati a bordo

Porto	PESO (kg)	Media di FL (cm)	Numero esemplari
Porto Cesareo	1050,2	77,3	108
Riposto	2045	91,6	193
<b>Totale complessivo</b>	<b>3095,2</b>	<b>86,5</b>	<b>301</b>

Nel paragrafo precedente sono stati riportati i valori di distribuzione di frequenza delle lunghezze degli individui campionati sia allo sbarco che a bordo.

### 3.3.5 - Monitoraggio a bordo degli "scarti".

Particolare attenzione è stata concentrata sulla presenza degli "scarti" durante le rilevazioni a bordo, concentrando anzi le osservazioni a bordo durante i periodi nei quali questi erano

presumibilmente più abbondanti. Per una maggiore chiarezza, si specifica che è stata definita come “scarto” quella parte del pescato rigettato in mare in quanto costituito o da specie non commerciali, o da individui di specie commerciali di lunghezza inferiore alla minima consentita. Nelle tabelle che seguono (3.3.5.1-3.3.5.3) e nelle figure 3.3.5.1-3.3.5.3 sono riportati i risultati osservati.

Tabella 3.3.5.1 - Monitoraggio a bordo degli scarti

specie	N.Individui	kg
Pesce luna ( <i>Mola mola</i> )	1	25
Pesce spada ( <i>Xiphias gladius</i> )	1280	4202
Tartaruga ( <i>Caretta caretta</i> )	15	0
Trigone viola ( <i>Pteroplatytrigon violacea</i> )	2828	3104
Verdesca ( <i>Prionace glauca</i> )	54	0
<b>Totale complessivo</b>	<b>4178</b>	<b>7331</b>

Tabella 3.3.5.2 - Monitoraggio a bordo degli scarti per porto

Porto	specie	N.individui	KG	n.cale
Porto Cesareo	Pesce luna	1	25	1
	Pesce spada	648	2614	15
	Tartaruga	2		2
	Trigone viola	2460	2460	15
	Verdesca	22		7
<b>Porto Cesareo Totale</b>		<b>3133</b>	<b>5099</b>	
Riposto	Pesce spada	632	1588	19
	Tartaruga	13		8
	Trigone viola	368	644	16
	Verdesca	32		10
<b>Riposto Totale</b>		<b>1045</b>	<b>2232</b>	
<b>Totale complessivo</b>		<b>4178</b>	<b>7331</b>	

Tabella 3.3.5.3 - Individui di Pesce spada per mese. Monitoraggio a bordo degli scarti

mese	< 1 kg	1 - 2 Kg	3 - 4 Kg	5 - 7 kg	> 8 Kg	Totale complessivo
ottobre	125	297	117	77	5	621
novembre	37	82	109	52	32	312
dicembre	24	200	89	34		347
<b>Totale complessivo</b>	<b>186</b>	<b>579</b>	<b>315</b>	<b>163</b>	<b>37</b>	<b>1280</b>

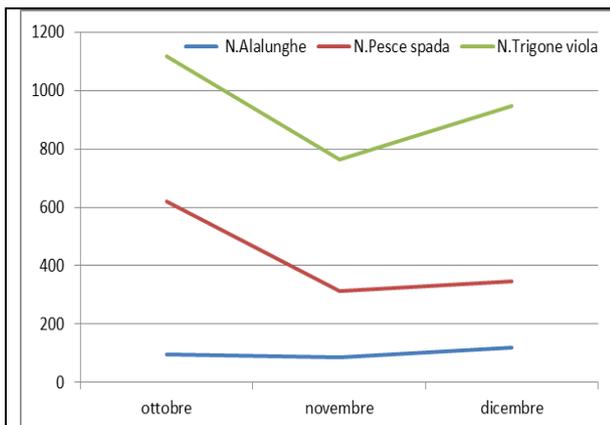


Figura 3.3.5.1 - Andamento mensile del numero di individui pescati di alalunga e delle due principali specie di scarto

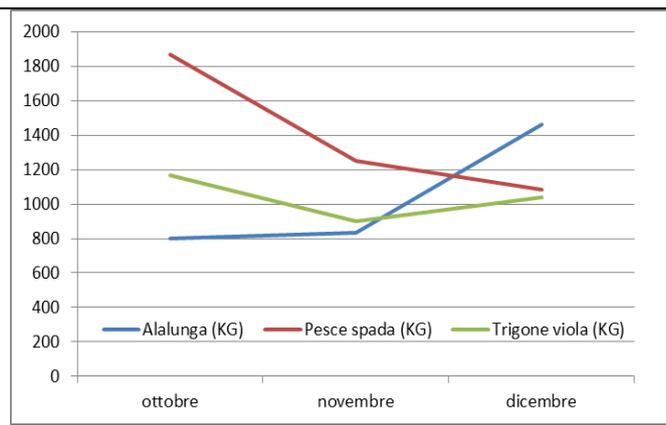


Figura 3.3.5.2 - Andamento in peso totale degli individui pescati di alalunga e delle due principali specie di scarto

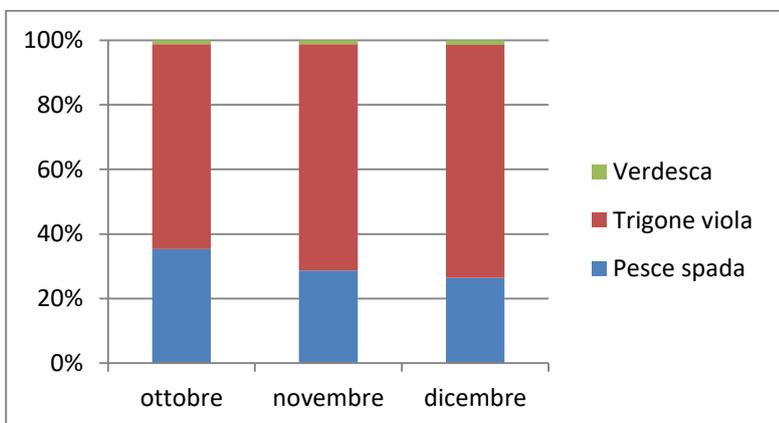


Figura 3.3.5.3 - Composizione percentuale mensile in numero degli scarti rilevati a bordo

Dall'esame dei dati si evince chiaramente che la presenza in particolare del trigone viola e del pesce spada risulta particolarmente importante; per quanto riguarda anzi il numero di individui la loro presenza nei mesi ottobre-novembre e dicembre risulta sempre molto maggiore della specie target, e dal punto di vista del peso soltanto nel mese di dicembre l'alalunga diventa preponderante.

### 3.3.6 - Monitoraggio a bordo e allo sbarco delle specie accessorie (by-catch)

Con il termine "specie accessorie" o by-catch sono state considerate tutte le catture costituite dalle specie diverse dall'alalunga, e non identificabili come scarti, secondo l'accezione prima riportata. Nelle figure 3.3.6.1-3.3.6.2 e nella tabella 3.3.6.1 sono schematizzati i principali risultati, sia per il totale dei rilevamenti che per l'andamento mensile.

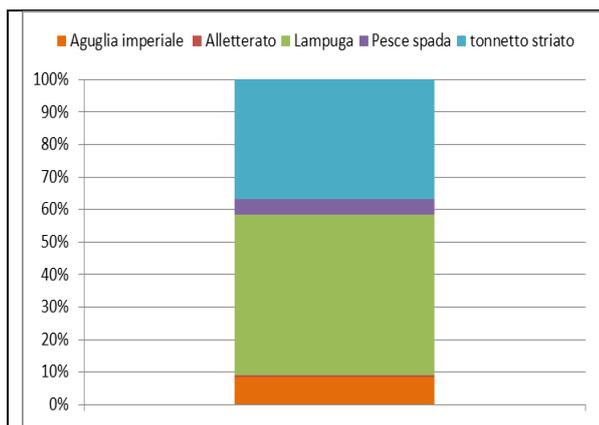


Figura 3.3.6.1 - Composizione in percentuale della pesca delle specie accessorie in numero

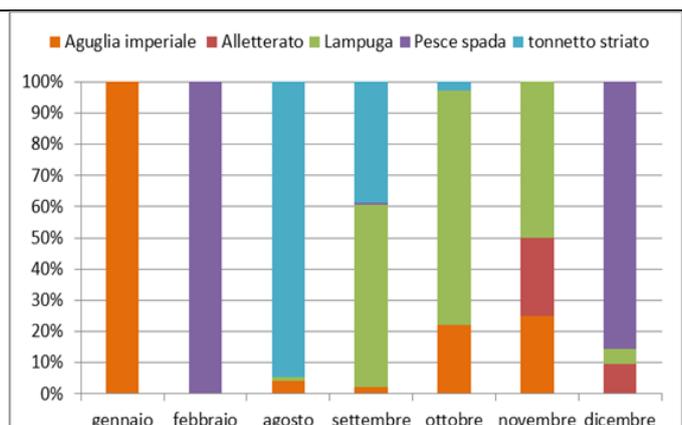


Figura 3.3.6.2 - Composizione in percentuale della pesca delle specie accessorie per mese in numero

Tabella 3.3.6.1 - Monitoraggio specie accessorie per porto (monitoraggio a bordo e allo sbarco cumulati)

porto	n. uscite	specie	n	kg
Porto Cesareo	6	Aguglia imperiale ( <i>Tetrapturus belone</i> )	6	74
	2	Alletterato ( <i>Euthynnus alletteratus</i> )	3	38,5
	7	Lampuga ( <i>Coryphaena hippurus</i> )	12	70,2
	7	Pesce spada ( <i>Xiphias gladius</i> )	12	163,9
Riposto	7	Aguglia imperiale ( <i>Tetrapturus belone</i> )	36	289
	10	Lampuga ( <i>Coryphaena hippurus</i> )	231	1708
	7	Pesce spada ( <i>Xiphias gladius</i> )	12	265
	4	Tonnetto striato ( <i>Katsuwonis pelamis</i> )	181	1109
<b>totale</b>			<b>493</b>	<b>3717,6</b>

L'esame dei risultati non mostra situazioni di particolare rilevanza, oltre alla presenza maggioritaria, tra le specie accessorie, della lampuga, e quella del tonnetto striato, un tempo soltanto sporadico nel Mediterraneo.

### 3.4 WP4 - INDICATORI (DI IMPATTO, DI PRESSIONE, E DI STATO) PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLA PESCA E PER LA PIENA APPLICAZIONE DELL'APPROCCIO ECOSISTEMICO

3.4.1 Task/attività 4.1 - Review delle relazioni tra gli indicatori oggetto di indagine, la pressione di pesca e le variabili ambientali.

#### *Il caso dei cefalopodi*

I risultati dell'analisi della serie temporale (1998-2015) degli indici di abbondanza totale in N di individui per km<sup>2</sup> di *Illex coindetii* e *Eledone moschata* in primavera (MEDITS) in relazione alle variabili ambientali ed alla capacità della flotta a strascico nella GSA 16 sono riportati in tabella 3.4.1.1. Le variabili predittive considerate nel Generalised Linear Square (GLS) Model comprendono temperatura superficiale (inverno), chl<sub>a</sub> (inverno), numero di pescherecci e anno. Sono riportati i modelli con il miglior supporto dei dati (un valore maggiore di AIC<sub>w</sub>). Sono riportati anche i modelli competitivi (modelli che hanno un buon supporto dai dati, ma non selezionati come il migliore).

Tabella 3.4.1.1 - Relazioni tra gli indici di abbondanza totale di *Illex coindetii* e *Eledone moschata* in primavera (MEDITS) ed i principali forzanti naturali (WSST, temperatura superficiale del mare in inverno; WCHALA, Concentrazione di Clorofilla in Inverno) ed antropici (N trawlers, capacità della flotta a strascico in numero) nella GSA 16 tra il 1998 ed il 2015.

Species	Model	WSST	WCHLA	N trawlers	year	AIC <sub>w</sub>
<i>Illex coindetii</i>	<b>best</b>					0.49
<i>Illex coindetii</i>	<b>Competing1</b>					0.48
<i>Eledone cirrhosa</i>	<b>best</b>					0.39
<i>Eledone cirrhosa</i>	<b>Competing1</b>					0.31

I risultati suggeriscono che in tutte le specie sia la temperatura superficiale che la clorofilla, durante la stagione invernale di un dato anno, influenzano sostanzialmente l'abbondanza totale delle specie considerate nella successiva stagione primaverile. Nel caso di *I. coindetii* risulta di una certa importanza anche il fattore anno (in misura minore per *E. moschata*). Il numero dei pescherecci a strascico infine sembra influenzare le abbondanze di *I. coindetii*.

L'analisi della serie temporale (1998-2008) di adulti e giovanili di cefalopodi vs. variabili ambientali si è basata sulle seguenti assunzioni ricavate dalle conoscenze sulla biologia delle specie nell'area. Nel caso di *E. cirrhosa* che i giovanili pienamente reclutati in autunno derivino dai riproduttori della primavera dell'anno precedente. Nel caso di *I. coindetii* che i giovanili pienamente reclutati in primavera derivino dai riproduttori dell'autunno dell'anno precedente e quelli reclutati in autunno dai riproduttori della primavera dello stesso anno. I modelli di analisi temporale per gli adulti includevano solo variabili ambientali, mentre per i giovanili è stata inclusa la biomassa dei riproduttori.

Nella tabella. 3.4.1.2 si riportano i risultati dei modelli per *I. coindetii* e *E. moschata* in primavera (MEDITS). Sia gli adulti che le reclute di entrambe le specie in primavera sono influenzate dalla concentrazione di clorofilla in inverno e dalla salinità superficiale e l'intensità delle correnti al fondo in primavera. Solo gli adulti di *I. coindetii* presentano una relazione significativa con la temperatura superficiale in inverno. Non sono evidenti relazioni significative tra adulti e reclute in entrambe le specie. Non sono altresì evidenti pattern temporali nella serie storica esaminata (1998-2008).

Tabella 3.4.1.2 - Generalised Linear Square (GLS) Model per *I. coindetii* e *E. moschata* in primavera (MEDITS) nella GSA 16 tra il 1998 ed il 2008. Le variabili incluse nel modello sono evidenziate in grigio. Le variabili predittive includono temperatura superficiale in inverno (WSST), la clorofilla in inverno (Wchla), salinità superficiale in primavera (SPSAL), correnti al fondo in primavera (SP bcurrences), biomassa dei riproduttori (Spawner biomass) e anno. Sono riportati i modelli con il valore maggiore di AICcw.

Species/life stage	WSST	WCHLA	SP_SSAL	SP_bcurrences	Spawners biomass	year	AICcw
<i>Illex coindetii</i> adults					-----		0.40
<i>Illex coindetii</i> juveniles							0.43
<i>Eledone cirrhosa</i> adults					----- --		0.34
<i>Eledone cirrhosa</i> juveniles							0.38

In autunno la situazione è simile per *I. coindetii*, mentre le abbondanze di *E. cirrhosa* sono influenzate principalmente dalle correnti al fondo (tab. 3.4.1.3). Sia gli adulti che le reclute di *I. coindetii* in autunno sono influenzati dalla concentrazione di clorofilla in inverno e dalla salinità superficiale e l'intensità delle correnti al fondo in autunno. Solo i giovanili di *I. coindetii* presentano una relazione significativa con la temperatura superficiale in inverno. Nel caso di *E. moschata* gli adulti risultano influenzati dalle correnti di fondo in autunno, mentre i giovanili sono influenzati sia dalla clorofilla in inverno che dalle correnti di fondo in autunno. Non sono evidenti relazioni significative tra adulti e reclute in entrambe le specie. Non sono altresì evidenti pattern temporali nella serie storica esaminata (1998-2008).

Tabella 3.4.1.3 - Generalised Linear Square (GLS) Model per *I. coindetii* e *E. moschata* in autunno (GRUND) nella GSA 16 tra il 1998 ed il 2008. Le variabili incluse nel modello sono evidenziate in grigio. Le variabili predittive includono temperatura superficiale in inverno (WSST), la clorofilla in inverno (Wchla), salinità superficiale in autunno (AUSAL), correnti al fondo in autunno (AU bcurrences), biomassa dei riproduttori (Spawner biomass) e anno. Sono riportati i modelli con il valore maggiore di AICcw.

Species/life stage	WSST	WCHLA	AU_SSAL	AU_bcurrences	Spawners biomass	year	AICcw
<i>Illex coindetii</i> adults					----- --		0.59
<i>Illex coindetii</i> juveniles							0.38
<i>Eledone cirrhosa</i> adults					----- --		0.72
<i>Eledone cirrhosa</i> juveniles							0.35

In conclusione, l'analisi delle relazioni tra le abbondanze delle due specie di cefalopodi indagate durante la primavera nel periodo 1998-2015 e la temperatura media delle acque superficiali e la concentrazione di clorofilla nella GSA 16 in inverno non ha un evidente pattern annuale. L'analisi delle abbondanze della frazione adulta e giovanile nella stessa area tra il 1998 ed il 2008, mostra che il successo del reclutamento sembra influenzato soprattutto dalle condizioni ambientali, essendo il contributo dell'abbondanza dello stock di riproduttori poco influente.

### *Il caso dei pesci ossei*

I piccoli pelagici rappresentano un classico caso in cui gli effetti dei fattori ambientali sulla dinamica delle risorse sono particolarmente evidenti (Ganias, 2014). Con riferimento al mare Adriatico, che costituisce il bacino più produttivo in termini di piccoli pelagici dei mari italiani, l'apporto fluviale di sostanze nutritive nell'ecosistema dovuto ai fiumi condiziona profondamente la funzionalità e la struttura della rete trofica (Mozetič *et al.*, 2010 – si veda anche la distribuzione della clorofilla in Figura 3.4.1.1). L'ammontare dei nutrienti dovuti alla portate fluviali sembra

avere un ruolo non trascurabile nella dinamica dell'alice (*Engraulis encrasicolus*), ma non altrettanto della sardina (*Sardina pilchardus*), sulla base di stime di reclute della classe di età 0 e della biomassa dei riproduttori, ottenute con modelli di dinamica di popolazione (Santojanni *et al.* 2006a,b). Il meccanismo con cui la portata del Po potrebbe agire sulla dinamica di popolazione dell'alice è però più complesso. La maggiore portata potrebbe, infatti, implicare una maggiore espansione verso il largo della Western Adriatic Coastal Current (WACC) e, quindi, di acque cariche di nutrienti, nel periodo autunnale, ossia quando l'alice nata nel versante occidentale dell'Adriatico comincia a reclutare allo stock spostandosi nella medesima direzione. Analoga influenza sulla WACC può essere esercitata dall'azione del vento dei quadranti SSE e ESE. Nell'autunno 1986 si sono registrati bassi valori sia per la portata del fiume che per l'intensità di tali venti (Santojanni *et al.*, 2006a). Leonori *et al.* (2009), sulla base invece di stime di abbondanza in mare, ottenute con metodi acustici, hanno suggerito che il collasso dello stock adriatico dell'alice alla fine degli anni ottanta (in particolare nel 1987) potrebbe essere messo in relazione la temperatura superficiale, i cui bassi valori potrebbero aver influenzato negativamente l'evento riproduttivo. Carpi *et al.* (2015) hanno studiato l'aggregazione delle alici dell'Adriatico nello spazio oltre che nel tempo, in funzione di alcune variabili ambientali quali, ad esempio, la temperatura superficiale dell'acqua e la salinità (Figura 3.4.1.2). In tale contesto si sono rivelati di grande importanza i dati del Fishery Observing System (FOS), istituito dal CNR-ISMAR di Ancona a partire dal 2003. Grazie al FOS vengono raccolti i quantitativi di alici e sardine catturate per cala di pesca giornaliera geo-referenziata: del pesce si sa quando e dove, in termini di precise coordinate geografiche, è stato catturato nonché in quanto tempo di cala di pesca e persino a quale profondità. Considerato che le fluttuazioni dell'abbondanza di alice e sardina presentano fasi disaccoppiate su più ampia scala temporale, è possibile che condizioni ambientali favorevoli all'alice siano sfavorevoli alla sardina e viceversa. Se si analizza la composizione per classe di età delle catture da volante e lampara (dal 1975) ed i dati di abbondanza ottenuti con la metodologia acustica (dal 2004), si constata come le età più elevate siano osservate con minor frequenza negli anni più recenti, sia per l'alice che per la sardina (Fig. 3.4.1.3 e 3.4.1.4). Anche le taglie medie nelle catture mostrano una riduzione nel tempo, sebbene questo andamento si osservi nella sardina solo nel versante occidentale dell'Adriatico. Questi andamenti potrebbero essere dovuti alla crescente mortalità da pesca, evidente sia in termini di rapporti tra cattura e biomassa dei riproduttori (Fig. 3.4.1.6) che valori medi dei tassi di mortalità di pesca (Fig. 3.4.1.7). Nella Figura 3.4.1.7 viene, inoltre, mostrato un indice riconducibile al successo riproduttivo, calcolato come rapporto tra numero di reclute nell'anno  $t+1$  e rispettiva biomassa di riproduttori nell'anno precedente  $t$ . È interessante notare che per la sardina tale indice è in aumento progressivo dalla seconda metà degli anni novanta. Nel caso dell'alice il pattern è meno evidente, ma non si può mancare di notare che i valori più bassi della serie si collocano prima e durante il collasso del 1986-87. Nella Figura 3.4.1.8 sono mostrate le serie temporali della biomassa totale dello stock di alice e di sardina. La somma dei valori delle due specie mostra i valori più elevati nella parte iniziale del periodo di tempo esaminato, ossia nella seconda metà degli anni settanta e nella prima metà degli anni ottanta. Tale contrasto nella serie si accentua se si considerano solo gli stock di riproduttori, in virtù del maggior peso dei valori della serie relativa alla sardina (Fig. 3.4.1.9).

Se al momento non si può escludere l'effetto di possibili cambiamenti nel pattern di sfruttamento, non sembra plausibile attribuire i cambiamenti registrati unicamente alla pesca. Ci si chiede infine se nell'ecosistema adriatico non vi siano cambiamenti in atto particolarmente profondi, in relazione con la struttura complessiva della rete trofica. Si è riferito sopra in merito ai valori della portata del fiume Po, ma anche la composizione dei carichi fluviali di nutrienti è cambiata nel corso degli anni, con aumento del rapporto azoto/fosforo e diminuzione dei silicati (particolarmente importanti per le diatomee presenti nel fitoplancton). Tali eventi sono illustrati ad esempio dai dati riportati da Ludwig *et al.* (2009), con riferimento al periodo che va dal 1963 al 1998 (Fig. 3.4.1.10). Alcuni

cambiamenti nel sistema adriatico sono stati osservati anche per il plancton. Con riferimento al Golfo di Trieste e agli anni che vanno dal 1970 al 2005, alcuni autori hanno identificato due periodi diversamente caratterizzati per quanto riguarda l'ecologia della comunità dei copepodi, con un aumento della biomassa complessiva dopo il 1987, per lo più dovuto a una maggiore presenza delle specie di minori dimensioni (Conversi *et al.*, 2009; 2010). Sempre con riferimento al Golfo di Trieste, ma a un intervallo di tempo differente, ossia dal 1989 al 2009, Mozetič *et al.* (2012) affermano di aver individuato un primo periodo, fino al 2001/2002, caratterizzato da maggiore apporto fluviale di nutrienti (in particolare nitrati e silicati), nonché da maggiore biomassa fitoplanctonica, a sua volta caratterizzata da maggiore presenza di diatomee.

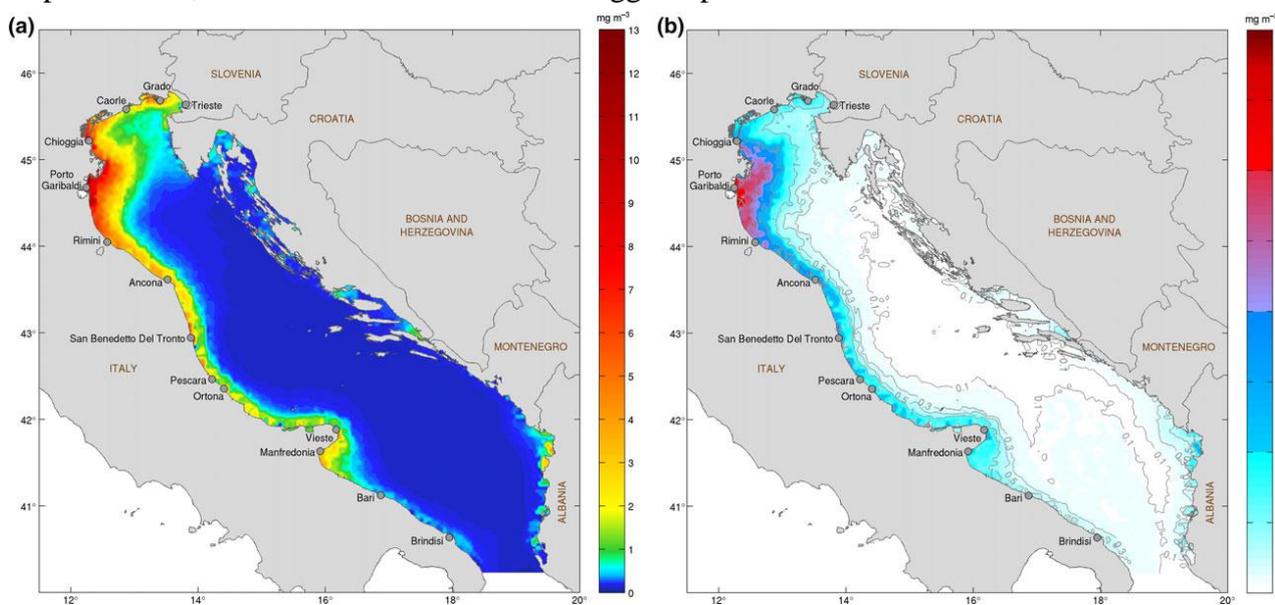


Figura 3.4.1.1 - Distribuzione della clorofilla-a nel Mare Adriatico da satellite, dal 2005 al 2011: (a) media e (b) deviazione standard (da Carpi *et al.*, 2015).

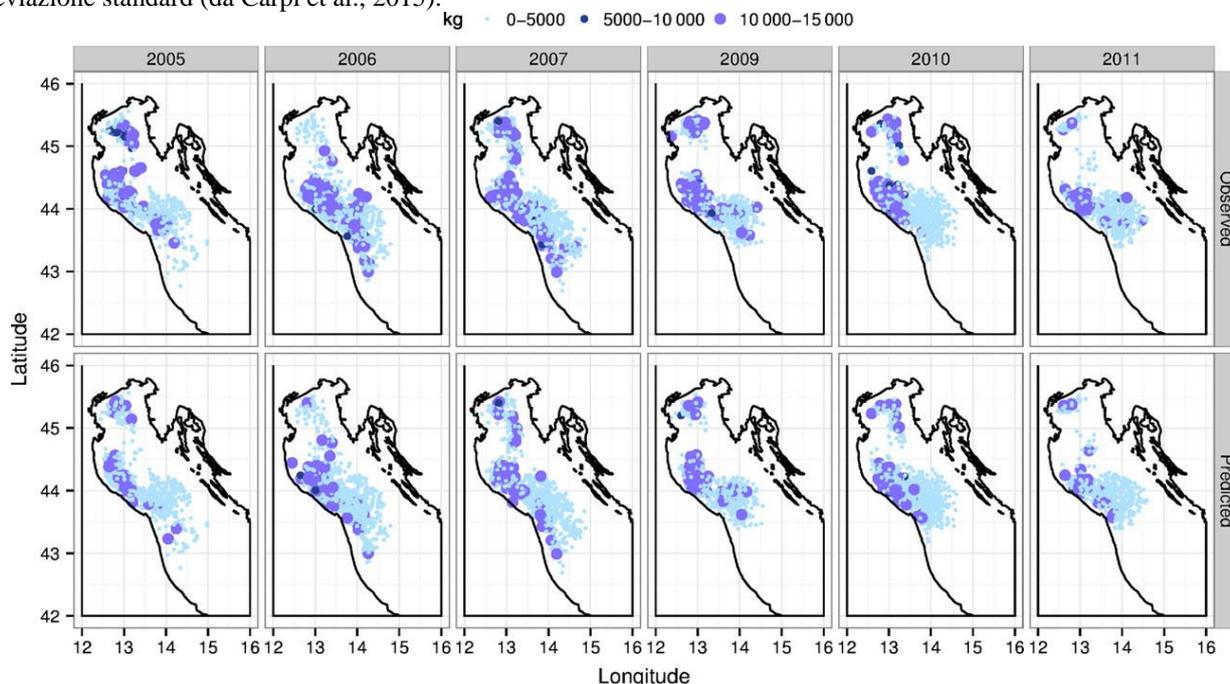


Figura 3.4.1.2 - I valori osservati (sopra) delle catture settimanali di alici (*Engraulis encrasicolus*) in Adriatico, dal 2005 al 2011, sono confrontati con i corrispondenti valori previsti (sotto) in base a un Generalized Additive Mixed Model (GAMM) con temperatura superficiale e salinità tra le variabili indipendenti. Colore e dimensione dei cerchi riflettono l'abbondanza di tali catture in chilogrammi (da Carpi *et al.*, 2015).

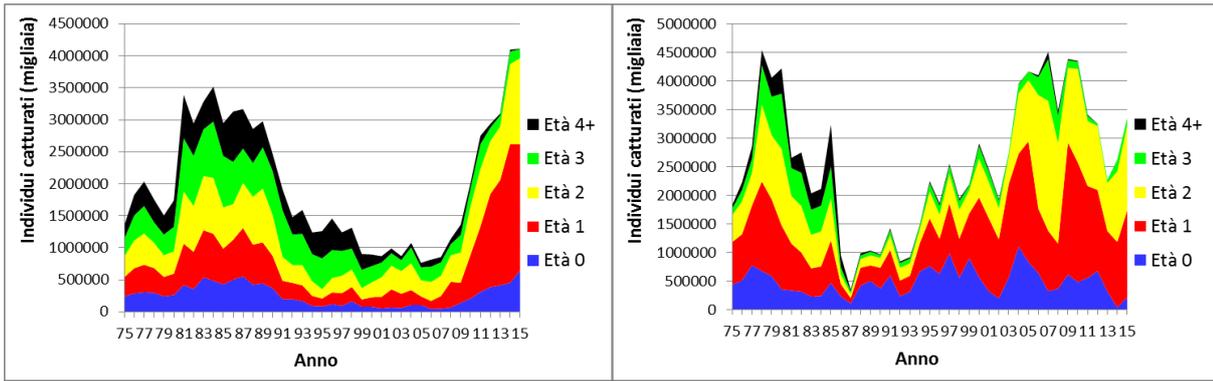


Figura 3.4.1.3 - Cattura totale per classi di età di alice (a sinistra) e sardina (a destra) in Adriatico, dal 1975 al 2015.

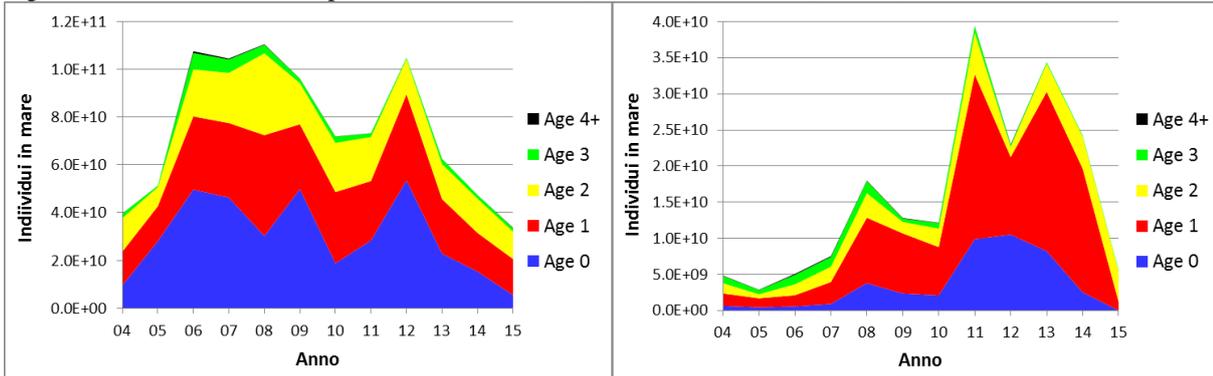


Figura 3.4.1.4 - Abbondanza per classi di età di alice (a sinistra) e sardina (a destra) in parte dell'Adriatico (versante occidentale della GSA 17 e tutta la GSA 18), dal 2004 al 2015).

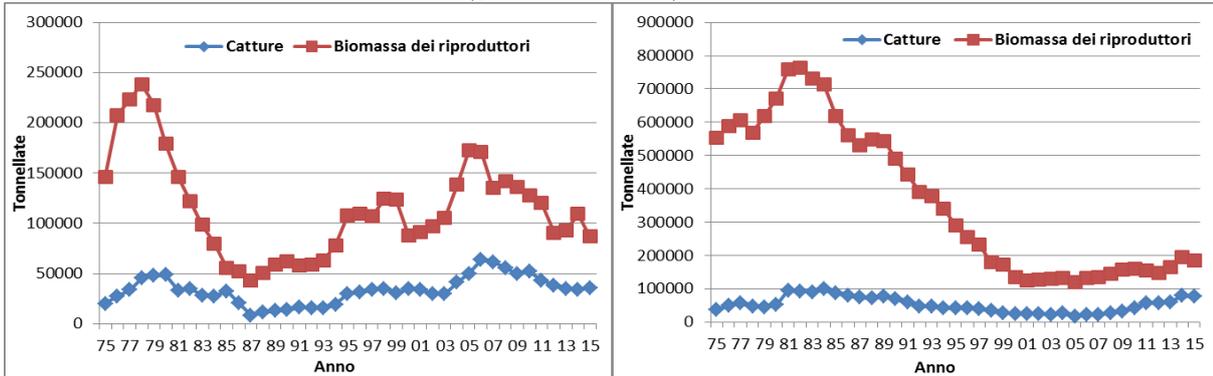


Figura 3.4.1.5 - Confronto tra cattura totale e biomassa dei riproduttori per alice (a sinistra) e sardina (a destra) in Adriatico, dal 1975 al 2015.

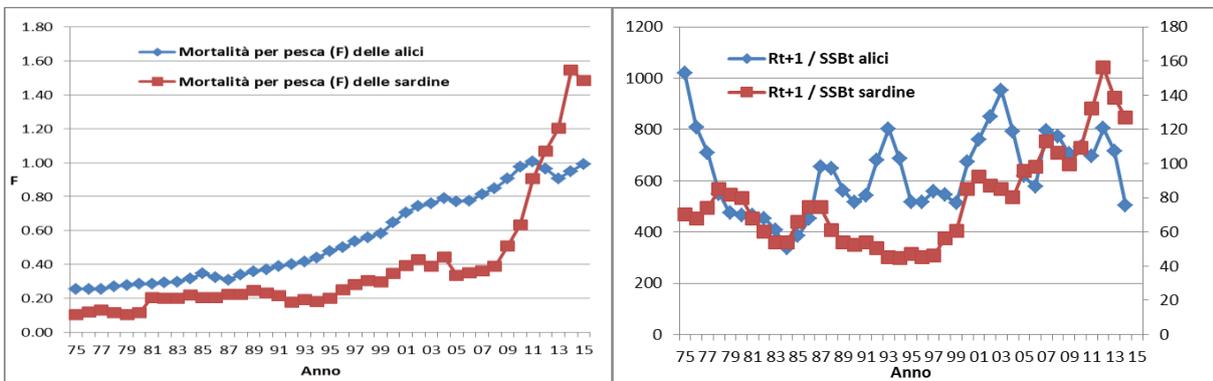


Figura 3.4.1.6 - A sinistra: tasso di mortalità (F) per pesca di alice e sardina in Adriatico, dal 1975 al 2015; dai medesimi stock assessment (presentati al GFCM nel novembre 2016) sono state tratte le serie riportate a destra, relative al rapporto tra numero di reclute (R) nell'anno t+1 e rispettiva biomassa di riproduttori (SSB) nell'anno t.

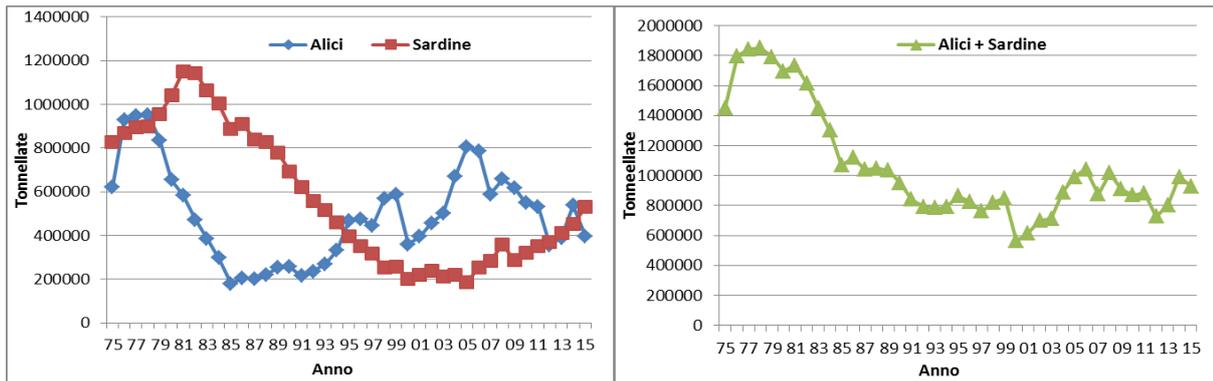


Figura 3.4.1.7 - Il grafico di sinistra riporta la biomassa totale dello stock (riproduttori e non) per alice e sardina in Adriatico, dal 1975 al 2015 (Stock assessment presentati al GFCM nel novembre 2016). Nel grafico di destra è mostrata la somma dei valori delle due serie suddette.

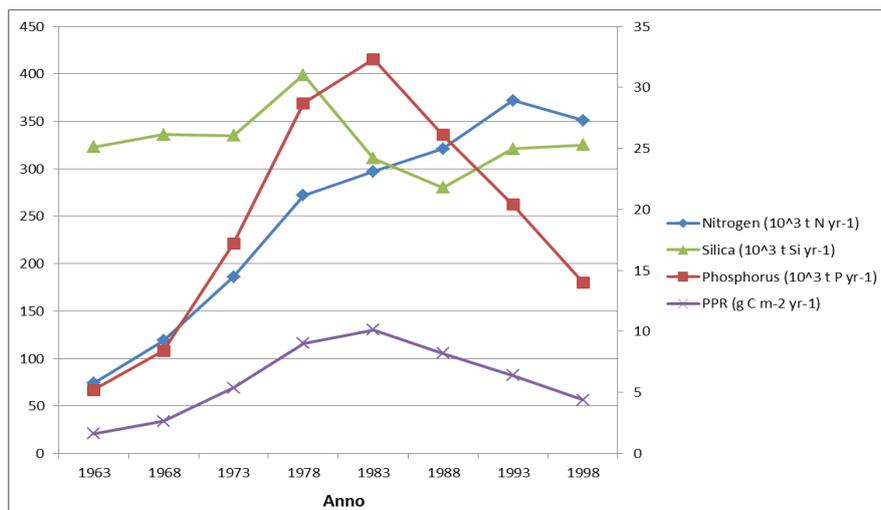


Figura 3.4.1.8 - Carico dei nutrienti che perviene al sistema Adriatico tramite i fiumi (non solo il Po). Figura tratta da Ludwig et al. (2009).

Un esempio di interazione tra caratteristiche demografiche dello stock e condizioni ambientali è fornito dallo studio sulla relazione stock parentale-reclutamento della triglia di fango nello Stretto di Sicilia. Seguendo l'impostazione proposta da Levi et al. (2003), si è assunto che gli esemplari maturi nella primavera di un dato anno producono reclute nell'autunno dello stesso anno. Nelle Tabella 3.4.1.4 vengono riportati i risultati dei vari modelli impiegati, i coefficienti di determinazione  $R^2$ , i valori dei parametri con la loro significatività. Dai risultati mostrati risulta evidente come l'inclusione degli effetti della temperatura permetta di ottenere risultati più significativi: ogni modello includente la temperatura permette di spiegare più del 60% della varianza totale mentre la non inclusione della temperatura fa scendere tale valore sempre al di sotto del 40%. I risultati migliori sono ottenuti con il modello di Cushing che incorpora l'effetto di controllo della temperatura (modello Cushing2,  $R^2 = 0.689$ , tutti i parametri altamente significativi) e con il modello di Ricker anch'esso con effetto di controllo della temperatura (modello Ricker2,  $R^2 = 0.688$ , tutti i parametri altamente significativi). Tutti i vari modelli mostrano come, in generale, l'effetto di controllo da parte della temperatura comporti una maggiore adeguatezza del modello. Nella Figura 3.4.1.9 sono mostrati per ogni anno, i valori di DI delle reclute ed i corrispettivi valori previsti esclusivamente dai modelli che incorporano l'effetto di controllo della temperatura. Viene anche mostrata nella stessa figura la previsione ottenuta dal modello di Ricker con effetto di mascheramento della temperatura ottenuto in Levi et al. 2003. È interessante notare che tale previsione fornisce buoni risultati fino all'anno 2000, mentre per i successivi anni i dati previsti

sono nettamente sottostimati rispetto ai valori reali. Il modello proposto da Levi et al. 2003 è infatti adattato sui dati relativi al range temporale 1985-1998 che contengono abbondanze di stock riproduttore inferiori a quelli che si sono riscontrati negli anni successivi.

Tabella 3.4.1.4 - Modelli SSR di relazione reclute (R) –adulti (S) con e senza il ruolo implicito della temperatura (T), triglia di fango GSA16. Il ruolo implicito della temperatura, ove considerato, viene inserito imponendo una dipendenza esponenziale. Le reclute sono espresse in termini di indice di abbondanza DI, gli adulti in termini di indice di biomassa BI. Sono riportati il coefficiente di determinazione  $R^2$  e l'equazione del modello stimata dalla procedura di fitting non lineare ed i livelli di significatività dei parametri.

SSRR	Modello	Ruolo dell'ambiente	Parametri	$R^2$
$R \sim aSb$	Cushing	-	$a=48.18(***)$ , $b=1.023(**)$	0.377
$R \sim aSb e^{cT}$	Cushing 2	Controlling	$a=1.732E-9(***)$ , $b=0.954(***)$ , $c=1.011(***)$	0.689
$R \sim aSb+cT$	Cushing 3	Masking	$a=63.873(***)$ , $b=-9.09(***)$ , $c=0.417(***)$	0.671
$R \sim aSebS$	Ricker	-	$a=45.769(***)$ , $b=0.00765(*)$	0.381
$R \sim aSebSecT$	Ricker 2	Controlling	$a=1.7E-9(**)$ , $b=0.00019(**)$ , $c=1.0072(***)$	0.688
$R \sim aSebS(1+cT)$	Ricker 3	Masking	$a=54.92(***)$ , $b=-1.63(**)$ , $c=0.077(**)$	0.599
$R \sim aS/(1+bS)$	Beverton-Holt	-	$a=45.57(***)$ , $b=-0.0073(*)$	0.381
$R \sim aSecT/(1+bS)$	Bev.-Holt 2	Controlling	$a=1.71E-9(**)$ , $b=-0.0002(*)$ , $c=1.0072(***)$	0.684
$R \sim a \min(S, S^*)$	hockey stick	-	$a=51.14(***)$ , $S^*=32.238$	0.376
$R \sim a e^{cT} \min(S, S^*)$	hockey stick 2	Controlling	$a=1.682E-9(***)$ , $c=1.991(***)$ , $S^*=32.6(*)$	0.688
$R \sim a \min(S, dT)$	hockey stick 3	Masking	$a=51.14(***)$ , $d=1.34(*)$	0.376

R: reclute DI (N/Km<sup>2</sup>), S: adulti BI (Kg/Km<sup>2</sup>), T: temperatura media Giugno-Agosto (C°).

(\*)  $0.05 \leq p\text{-level}$ , (\*\*)  $0.01 \leq p\text{-level} < 0.05$ , (\*\*\*)  $p\text{-level} < 0.01$

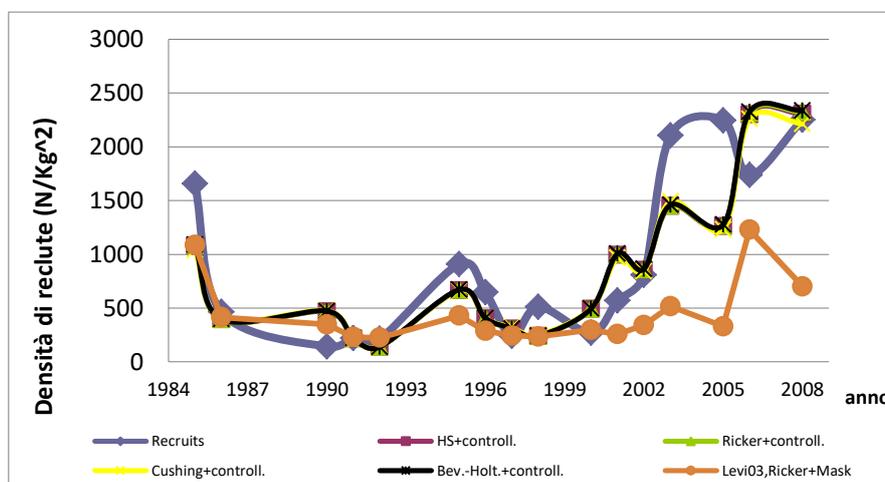


Figura 3.4.1.9 - Reclutamento osservato e stimato dai vari modelli con il miglior fitting, triglia di fango GSA16. Si nota che le differenze tra i diversi modelli stimati con la serie storica 1985 – 2008 sono trascurabili. Al contrario il modello stimato da Levi et al. (2003) considerando il periodo 1985-1998, considerando l'intero periodo di indagine, sottostima il reclutamento a partire dalla fine degli anni novanta.

L'inclusione dell'incertezza nelle previsioni dei modelli Reclute-Adulti, introducendo maggiore variabilità nella stima delle Reclute, comporta una migliore descrizione della relazione adulti-reclute, soprattutto nel caso in cui per la stima delle reclute usate per il fitting si sia usato il valore  $SD + 2\mu$  (Tab. 3.4.1.5 e 3.4.1.6). In particolare il modello hockey-stick ritorna la predizione migliore con un valore complessivo  $R^2=0.77$ . Ciò in parte è spiegabile dal fatto che l'aumento della deviazione standard dei modi normali permette di migliorare la predizione negli anni in cui il tasso

di reclutamento risulta più elevato (dal 2002 in poi), anni in cui i modelli precedentemente calcolati avevano una minore capacità predittiva.

Tra i modelli SSRR con le anomalie di temperatura che controllano il successo del reclutamento di Cushing, Ricker e Beverton & Holt non sono evidenti differenze di fitting, mentre l'analogo modello hockey stick risulta quello che meglio si adatta ai dati (tab. 3.4.1.5 e 3.4.1.6). Le figure 3.4.1.10 e 3.4.1.11 mostrano gli indici di abbondanza delle reclute ed i corrispettivi valori previsti dai modelli di Ricker, come rappresentativo dei modelli tradizionali, e hockey stick che incorporano gli effetti di controllo della temperatura. I risultati dei modelli sono visualizzati come due curve che delimitano la superficie in rosso in cui la curva superiore rappresenta i modelli in cui le reclute sono stimate con deviazione standard  $SD+ 2\mu$ , mentre la curva inferiore quella con deviazione standard  $SD- 2\mu$ . I valori all'interno della superficie possono essere considerati come valori di densità di reclute entro un intervallo di confidenza che considera i possibili errori sui rilevamenti dei dati sulle reclute, includendo anche gli errori che scaturiscono dalla decomposizione in modi normali delle distribuzioni di frequenza usate per la stima delle reclute impiegate per il fitting delle SSRR. E' da notare che le curve mostrate in Figura 3.4.1.9 ricadono in ogni caso considerato all'interno delle superfici mostrate nelle figure 3.4.1.10 e 3.4.1.11 per i modelli corrispondenti.

Tabella 3.4.1.5 - Modelli SSR di relazione reclute (R) –adulti (S) con e senza il ruolo implicito della temperatura (T), triglia di fango GSA16. Il ruolo implicito della temperatura, ove considerato, viene inserito imponendo una dipendenza esponenziale. Le reclute sono espresso in termini di indice di abbondanza DI, gli adulti in termini di indice di biomassa BI. Sono riportati il coefficiente di determinazione R<sup>2</sup> e l'equazione del modello stimata dalla procedura di fitting non lineare ed i livelli di significatività dei parametri.

SSRR	Modello	Ruolo dell'ambiente	Parametri	R <sup>2</sup>
R ~ aSbecT	Cushing 2	Controlling	a=2.3332E-9 (***) , b=1.0839(***) , c=0.97516(***)	0.616
R ~ aSebSecT	Ricker 2	Controlling	a=3.351E-9 (**), b=0.010364(**), c=0.96263 (***)	0.620
R ~ aSecT/(1+bS)	Bev.-Holt 2	Controlling.	a=2.8168E-8 (**), b=-0.0092(*), c=0.96029(***)	0.621
R ~ a ecTmin(S,S*)	hockey stick 2	Controlling	a=8.846E-17 (***) , c=0.80199 (***) , S*=34.13(*)	0.624

R: reclute DI (N/Km<sup>2</sup>), S: adulti BI (Kg/Km<sup>2</sup>), T: temperatura media Giugno-Agosto (C°).

(\*) 0.05 ≤ p-level , (\*\*) 0.01 ≤ p-level < 0.05, (\*\*\*) p-level < 0.01

Tabella 3.4.1.6- Modelli SSR di relazione reclute (R) –adulti (S) con e senza il ruolo implicito della temperatura (T), triglia di fango GSA16. Il ruolo implicito della temperatura, ove considerato, viene inserito imponendo una dipendenza esponenziale. Le reclute sono espresso in termini di indice di abbondanza DI, gli adulti in termini di indice di biomassa BI. Sono riportati il coefficiente di determinazione R<sup>2</sup> e l'equazione del modello stimata dalla procedura di fitting non lineare ed i livelli di significatività dei parametri.

SSRR	Modello	Ruolo dell'ambiente	Parametri	R <sup>2</sup>
R ~ aSbecT	Cushing 2	Controlling	a=1.2818E-9 (***) , b=0.82453 (***) , c=1.04(***)	0.727
R ~ aSebSecT	Ricker 2	Controlling	a=8.540E-10 (**), b=-0.0099 (**), c=1.051(***)	0.723
R ~ aSecT/(1+bS)	Bev.-Holt 2	Controlling	a=1.1455E-9 (**), b=0.0125(*), c=1.0517(***)	0.722
R ~ a ecTmin(S,S*)	hockey stick 2	Controlling	a=4.949E-17 (***) , c=1.7222 (***) , S*=30.671 (*)	0.771

R: reclute DI (N/Km<sup>2</sup>), S: adulti BI (Kg/Km<sup>2</sup>), T: temperatura media Giugno-Agosto (C°).  
(\* ) 0.05 ≤ p-level , (\*\* ) 0.01 ≤ p-level < 0.05, (\*\*\*) p-level < 0.01

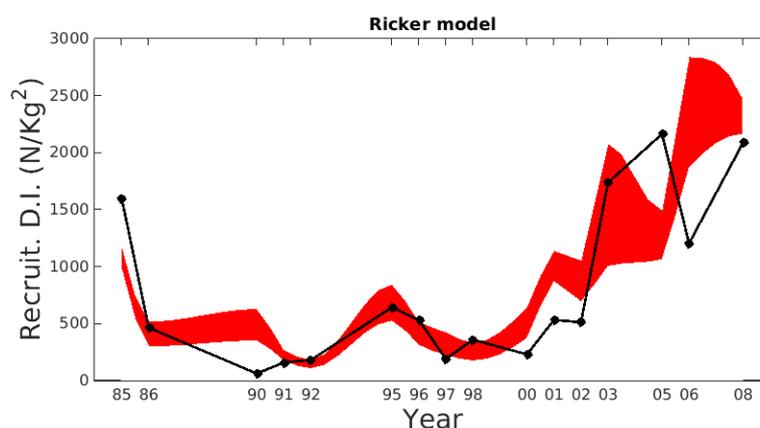


Figura 3.4.1.10 - Valori annuali delle stime puntuali degli indici di abbondanza delle reclute (in nero) (triglia di fango GSA16) e i corrispettivi valori previsti modello Ricker che include l'incertezza nella stima delle reclute con effetti di controllo sul successo del reclutamento della temperatura. I risultati dei modelli sono visualizzati come due curve che delimitano la superficie in rosso in cui la curva superiore rappresenta i modelli con deviazione standard SD+ 2μ dei modi normali, mentre la curva inferiore quella con deviazione standard SD- 2μ.

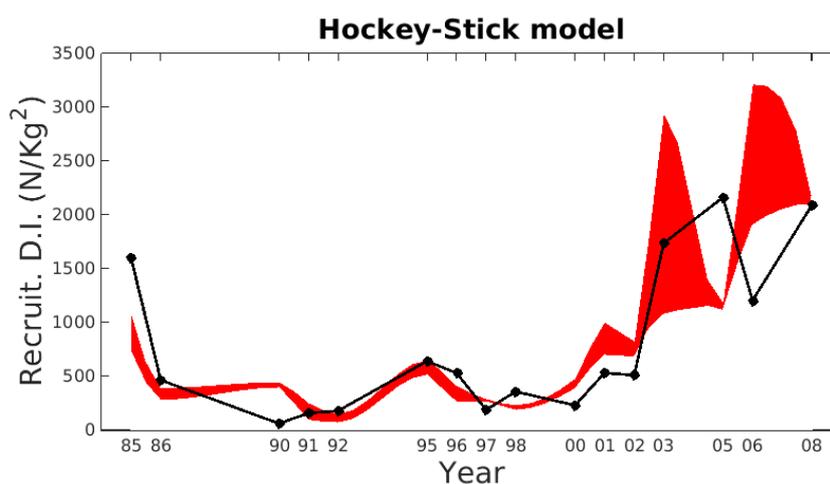


Figura 3.4.1.11 - Valori annuali delle stime puntuali degli indici di abbondanza delle reclute (in nero) (triglia di fango GSA16), e i corrispettivi valori previsti modello hockey-stick che include l'incertezza nella stima delle reclute con effetti di controllo sul successo del reclutamento della temperatura. I risultati dei modelli sono visualizzati come due curve che delimitano la superficie in rosso in cui la curva superiore rappresenta i modelli con deviazione standard SD+ 2μ dei modi normali, mentre la curva inferiore quella con deviazione standard SD- 2μ.

### *Il caso dei pesci cartilaginei*

Per l'analisi della serie temporale delle abbondanze dei sealci in relazione alle variabili ambientali e lo sforzo da pesca sono state prese in considerazione 2 specie di interesse commerciale nella GSA16: *Squalus blainville* e *Raja clavata*. Per entrambe le specie la serie temporale delle abbondanze in n/km<sup>2</sup> è stata estratta dal database MEDITS dal 1998 al 2015 e la capacità di pesca, espressa in numero di pescherecci a strascico, dalle flotte di Mazara del Vallo e Sciacca, che rappresentano i due principali porti pescherecci dell'area. Le variabili predittive considerate nel Generalised Linear Square (GLS) Model comprendono temperatura superficiale (inverno), chla (inverno), numero di pescherecci e anno. Nel caso di *R. clavata* la disponibilità di fattori di intercalibrazione GRUND/MEDITS (Scalisi et al., 1998) ha reso possibile realizzare una serie storica consistente estesa dal 1990 al 2015 di indici di abbondanza in kg/km<sup>2</sup> e capacità di pesca,

espressa in numero di pescherecci a strascico nei porti di Mazara del Vallo e Sciacca, che rappresentano i due principali porti pescherecci dell'area. Ai fini di illustrazione dei risultati ottenuti sono stati riportati i modelli con il miglior adattamento ai dati (un valore maggiore di AICcw). Sono riportati anche i modelli competitivi (modelli che hanno un buon adattamento ma non selezionati come il migliore) (tab. 3.4.1.7). I risultati suggeriscono che per tutte le specie sia la temperatura superficiale che clorofilla influenzino la dinamica delle abbondanze. Nel caso di *S. blainville* risulta di una certa importanza anche il fattore anno. Il numero dei pescherecci a strascico infine sembra avere un peso le abbondanze nel modello competitivo di *S. blainville*.

Tabella 3.4.1.7 - Generalised Linear Square (GLS) Model per *S. blainville* e *R. clavata* in primavera (MEDITS) nella GSA 16 tra il 1998 ed il 2008. Le con maggior peso nel modello sono evidenziate in grigio. Le variabili predittive includono temperatura superficiale in inverno (WSST), la clorofilla in inverno (Wchla), il numero di strascicanti e l'anno. Sono riportati i modelli con il valore maggiore di AICcw.

Species	Model	WSST	WCHLA	N trawlers	year	AICw
<i>Squalus blainville</i>	<b>best</b>					0.60
<i>Squalus blainville</i>	<b>Competing1</b>					0.27
<i>Raja clavata</i>	<b>best</b>					0.37
<i>Raja clavata</i>	<b>Competing1</b>					0.31

Gli effetti delle variabili ambientali sulla dinamica dell'abbondanza di *R. clavata* sono confermati dall'analisi della serie storica dal 1998 al 2015 con il Generalised Linear Square (GLS) Model (Tabella 3.4.1.8).

Tabella 3.4.1.8 - Generalised Linear Square (GLS) Model per *R. clavata* in primavera (MEDITS) nella GSA 16 tra il 1998 ed il 2015. Le variabili con maggior peso nel modello sono evidenziate in grigio. Le variabili predittive includono temperatura superficiale in inverno (WSST), la clorofilla in inverno (Wchla), la salinità superficie in primavera (SPSSAL), il numero di strascicanti e l'anno.

Species	WSST	WCHLA	SP SSAL	SP bcurrents	SP btemp	N trawlers	year	AICw
<i>Raja clavata</i>								0.19

Sebbene l'esame del periodo temporale esaminato non evidenzi un effetto rilevante delle variazioni della pressione di pesca sulla risorsa se si estende il periodo esaminato al 1990-2015 è possibile osservare quanto segue. L'analisi del trend temporale della biomassa di *Raja clavata* nella GSA 16 mostra un incremento significativo dal 1990 al 2016 (fig. 3.4.1.12). L'analisi con un semplice modello regressivo lineare della relazione tra l'abbondanza di *R. clavata* e la capacità della flotta di Mazara del Vallo e Sciacca nell'intero periodo 1990-2015 evidenzia una dipendenza statisticamente significativa sia dell'intercetta ( $a=47.44280$ ;  $se_a=6.21442$ ;  $p=7.634 \cdot 10^{-8}$ ) che della pendenza ( $b=-0.18260$ ;  $se_b=0.03706$ ;  $p=-4.927 \cdot 10^{-5}$ ), con un aumento della razza chiodata corrispondente alla diminuzione della capacità della flotta (fig. 3.4.1.12).

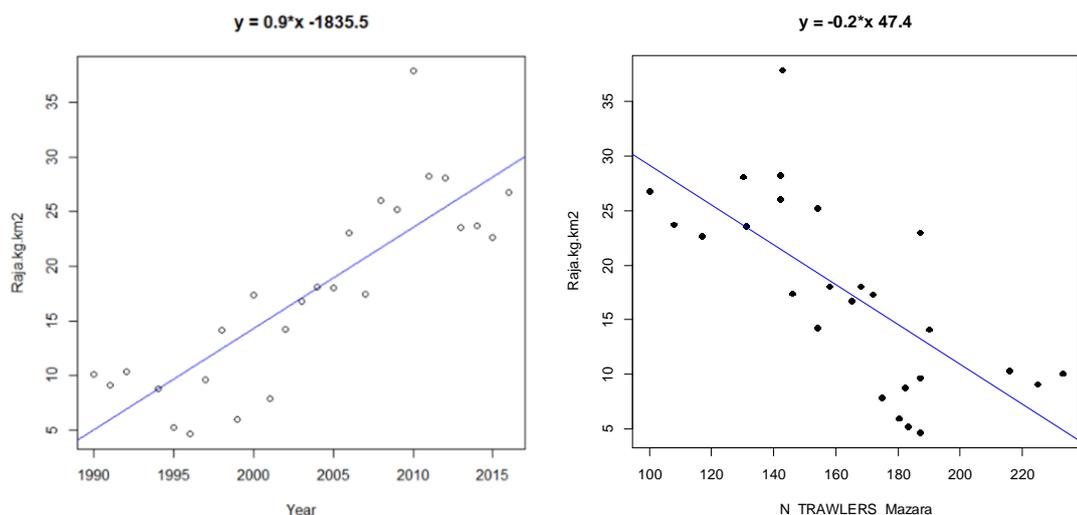


Figura 3.4.1.12 – A sinistra: andamento temporale della biomassa della *Raja clavata* nella GSA 16 in base alle campagne GRUND e MEDITS. È evidente un incremento significativo dello standing stock dal 1990 al 2016. A destra: andamento della biomassa di *Raja clavata* nella GSA 16 in relazione alla capacità della flotta. È evidente una relazione lineare significativa fra abbondanza e numero di pescherecci.

### 3.4.2 - Task/attività 4.2 - Analisi delle tendenze degli indicatori

#### *Effetti dello sforzo di pesca sulle risorse demersali*

L'andamento dello sbarcato complessivo annuo di specie demersali dello strascico è riportato in Fig. 3.4.2.1 e in Tabella 3.4.2.1.

Tabella 3.4.2.1 - p value e altre statistiche descrittive relative al modello GAM utilizzato per analizzare la relazione tra sbarcato totale (produzione annua per le specie demersali sfruttate dalla pesca a strascico) e le variabili indipendenti Anno, Produzione Primaria (PP), Sforzo Nominale (da dati VMS) e GSA.

Anno	PP	Sforzo nominale	GSA	Numero osservazioni	Devianza Spiegata (%)	$r^2$
<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	98	90.05	0.97

Tutti i predittori utilizzati hanno un effetto significativo sulla variabile risposta ed il modello utilizzato è in grado di riprodurre in maniera significativamente precisa gli andamenti osservati (Fig. 3.4.2.2). Lo Sforzo Nominale e la Produzione Primaria sono positivamente correlati alla produzione, ma con andamenti che raggiungono un plateau e poi tendono a invertire il loro effetto. L'Anno, invece, mostra una correlazione inversa con lo sbarcato (Fig. 3.4.2.2).

Il risultato dell'applicazione del modello GSA al rapporto tra sbarcato e unità di sforzo è rappresentato in Fig. 3.4.2.3.

Il contributo delle variabili indipendenti e le statistiche relative sono riportate nella Tabella 3.4.2.2.

La Fig. 3.4.2.4, invece, descrive le relazioni parziali tra le variabili indipendenti e la variabile risposta.

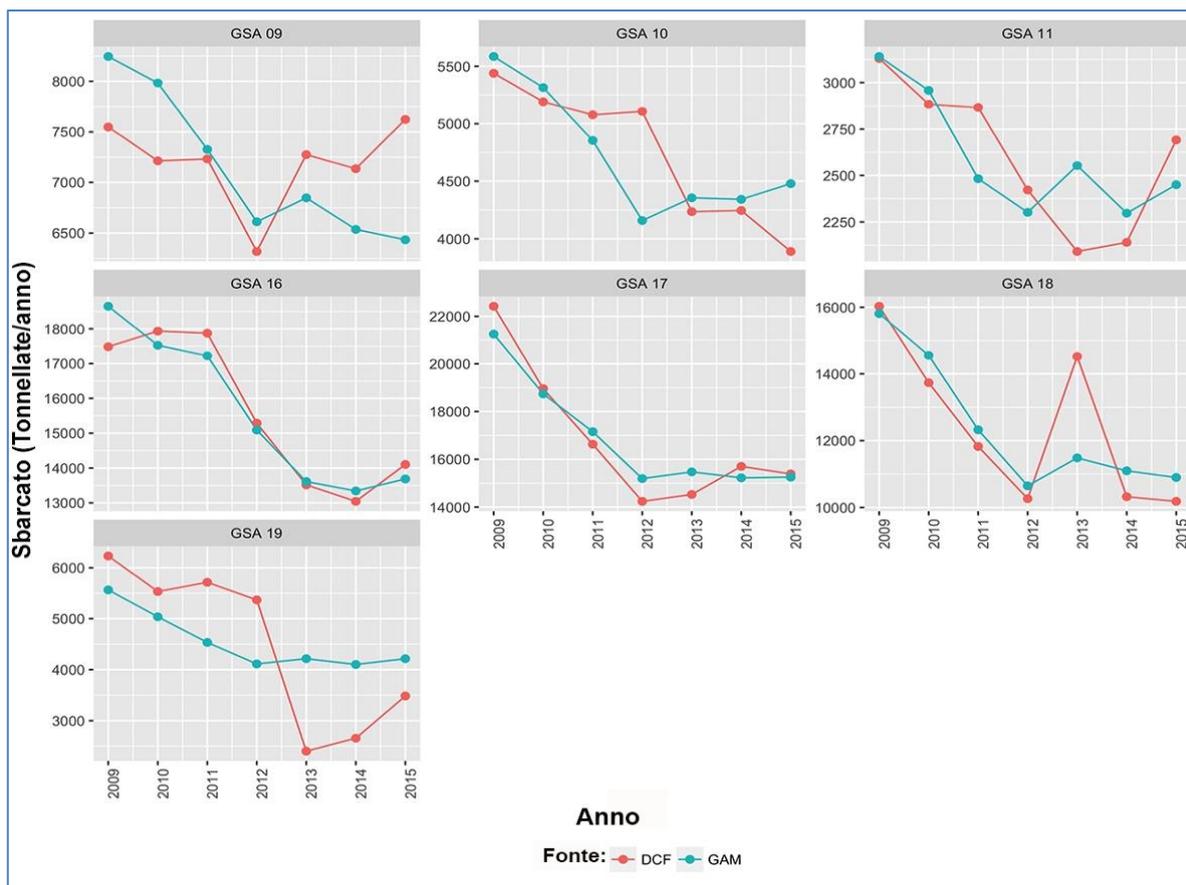


Figura 3.4.2.1 - Confronto tra il modello GAM e l'andamento ufficiale della produzione (sbarcato in tonnellate/anno) per le specie demersali sfruttate mediante la pesca a strascico

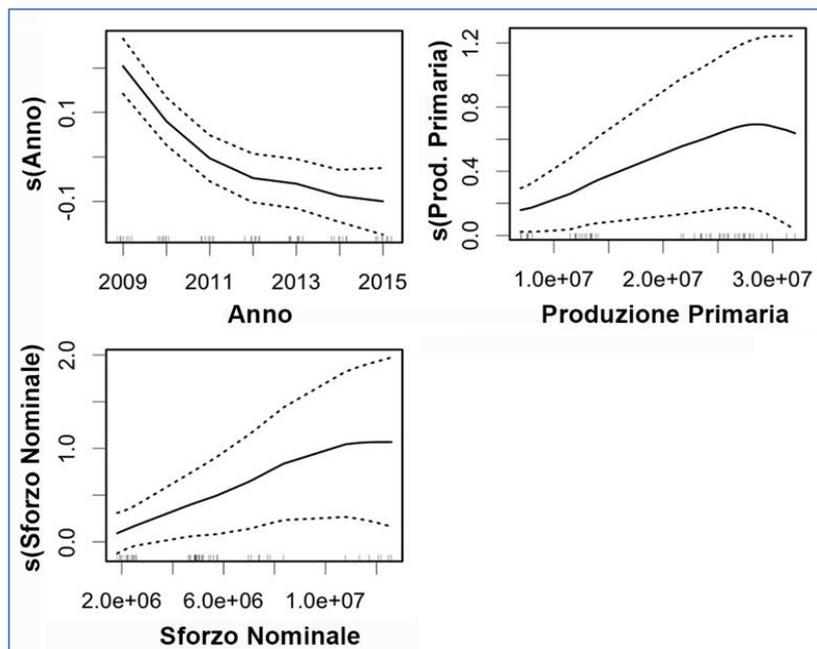


Figura 3.4.2.2 - Effetto dei predittori sullo sbarcato totale annuo per le specie demersali.

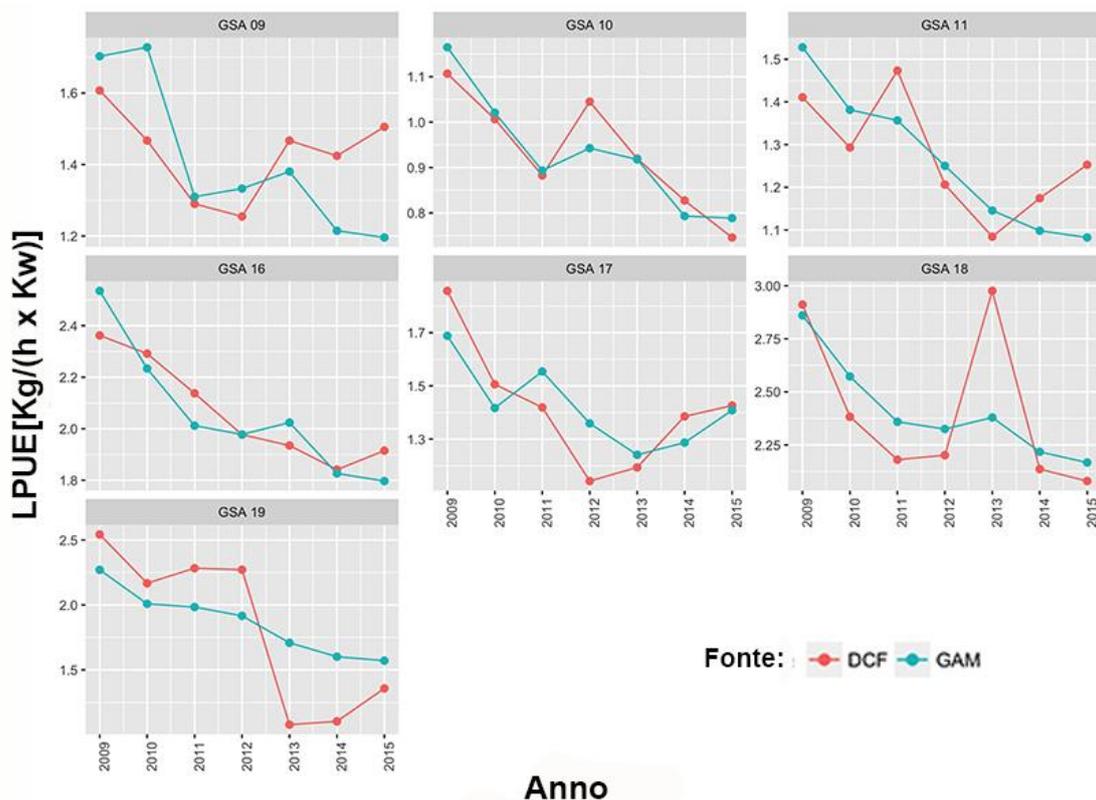


Fig. 3.4.2.3- Confronto tra il modello GAM e l'andamento degli sbarcati per unità di sforzo (rapporto tra sbarcato e sforzo nominale)

Tabella 3.4.2.2 - p value e altre statistiche descrittive relative al modello GAM utilizzato per analizzare la relazione tra il rendimento e le variabili indipendenti Anno, Produzione Primaria (PP), Sforzo Nominale (da dati VMS) e GSA

Anno	PP	Sforzo nominale	GSA	Numero osservazioni	Devianza Spiegata (%)	$r^2$
<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	98	98.03	0.87

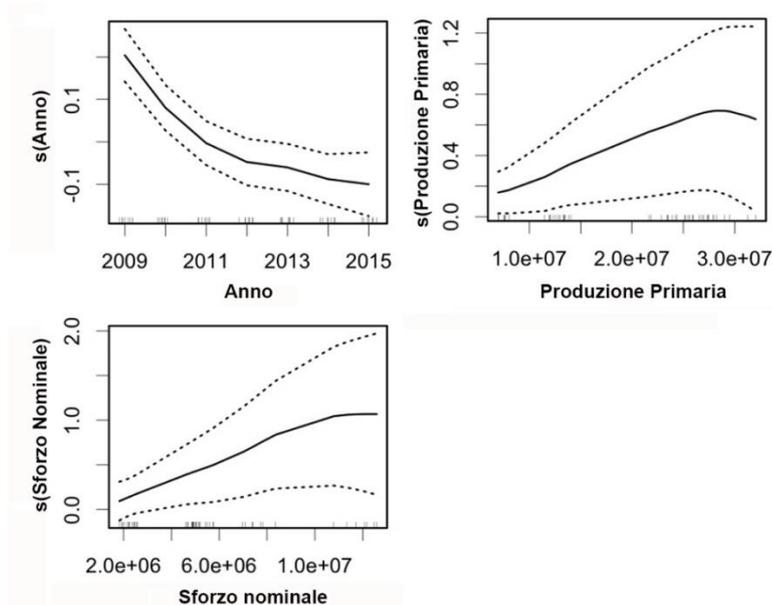


Figura 3.4.2.4 - Effetto dei predittori sullo sbarcato per unità di sforzo annuo per le specie demersali.

La ricostruzione degli andamenti del rapporto  $F/F_{MSY}$  delle principali specie bersaglio della pesca a strascico ottenuti mediante l'applicazione di un modello GAM analogo a quello utilizzato per l'analisi dello sbarcato è riportata in Fig. 3.4.2.5. Il contributo delle variabili indipendenti e le statistiche relative sono riportate nella Tabella 3.4.2.3. Salvo alcune eccezioni (ARS in GSA 10, HKE in GSA 16, il modello GAM riproduce adeguatamente l'andamento nel tempo della variabile dipendente analizzata. Tra le variabili indipendenti, la Produzione Primaria gioca sempre un ruolo chiave, così come l'Anno (tranne nel caso di DPS). Il contributo dello sforzo di pesca è statisticamente significativo per DPS e HKE.

Tabella 3.4.2.3- p value e altre statistiche descrittive relative al modello GAM utilizzato per analizzare la relazione tra tasso di sfruttamento e le variabili indipendenti Anno, Produzione Primaria (PP), Sforzo Nominale (da dati VMS) e GSA.

Specie	Anno	PP	Sforzo nominale	GSA	Num. osservazioni	Dev Spiegata (%)	$r^2$
ARS	<0.001	<0.001	0.015	Ns	28	96.927	0.784
DPS	0.044	<0.001	<0.001	<0.001	34	99.362	0.897
HKE	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	48	45.889	0.751
MUT	<0.001	<0.001	ns	0.003	40	94.131	0.848
NEP	<0.001	<0.001	0.093	Ns	23	91.358	0.887

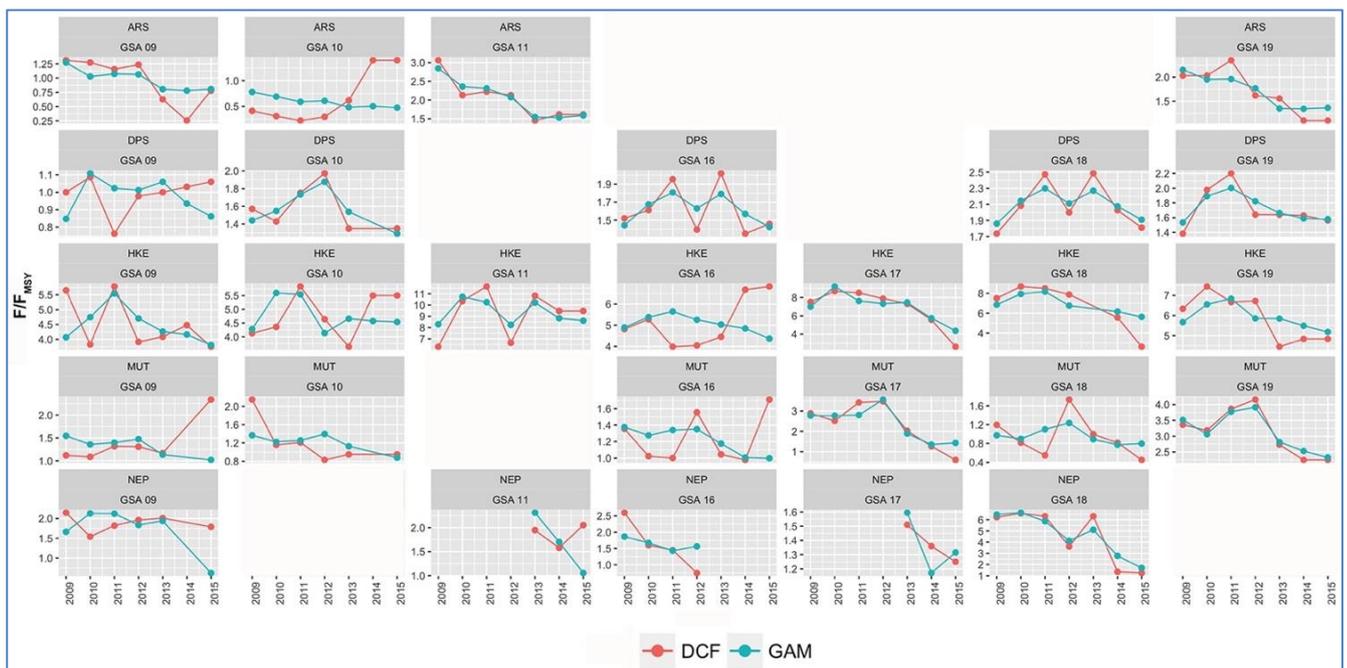


Figura 3.4.2.5- Confronto tra gli andamenti DCF del tasso di sfruttamento delle principali specie demersali e la ricostruzione mediante il modello GAM

### *Indicatori di pressione e di produzione per il sottobacino del Tirreno*

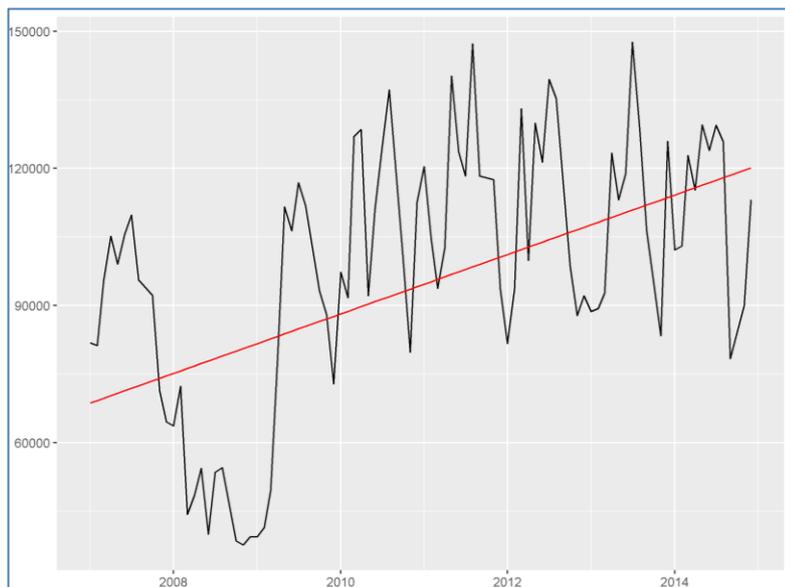
Dai risultati della model selection per tutti gli indicatori sono stati selezionati modelli basati su trimestri. Comunque, per lo scopo di questo lavoro i seguenti paragrafi descrivono l'effetto del trend deterministico.

In Fig. 3.4.2.6 è riportato l'andamento delle ore in mare nominali e il trend deterministico stimato dal modello. Il trend non è risultato statisticamente significativo. Comunque dall'andamento di questo indicatore si possono riconoscere 2 periodi distinti, il primo dal 2007 a metà del 2008 in cui

si osserva una diminuzione costante dell'attività di pesca. Nel secondo, dal 2009 fino al 2014, il valore dell'indicatore mostra dei valori medi costanti ma nettamente superiori a quelli del periodo precedenti.

L'andamento dell'attività di pesca in tutte le fasce batimetriche mostra una variabilità intra-annuale molto accentuata (Fig. 3.4.2.7). I risultati del modello indicano che l'attività di pesca è aumentata in tutte le fasce batimetriche considerate. L'incremento maggiore risulta essere per la fascia da 80-130m, con un aumento di circa 70 ore mensile. L'incremento delle ore di pesca nelle fasce batimetriche tra 200-500m e 500-800m è risultato essere rispettivamente di circa 59 e di 46 ore.

I risultati del modello sono mostrati nella Tab. 3.4.2.4.



Parameter	Estimate	Std.Error	t-value	p-value
<i>Intercept</i>	68129.631	28090.293	2.425	0.018
<i>ar1</i>	0.468	0.118	3.963	0.000
<i>ar2</i>	0.011	0.128	0.085	0.933
<i>ar3</i>	0.250	0.116	2.157	0.034
<i>time</i>	541.563	328.588	1.648	0.103
<i>q2</i>	34423.584	19544.608	1.761	0.082
<i>q3</i>	23154.943	21739.776	1.065	0.290
<i>q4</i>	-45320.065	21656.638	-2.093	0.040

Figura 3.4.2.6- - serie storica relativa alle ore in mare spese dalla flotta durante il periodo 2007-2014. Nella tabella sono riportati i valori dei coefficienti stimati dal modello.

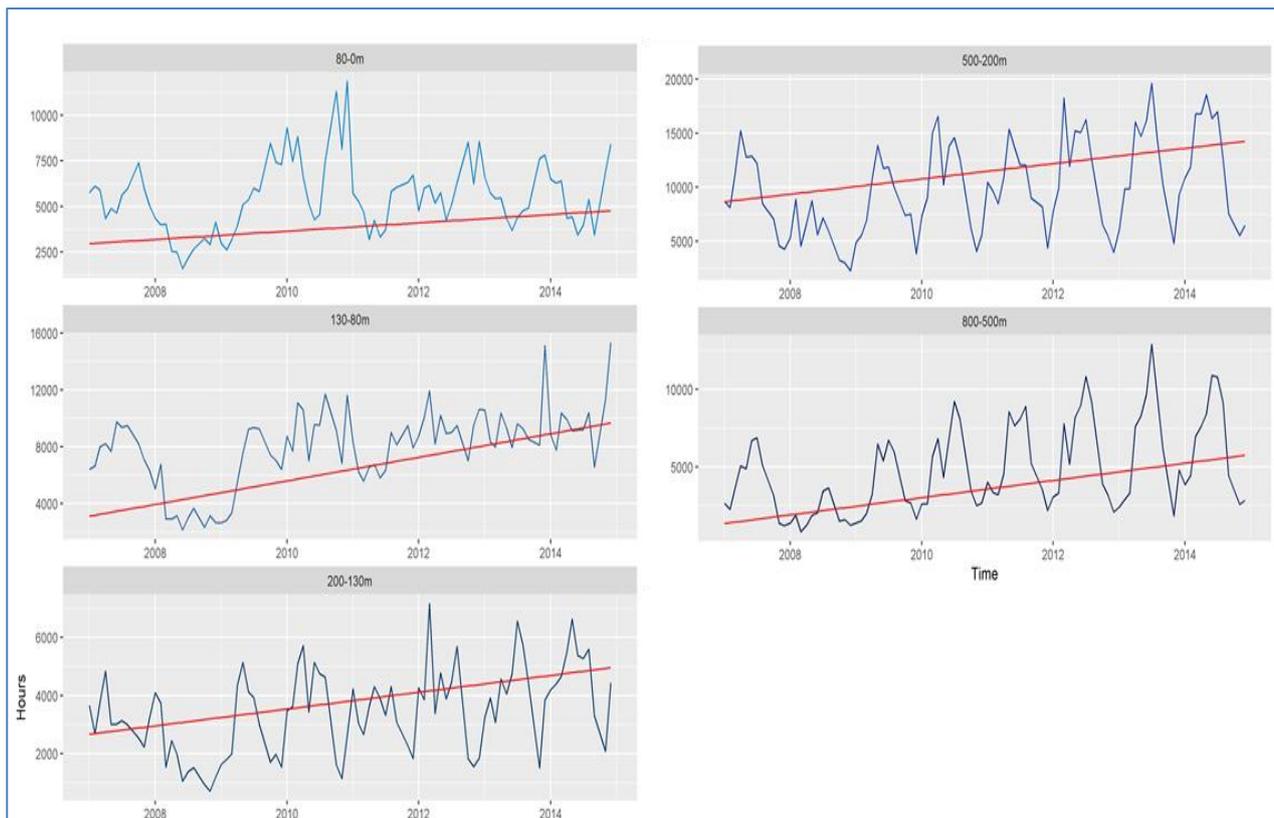


Figura 3.4.2.7- - Andamento dell'attività di pesca nelle 5 fasce batimetriche considerate

Tabella 3.4.2.4- Risultati dell'analisi del trend per gli indicatori di pressioni ripartiti per fasce batimetriche.

<b>Indicators</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std.Error</b>	<b>t-value</b>	<b>p-value</b>	<b>r2</b>	<b>Shapiro-test</b>	<b>Ljung-Box</b>
<i>800-500m</i>	46.365	13.775	3.366	0.001	0.747	0.511	0.960
<i>500-200m</i>	58.998	24.708	2.388	0.019	0.711	0.258	0.339
<i>200-130m</i>	24.092	7.408	3.252	0.002	0.551	0.464	0.397
<i>130-80m</i>	69.049	33.581	2.056	0.043	0.574	0.012	0.979
<i>80-0m</i>	18.958	16.441	1.153	0.253	0.634	0.039	0.480

L'andamento dell'attività di pesca in tutte le fasce batimetriche mostra una variabilità intra-annuale molto accentuata. In senso assoluto, gli incrementi maggiori dell'intensità di pesca sono stati stimati per i fondali fangosi misti a sabbia (Sandy mud) con un aumento di circa 50 ore al mese per quelli di piattaforma e di circa 48 ore quelli di scarpata (Fig. 3.4.2.8). A seguire, i fondali di tipo fangoso (Mud), con un aumento di 45 ore al mese per i fondali fangosi di piattaforma e 33 ore al mese per i fondali fangosi di scarpata; per entrambe le tipologie il trend stimato è risultato non statisticamente significativo. L'incremento registrato nei fondali di tipo sabbioso risulta modesto rispetto a quello delle altre categorie.

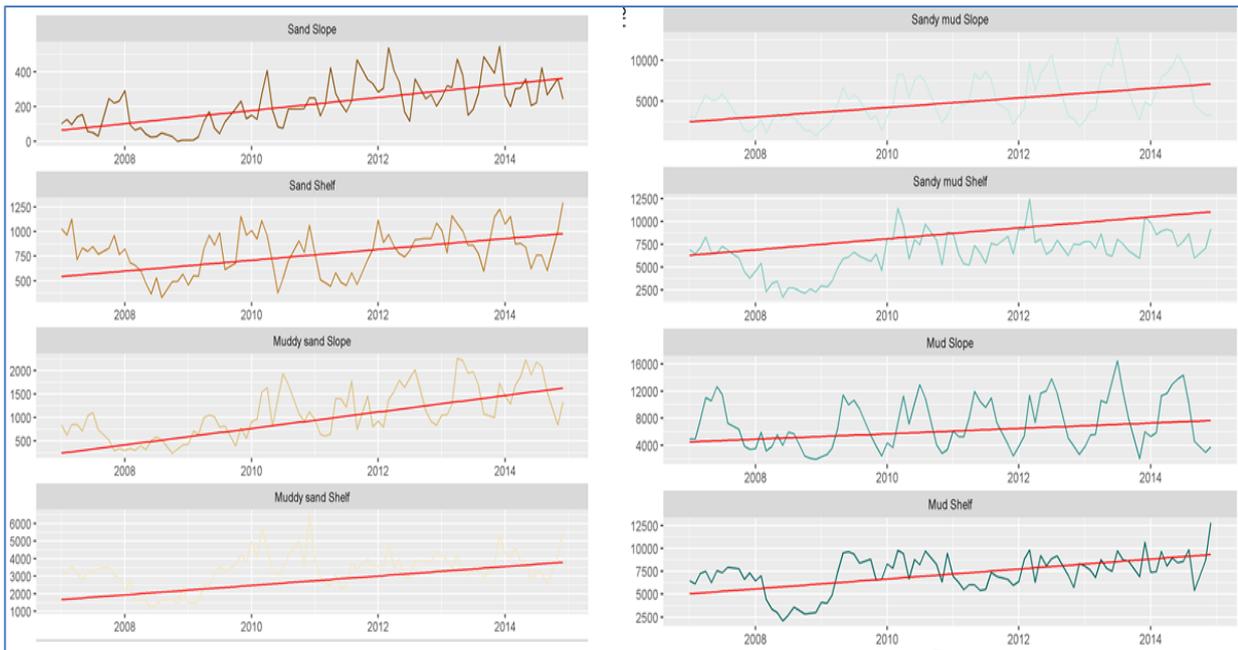


Figura 3.4.2.8- Andamento dell'intensità di pesca ripartita per tipologie di substrato

Tabella 3.4.2.5- risultati dell'analisi del trend relativa all'indicatori di pressioni di pesca ripartiti per tipologie di substrato

Indicators	Estimate	Std.Error	t-value	p-value	r2	Shapiro-test	Ljung-Box
Mud Shelf	45.338	26.216	1.729	0.088	0.522	0.418	0.850
Mud Slope	33.160	17.015	1.949	0.055	0.711	0.655	0.619
Muddy sand Shelf	22.356	12.548	1.782	0.079	0.588	0.009	0.914
Muddy sand Slope	14.641	3.671	3.988	0.000	0.724	0.240	0.862
Sand Shelf	4.586	1.971	2.327	0.023	0.575	0.161	0.941
Sand Slope	3.138	0.969	3.240	0.002	0.533	0.002	0.889
Sandy mud Shelf	50.129	27.710	1.809	0.074	0.601	0.106	0.789
Sandy mud Slope	48.422	15.251	3.175	0.002	0.740	0.018	0.627

La Fig. 3.4.2.9 rappresenta l'andamento della serie relative agli indicatori DCF. Per entrambi gli indicatori è possibile osservare una variabilità intra-annuale molto accentuata. L'indicatore relativo all'estensione complessiva dell'attività di pesca (DCF5) presenta l'incremento maggiore che vale circa 276 km<sup>2</sup> al mese, mentre l'indicatore relativo all'aggregazione dell'attività di pesca (DCF6) mostra un incremento di 109 km<sup>2</sup>. Inoltre è possibile osservare che a livello mensile, l'estensione complessiva dell'attività di pesca (DCF5) non supera mai il 55% della superficie della griglia utilizzata per il calcolo delle ore di pesca (celle con profondità tra 0-800m), mentre il valore dell'aggregazione dell'attività di pesca (DCF6) non supera mai il 20%.

Tabella 3.4.2.6 - Risultati dell'analisi del trend relativa agli indicatori spaziali dell'attività di pesca

Indicator	Estimate	Std.Error	t-value	p-value	r2	Shapiro-test	Ljung-Box
DCF5	276.723	126.205	2.193	0.031	0.804	0.180	0.912
DCF6	109.196	39.774	2.745	0.008	0.806	0.027	0.827

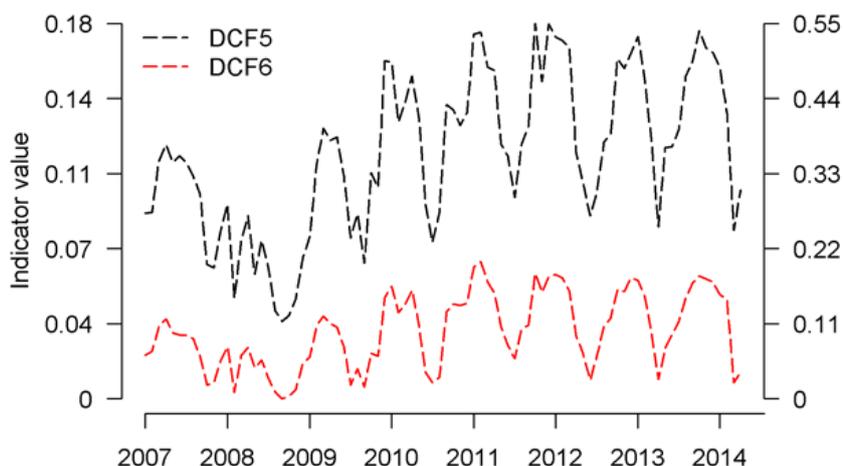


Figura 3.4.2.9: andamento della serie storica degli indicatori spaziali dell'attività di pesca. I valori di entrambi gli indicatori sono stati standardizzati rispetto alla superficie totale dell'area di studio (asse y a sinistra) e rispetto alla superficie delle celle con profondità tra 0-800m.

La Tab. 3.4.2.7 riporta i risultati della analisi delle corrispondenze canoniche (CCA) con il primo asse che spiega il circa il 65% della variabilità dei dati ed il secondo circa il 26%.

La Fig. 3.4.2.10 rappresenta il pattern annuale attraverso i centroidi dei punti relativi alle varie mensilità. È possibile osservare che è presente un graduale cambiamento nella composizione del pescato nel periodo 2007-2013. In base alla distribuzione dei centroidi rispetto ai quadranti dell'ordinamento è possibile identificare diversi gruppi. Le osservazioni del 2007-2009 formano un primo gruppo, e 2010-2011 formano il secondo gruppo di osservazione, infine il 2012-2013 formano l'ultimo gruppo di osservazioni. Nella Fig. 3.4.2.10 è riportato l'ordinamento delle specie rispetto ai centroidi delle osservazioni annuali. La distanza di una specie rispetto ad un centroide indica l'importanza relativa di quella specie in quell'anno, più sono vicine più l'importanza relativa di quella specie è importante. Le specie che si dispongono nel terzo quadrante dello spazio di ordinamento sono relativamente più importanti negli anni 2007-2009. Specie che si dispongono nei quadranti superiori sono relativamente più importanti negli anni 2011-2013. Il colore delle specie indica il gruppo tassonomico. Utilizzando questa informazione è possibile notare che il gruppo dei teleostei e dei molluschi è maggiormente correlato con le osservazioni dei primi anni della serie.

Tabella 3.4.2.7: risultati numerici della CCA; i valori dei p-values sono stati ottenuti dopo 999 permutazioni

Axis	Eigenvalue	% of variability explained	p
1	0.02	64.63	0.001
2	0.01	25.78	0.001
3	0.00	4.61	0.001
4	0.00	2.93	0.001
5	0.00	2.05	0.001
6	0.00	0.00	0.012

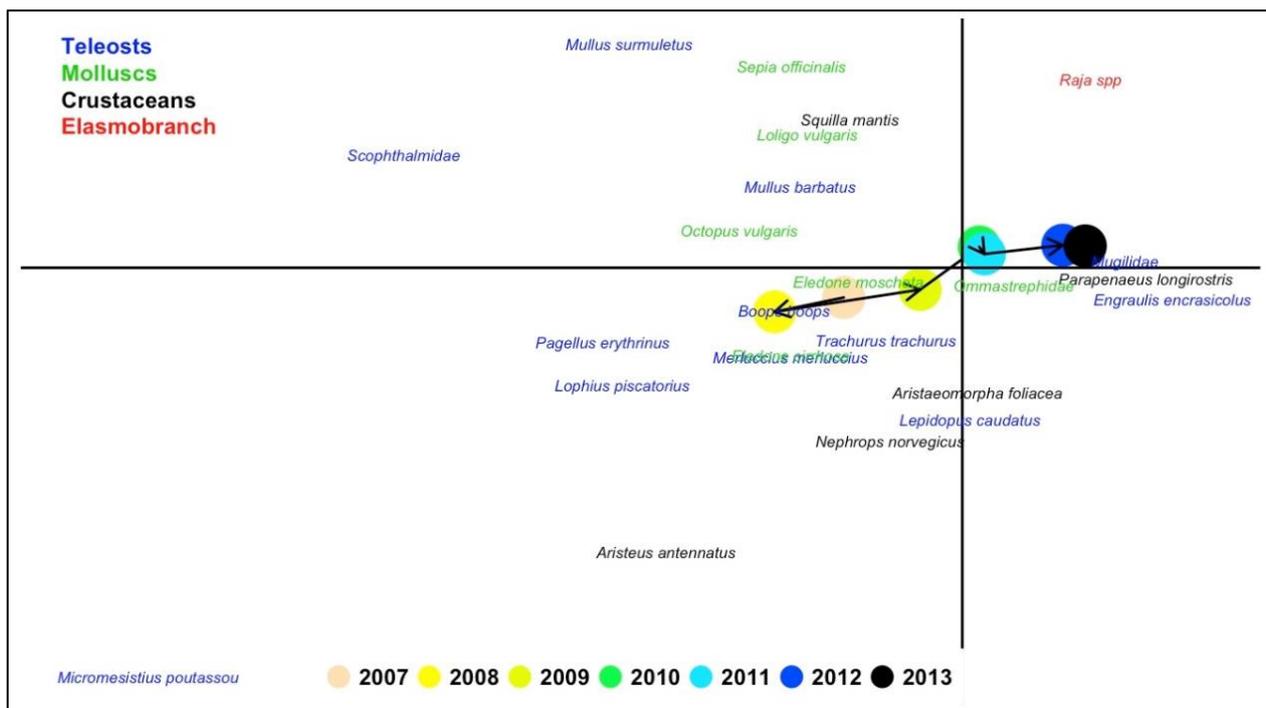


Figura 3.4.2.10 - Ordinamento delle specie ottenute dalla CCA. I punti rappresentano i centroidi dei poligoni ottenuti dalle osservazioni annuali. I colori delle specie indicano il gruppo tassonomico.

In Fig. 3.4.2.11 è riportato l'ordinamento delle osservazioni rispetto alle variabili esplicative usate nella CCA, che consente di analizzare la correlazione tra le variabili esplicative attraverso il metodo del biplot. In questo caso sono stati usati come variabili esplicative le serie storiche dagli indicatori di sforzo ripartiti per fasce batimetriche e il prezzo del carburante. Le frecce relative agli indicatori di sforzo per le fasce batimetriche più profonde (130-200m; 200-500m; 500-800m) sono dirette verso il primo quadrante ad indicare una correlazione positiva con le osservazioni degli ultimi anni (2010-2013). La correlazione maggiore con il prezzo del carburante si registra con l'indicatore di sforzo per la fascia batimetrica meno profonda (0-80m).

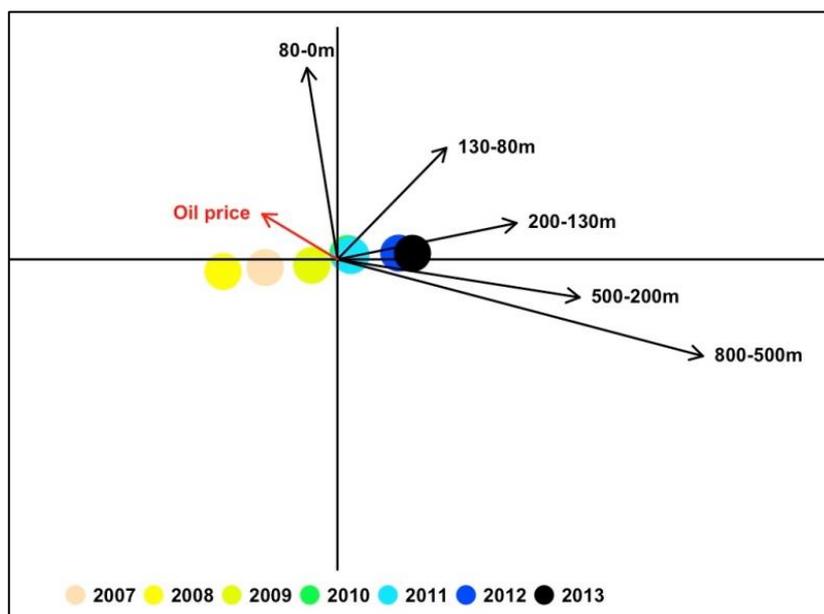


Figura 3.4.2.11 - Rappresentazione della correlazione tra le variabili esplicative e l'ordinamento delle specie tramite il metodo dei biplot. Le frecce nere rappresentano gli indicatori di pressioni suddivisi per fasce batimetriche, la freccia rossa la serie storica del prezzo del carburante. Angoli acuti indicano correlazione positiva, angoli retti assenza di correlazione e angoli ottusi correlazione inversa.

## 3.5 WP5 - UTILIZZAZIONE OTTIMALE DELLA RETE DI RICERCA IN PESCA PER L'IMPLEMENTAZIONE SCIENTIFICA DELLE TEMATICHE DI RILEVANZA PER LE POLITICHE DELLA PESCA

### 3.5.1 - Task/attività 5.1 -Revisione della piattaforma informatica e suo eventuale sviluppo

Per quanto concerne il Task 5.1, la nuova piattaforma informatica è attualmente disponibile e strutturalmente completa in tutta le sue sezioni.

L'utilizzo del plugin "polylang" ha reso possibile sdoppiare tutte le pagine nella versione italiano e in quella inglese. La Fig. 3.5.1.1 rappresenta la pagina di benvenuto (home page) della versione italiana, mentre la Fig. 3.5.1.2 rappresenta la stessa pagina in lingua inglese.

I contenuti delle pagine dedicate ai singoli WP del programma di ricerca forniscono una descrizione sintetica dell'attività scientifica condotta e, se disponibili, alcuni documenti di supporto, di divulgazione e di approfondimento. A titolo di esempio (Fig. 3.5.1.3 e Fig. 3.5.1.4), la pagina dedicata al WP3 contiene i links ad alcuni documenti scaricabili liberamente dagli utenti.

Sulla nuova piattaforma informatica è disponibile l'accesso al materiale bibliografico raccolto.

È importante sottolineare che, data la natura intrinsecamente internazionale degli argomenti trattati durante l'attività del Programma di Ricerca, spesso i documenti sono disponibili solo in lingua inglese. Infine, la sezione Workshop & Documenti offre il link a diversi materiali di approfondimento, disponibili principalmente sotto forma di presentazioni condivise mediante il portale slideshare (Fig. 3.5.1.5).

The image shows the Italian homepage of the FishNet website. At the top, there is a header with logos for the Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, CoNISMa, Consiglio Nazionale delle Ricerche, and CIBM. Below the header is a navigation menu with buttons for 'BENVENUTI', 'WP1 - GESTIONE PESCA CON DRAGHE', 'WP2-MODELLISTICA BIO-ECONOMICA', 'WP3-LA PESCA DELL'ALALUNGA', 'WP4- INDICATORI ECOLOGICI', 'WORKSHOP & DOCUMENTI', 'PARTECIPANTI', 'AREA RISERVATA', 'BIBLIOGRAFIA ONLINE', 'ATTIVITÀ DI SUPPORTO', and a language selector. The main content area is titled 'BENVENUTI' and includes a search bar, a list of partners and research groups (CoNISMa, National Research Council of Italy, COISPA, CIBM, and Uimma), and a list of work packages (WP1 to WP5). A 'MODIFICA' button is visible at the bottom right of the content area.

Figura 3.5.1.1- Homepage nella versione italiana.

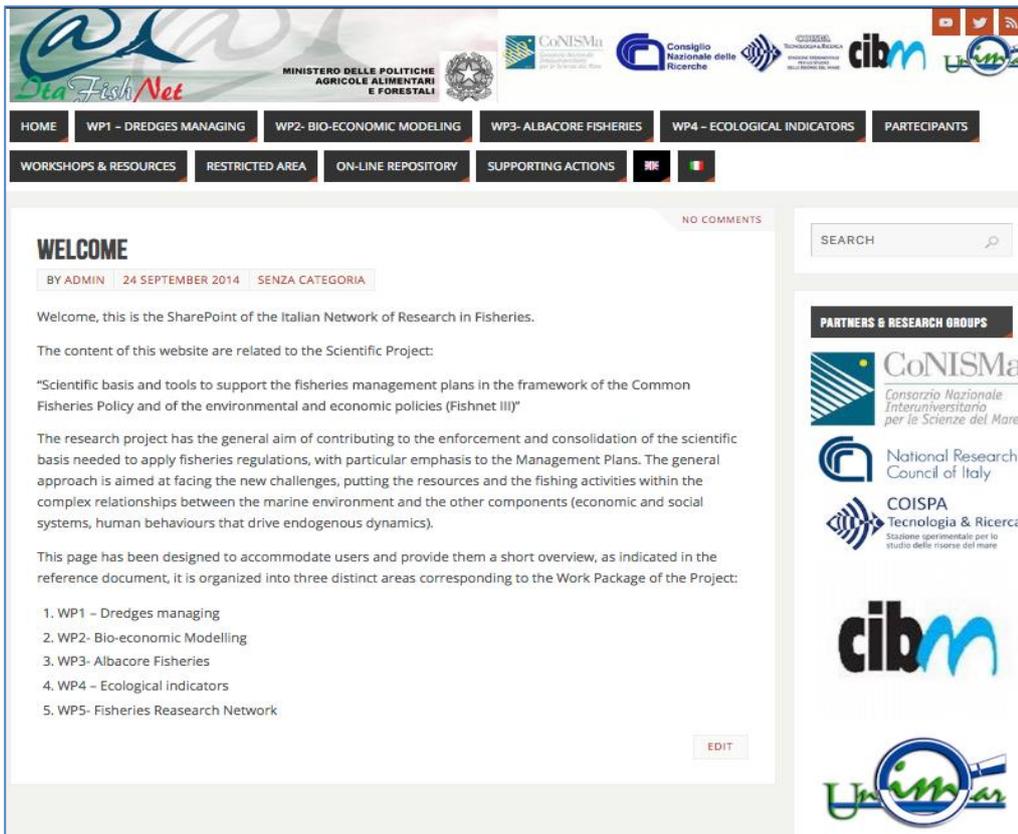


Figura 3.5.1.2- Homepage nella versione inglese.

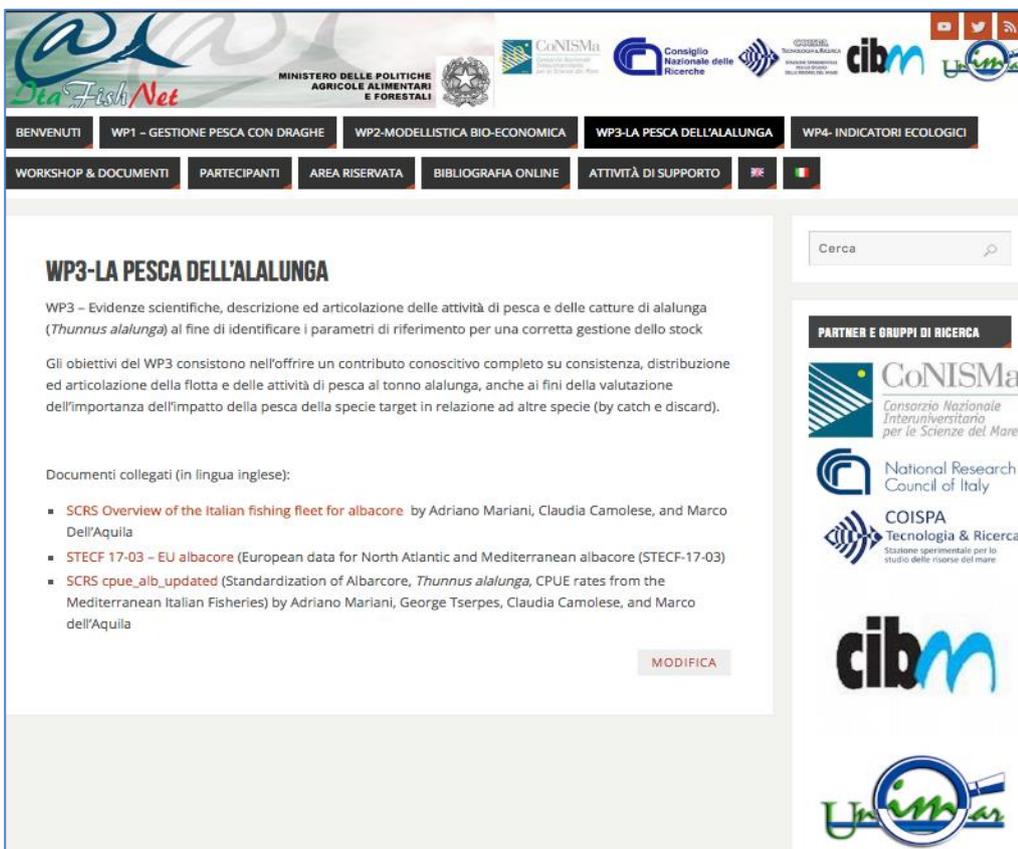


Figura 3.5.1.3 - Pagina dedicata al WP3 - Versione Italiana

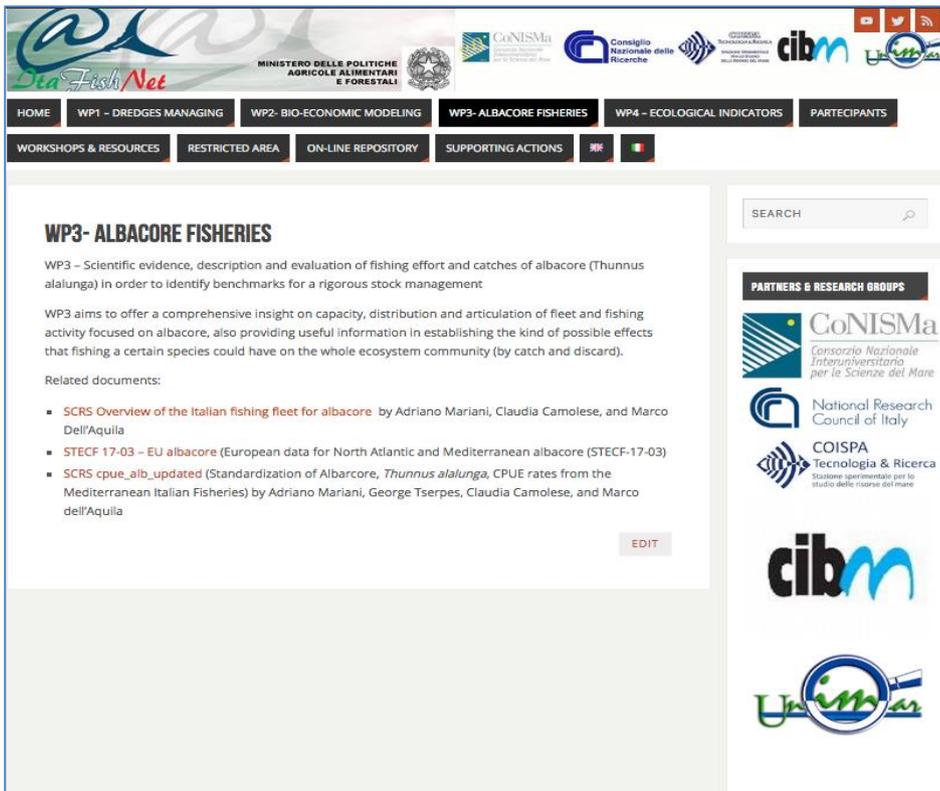


Figura 3.5.1.4 - Pagina dedicata al WP3 - Versione Inglese

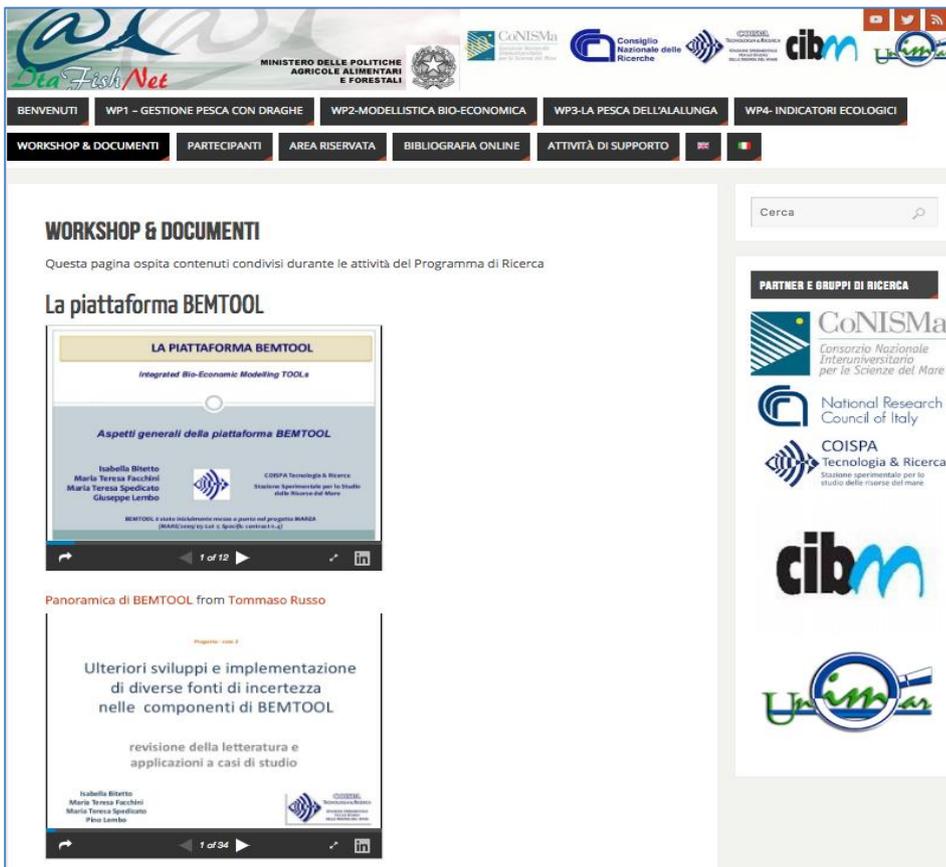


Figura 3.5.1.5 - Pagina Workshop & Documenti (versione italiana), all'interno della quale sono disponibili contenuti multimediali di approfondimento.

### 3.5.2 - Task/attività 5.2 - Utilizzo a pieno regime della piattaforma per lo scambio di materiale tra le unità operative della rete

Durante la fase prevista dal Task 5.2 di censimento della letteratura scientifica prodotta negli ultimi anni, a partire dall'anno 2013, la richiesta dei contributi scientifici ritenuti utili e attinenti la ricerca alieutica ha fornito materiale bibliografico prodotto dai gruppi di ricerca impegnati, anche in passato, nel Programma Nazionale di Raccolta Dati Alieutici, come dettagliato nella Tabella 3.5.2.1.

Tab. 3.5.2.1 – Lista dei gruppi di ricerca che hanno fornito il materiale bibliografico inserito nella piattaforma online.

GSA	Responsabile scientifico	Gruppo di ricerca	Email
	Giulio Relini	SIBM, Società Italiana di Biologia Marina, Genova	biolmar@unige.it; sibmzool@unige.it
9	Paolo Sartor	CIBM - Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata (Livorno)	sartor@cibm.it
10	Maria Teresa Spedicato	COISPA - Tecnologia & Ricerca	spedicato@coispa.it
11	Maria Cristina Follesa	Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari	follesac@unica.it
16	Fabio Fiorentino	IAMC (Istituto per l'Ambiente Marino Costiero) - CNR, Sezione di Mazara del Vallo (TP)	fabio.fiorentino@iamc.cnr.it
17	Corrado Piccinetti	Laboratorio Biologia Marina e Pesca, Università di Bologna	corrado.piccinetti@unibo.it
	Alberto Santojanni	Istituto di Scienze Marine - Consiglio Nazionale delle Ricerche, ISMAR-CNR	a.santojanni@an.ismar.cnr.it
18	Pierluigi Carbonara	COISPA - Tecnologia & Ricerca	carbonara@coispa.it
19	Porzia Maiorano	Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Bari Aldo Moro	<a href="mailto:porzia.maiorano@uniba.it">porzia.maiorano@uniba.it</a>
	Tommaso Russo Stefano Cataudella	Laboratorio di Ecologia sperimentale e Acquacoltura Università di Roma Tor Vergata	tommaso.russo@uniroma2.it cataudel@uniroma2.it
	Michele Scardi	Laboratorio di Ecologia sperimentale e Acquacoltura Università di Roma Tor Vergata	mc1847@mclink.it mcardi@mclinck.it

Durante la fase di censimento, parte del materiale pervenuto riguardante tematiche specifiche e non attinenti quelle in oggetto, è stato escluso dalla lista matrice finale dei lavori da inserire sulla piattaforma, così come sono stati eliminati i duplicati di lavori condotti in collaborazione tra i vari gruppi e, quindi, inviati da più autori.

Dopo tutti i controlli, la selezione finale ha incluso un totale di 418 contributi, tra pubblicazioni su riviste nazionali o internazionali, atti di convegno, report scientifici di progetto e contributi presentati in meeting internazionali riguardanti la gestione delle risorse alieutiche.

Alcuni lavori, di ampio spettro o non sempre chiaramente riconducibili alle tematiche considerate prioritarie, sono stati comunque inclusi perché ritenuti funzionali ad un approccio più olistico ed ecosistemico. In particolare, sono stati selezionati alcuni contributi su comunità bentoniche

peculiari o su ecosistemi vulnerabili, sull'impatto da fattori ambientali o antropici e su aspetti genetici o comportamentali di alcune specie. In questi casi, non sempre le key-words primarie disponibili sulla piattaforma sono risultate esaustive, ma nella lista matrice generale sono state inserite delle note indicative per un eventuale successivo aggiornamento.

Infine, tutti i lavori così selezionati sono stati inseriti nella piattaforma informatica, popolando così la sezione "Bibliografia online" con l'aggiornamento dei contributi al 2017. Tra essi, ove possibile (per quasi il 50% dei casi) è stato effettuato l'upload del relativo file pdf; per tutti gli altri è stato inserito un link con la email dell'autore di riferimento per la richiesta diretta del file.

## 4. DISCUSSIONE

### 4.1 WP1 - CONTRIBUTI SCIENTIFICI PER LA REDAZIONE DEI PIANI DI GESTIONE PER LE DRAGHE IDRAULICHE

La ricerca per la messa a punto del Piano di Gestione Draghe Idrauliche è iniziata considerando i risultati della ricerca sullo stato delle popolazioni di vongole nei diversi compartimenti marittimi ottenuti nel corso della ricerca RETE PESCA 2.

L'analisi ha considerato le informazioni presenti in letteratura, che mostrano una certa variabilità anche su parametri fondamentali quali accrescimento, riproduzione e mortalità da pesca. L'accrescimento, ad esempio, risente del mese di nascita delle vongole e successivamente della densità degli insediamenti, più elevata è la densità minore è l'accrescimento.

Per quanto concerne la riproduzione, la letteratura indica situazioni diversificate dove i processi riproduttivi iniziano già a taglia di 10-12 mm e normalmente tutte le vongole di 20 mm si sono già riprodotte. La quantità di gameti prodotta è collegata con le dimensioni dell'adulto e probabilmente anche la frequenza delle deposizioni nell'ambito della stessa stagione riproduttiva. Una notevole variabilità si nota anche nel periodo riproduttivo che, pur avendo il massimo nei mesi di maggio-giugno, si estende da marzo a ottobre, con situazioni riproduttive anche in altri mesi. Questa variabilità si riflette poi sulla taglia delle vongole presenti in ogni mese, che si differenziano quindi per il mese di nascita e per un accrescimento diversificato nei singoli mesi, anche per le diverse temperature ambientali.

Circa la mortalità vi sono due fattori importanti che condizionano la mortalità, il primo riguarda le taglie considerate, più vongole piccole sono catturate maggiore risulta la mortalità, in quanto la mortalità nelle fasi giovanili, pur essendo solo mortalità naturale, è molto più elevata rispetto alla mortalità degli adulti. E' interessante notare che il forte decremento numerico che si ha nelle vongole presenti è per grande parte legato a fattori di mortalità naturale, prevalentemente predazione, mentre la mortalità da pesca agisce in misura progressiva a partire da una taglia di 20 mm circa.

Il secondo aspetto importante che riguarda la mortalità è legato al fenomeno di morie che avvengono annualmente su parti più o meno ampie dell'area di distribuzione della specie. Le morie possono essere legate a diversi fattori, quali temperature elevate nei mesi estivi, con ridotta disponibilità di ossigeno, fenomeni di stratificazione con modesti ricambi verticali, ricchezza delle biomasse con un'elevata richiesta di ossigeno. Questi aspetti determinano situazioni locali negative più frequenti in vicinanza delle foci di grandi fiumi, che hanno anche un trasporto di fanghi che modifica la disponibilità di sedimenti sabbiosi tipici per le vongole.

#### 4.1.1 - Impatto delle draghe idrauliche sulle comunità macrozoobentoniche

Questo studio, malgrado i risultati ottenuti, non può essere considerato conclusivo rispetto al tema dell'impatto delle draghe idrauliche sulle comunità macrozoobentoniche nel loro complesso, dando ovviamente per scontato l'impatto sulle popolazioni di bivalvi sfruttate. Infatti lo sforzo di campionamento compatibile con le risorse allocate, per quanto non indifferente (48 stazioni in totale), ha consentito di analizzare due sole aree geografiche, anche se rappresentative di due situazioni diverse. Il litorale abruzzese, infatti, è sede di marinerie molto attive nella pesca di *Chamelea gallina*, mentre questa risorsa risulta meno abbondante e quindi non altrettanto sfruttata nell'area di studio più meridionale, situata nel litorale pugliese, a nord del lago di Varano.

Inoltre, in entrambe le aree di studio menzionate non è stato possibile identificare settori certamente indenni da attività di pesca da utilizzare come controllo rispetto all'impatto delle draghe idrauliche.

Nell'area pugliese, in effetti, una delle due aree considerate è risultata, in base alle testimonianze raccolte *in loco* ed all'esperienza dei ricercatori, sostanzialmente indenne da attività di pesca, ma evidentemente non esistono elementi di certezza in merito a ciò, anche perché le densità osservate di *Chamelea gallina* non sono comunque così elevate da indurre a considerare con assoluta certezza l'area come effettivamente indenne. Nell'area abruzzese la situazione avrebbe potuto essere ottimale, data la presenza dell'Area Marina Protetta di Torre del Cerrano, peraltro oggetto di un annoso confronto con la marineria locale in merito all'interdizione delle attività di pesca al suo interno. Tuttavia, malgrado siano stati avviati i necessari contatti con l'AMP stessa per ottenere l'autorizzazione ad eseguire anche al suo interno il campionamento del macrozoobenthos, dopo circa due anni dal primo contatto non è stato possibile ottenere né un'autorizzazione dell'AMP né quella, ritenuta indispensabile dall'AMP, del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. In particolare, va segnalato il fatto che l'autorizzazione non è stata esplicitamente negata, ma che le richieste non hanno avuto risposta alcuna, almeno per ciò che è nella conoscenza del CoNISMA.

Il fatto che l'iter autorizzativo per il prelievo di campioni di macrozoobenthos sia stato oggetto di tali difficoltà è francamente incomprensibile, perché si tratta di un'attività ad impatto virtualmente nullo. A puro titolo di esempio, si consideri che esso avrebbe inciso, con il prelievo di modestissime biomasse di invertebrati di piccola taglia e di nessun valore conservazionistico particolare, essendo ampiamente presenti in tutti i mari italiani, su soli 3 m<sup>2</sup> di fondale, cioè su una superficie pari a meno di un decimilionesimo della superficie a mare dell'AMP. E' inutile dire che l'impatto di un'azione di questo tipo è virtualmente nullo e comunque certamente inferiore a quello di altre attività normalmente ammesse, come ad esempio la costruzione di un banale castello di sabbia. Quel che è certo è che si è inspiegabilmente persa una buona occasione per sfruttare la caratteristica principale dell'AMP di Torre del Cerrano, che è quella di essere un'area nominalmente interdetta alla pesca con draghe idrauliche. Ed è paradossale che questa caratteristica non sia potuta essere utilizzata proprio in uno studio mirato a definire e possibilmente a contenere l'impatto della pesca con le draghe idrauliche.

A parte questa dovuta considerazione sulla difficoltà di cooperazione fra soggetti che dovrebbero operare per il bene comune, i risultati ottenuti hanno mostrato come fra zone soggette a diversi livelli di pressione della pesca con draghe idrauliche siano rilevabili differenze significative nella struttura delle comunità macrozoobentoniche, che sono ovviamente quelle direttamente impattate dagli attrezzi utilizzati. Al di là della natura di tali differenze, che sono anche variabili in funzione delle caratteristiche ecologiche delle diverse aree, in assenza di un numero adeguato di settori dei nostri mari certamente indenni dalla pesca, anche di dimensione molto modesta, rimarrà impossibile una valutazione certa e definitiva.

Se l'identificazione delle aree a basso impatto avviene solo sulla base di evidenze aneddotiche, sia pure confortate da densità più elevate delle specie bersaglio, ovvero di *Chamelea gallina* nel caso di studio, è ovvio che non si può avere l'assoluta certezza delle ragioni del ridotto impatto. Questo infatti può dipendere dalla minore frequenza delle attività di pesca legata ed eventi di varia natura o dalla minore idoneità dell'habitat per le specie sfruttate e quindi dal minore interesse della marineria che vi opera, ma può anche non essere percepito nelle sue reali proporzioni.

Dunque, qualsiasi risultato si possa ottenere in assenza di aree di controllo effettivamente indenni da attività di pesca va considerato solo come una base per formulare delle ipotesi da verificare quando e dove sarà possibile. Rimanendo saldamente all'interno di questo perimetro concettuale, sembra possibile affermare che differenti livelli di sfruttamento con draghe idrauliche generano differenze quantitativamente rilevabili nella struttura delle comunità macrozoobentoniche, ma che queste differenze, con l'esclusione dell'ovvio impatto sulle popolazioni sfruttate, non sembrano tali da comportare alterazioni strutturali delle comunità stesse, ma piuttosto variazioni nelle abbondanze relative degli elementi più sensibili.

Nel complesso, in base ai dati disponibili non è stato possibile definire con certezza gli effetti della pesca con draghe idrauliche sulle comunità macrozoobentoniche indagate, soprattutto a causa dell'impossibilità di operare nell'AMP di Torre del Cerrano. L'istituzione di *no-take zones*, che potrebbero assolvere anche a funzioni di *larval seeding*, è dunque essenziale per la valutazione di questo tipo di impatto.

#### 4.2 WP2 - MODELLISTICA BIO-ECONOMICA PER L'OTTIMIZZAZIONE DEI PIANI DI GESTIONE A LIVELLO DI GSA

Tenere conto delle diverse fonti di errore nei modelli di simulazione e introdurre l'incertezza in previsioni di medio-lungo periodo rappresentano elementi importanti nella valutazione dei rischi associati alla robustezza delle simulazioni e del loro significato predittivo nella realizzazione di specifici scenari di gestione. Stimare le conseguenze di un range di opzioni gestionali e presentare i risultati in maniera chiara, così da evidenziare pro e contro delle diverse misure, tenendo conto dei diversi obiettivi della gestione, è lo scopo prevalente dell'approccio Management Strategy Evaluation (MSE), dove per MSE si intende un approccio complesso, che include componenti di assessment (e.g. mortalità), di previsione, e valutazioni delle conseguenze di implementazione delle strategie di gestione, con feedback di rimodulazione delle misure stesse tenendo conto dei fattori di incertezza.

Diversi Autori hanno evidenziato che la capacità di raggiungere gli obiettivi della gestione dipende da quanto adeguatamente è stata considerata l'incertezza e come i risultati delle simulazioni sono sintetizzati e comunicati ai gestori (e.g. Punt, 2014). MSE è utilizzata quindi principalmente per (e.g. Punt, 2014): i) valutare strategie di gestione con obiettivi generali; ii) stabilire strategie di gestione per fisheries specifiche; iii) ma anche identificare strategie di gestione che non portano a cambiamenti positivi. L'approccio di MSE è ampiamente applicato alle fisheries europee per esplorare gli effetti di diverse strategie di gestione (Kell et al., 2005 a; b; 2006).

I modelli bio-economici hanno la funzione di mettere in comunicazione, attraverso i link rappresentati da catture e sforzo di pesca (e/o mortalità da pesca) delle diverse fisheries, gli stock e le fisheries, in termini di sostenibilità biologica, nonché in termini produttivi, economici e sociali. E' evidente che applicazioni di MSE hanno bisogno di un contesto applicativo in grado di riconoscere la funzione determinante delle dinamiche economiche e sociali, per realizzare misure funzionali a obiettivi gestionali percorribili e possibilmente condivisi dai diversi soggetti portatori di interesse (e.g. Lembo et al., 2017).

Per gli scopi di questo lavoro è stato usato il modello BEMTOOL (Accadia et al., 2013; Facchini et al., 2014; Rossetto et al., 2014; Bitetto et al., 2015; Spedicato, 2016) coniugando una componente economica molto strutturata, già esistente in BEMTOOL, con l'introduzione di uno schema concettuale di tipo MSE. Diversamente da altri modelli bio-economici presenti in letteratura (e.g. Fishrent; Saltz et al., 2011) BEMTOOL presenta anche una componente biologica e di pressione di pesca ben strutturata, che consente di simulare scenari complessi, quali fermo pesca applicati a specifici mesi di reclutamento o limitazioni per specifici segmenti di flotta/attrezzi/fishing ground. Inoltre, BEMTOOL, a differenza, ad esempio di a4a MSE (Jardim et al., 2015), permette di lavorare con un numero praticamente infinito di flotte, analogamente a modelli come DISPLACE (Bastardie et al., 2014).

In questo studio sono state pertanto implementate una serie di funzioni di probabilità di distribuzione degli errori, che consentono di tener conto dell'incertezza (*process error* e *model error*) sulla stima dei parametri di: relazione stock-recruitment; crescita; mortalità naturale; e di

mimare l'incertezza sui modelli che regolano la dinamica delle popolazioni marine sfruttate: i) maturità; ii) selettività della flotta.

I risultati relativi ai diversi test implementati hanno messo in evidenza che, in genere, per qualunque distribuzione degli errori utilizzata: e.g. normale, log-normale, uniforme, gli intervalli di confidenza intorno agli output (gli 11 indicatori prodotti dal modello ed utilizzati per monitorare il comportamento di propagazione dell'incertezza) restituivano un pattern coerente con gli intervalli di variazione applicati in input.

I test eseguiti per valutare la coerenza tra incertezza inserita in input, sulla relazione stock-recruitment, e incertezza stimata in output sugli indicatori, hanno evidenziato una maggiore stabilità dell'approccio log-normale. Il motivo è da ricercare nella combinazione di due fattori: la monotonicità (crescente) e concavità della funzione logaritmica e la specificità delle relazioni stock-recruitment esplorate, in particolare nell'intorno della biomassa corrente. Infatti, l'approccio log-normale è quello che ha prodotto in input, in corrispondenza della biomassa corrente (intorno a 800 000 tonnellate), per tutte le relazioni, l'intervallo più stretto e, di conseguenza, una minore incertezza propagata sugli output. Nella versione attuale del modello è stata anche implementata l'opzione di importazione di griglie di coppie (o terne, a seconda della relazione) di parametri stimate off-line per relazioni S-R, ad esempio da Eqsim (Minto et al., 2014; ICES, 2015) (stochastic equilibrium reference point software, <https://github.com/ices-tools-prod/msy>), che stima anche relazioni stock-recruitment, ricampionando con rimpiazzo le coppie adulti-reclute dell'assessment e stimando i parametri della relazione 500 volte. Anche le realizzazioni di Eqsim sono più concentrate, definendo un ventaglio di segmented regression meno ampio rispetto alla distribuzione normale o uniforme.

Confrontando i risultati ottenuti sulle curve stock parentale-reclute si osserva, come atteso, una maggiore stabilità della variabilità ottenuta secondo i tre approcci di distribuzione di probabilità dell'errore singolarmente per le funzioni di Beverton e Holt, Hockey stick e Quadratic hockey stick, in quanto la biomassa corrente si trova sul plateau delle tre funzioni e, pertanto, la proiezione al 2021 risulta più stabile rispetto alle equazioni di Ricker e di Sheperd. Infatti, i valori mediani del reclutamento stimati da queste ultime risultano non sovrapposti tra i tre approcci di distribuzione dell'errore, a dimostrare una maggiore instabilità della soluzione di queste due funzioni S-R.

I test della propagazione dell'incertezza sulla crescita sono stati suddivisi in incertezza sulla lunghezza asintotica  $L_{\infty}$  e incertezza sul tasso di crescita  $k$ , essendo questi due parametri interconnessi nella relazione di von Bertalanffy. I risultati hanno mostrato coerenza tra incertezza applicata in input su  $L_{\infty}$  e su  $k$  seguendo i tre diversi approcci di distribuzione degli errori e incertezza stimata in output dal modello. Anche i test relativi alla variabilità applicata alla maturità e alla selettività hanno mostrato un comportamento coerente del modello BEMTOOL relativamente alla propagazione dell'incertezza negli output. Più in generale, tutti i tipi di incertezza implementati ed esplorati hanno mostrato, come atteso, che gli indicatori di biomassa rispondono maggiormente alla variabilità in input rispetto agli indicatori di lunghezza, che sono rappresentati da medie.

Gli effetti di una combinazione di incertezza di processo (crescita e reclutamento) e di modello (maturità e selettività della flotta) sulla componente economica sono stati poi approfonditi con un specifico caso di studio attraverso tre scenari: *status quo*, aumento della mortalità da pesca  $F$  del 40% e cambiamento dell'exploitation pattern (aumento della selettività della flotta).

Dai risultati ottenuti con il modello BEMTOOL si è potuto osservare che il modello ha simulato correttamente la situazione corrente dello stock in termini di SSB,  $F$  e catture. L'applicazione dell'incertezza alla relazione stock-recruitment in input per questo stock (Ricker), alla crescita, alla maturità e alla selettività della flotta ha rivelato coerenza nella propagazione dell'incertezza sui diversi output. Inoltre, la stima dell'incertezza sulla componente economica è stata valutata attraverso due funzioni di prezzo: una funzione dipendente dalla variazione della cattura e una

funzione dipendente dalla cattura corrente e dalla taglia media nella cattura. Questa seconda opzione di prezzo si è rivelata molto utile per simulare variazioni dovute non solo al cambiamento del volume della cattura, ma anche della sua composizione, specialmente nel caso dello scenario di aumento di selettività della flotta.

Il potenziamento delle componenti legate all'incertezza ha reso BEMTOOL un modello che funziona in maniera più omogenea rispetto a modelli come a4a MSE ed FLBEIA (García et al., 2016), che seguono il paradigma della Management Strategy Evaluation.

Infine, la parte relativa alla mortalità naturale (M), che già permetteva nella componente biologica di BEMTOOL di modellare questo parametro attraverso un valore scalare, un vettore stimato offline o l'equazione di Chen & Watanabe (1989), è stata ulteriormente estesa includendo altri due modelli di mortalità naturale vettoriale dipendenti dai parametri di crescita: i) Gislason et al. (2010); ii) ProdbiomUS: una versione rivista di Prodbiom che ammette una sola soluzione. Quest'ultimo aspetto è innovativo nel panorama della stima di M con il metodo Prodbiom (Abella et al, 1997), in quanto le implementazioni utilizzate finora si basano su algoritmi di ottimizzazione che ammettono più soluzioni (Martiradonna, 2012) e quindi con difficoltà applicative, più volte evidenziate nei gruppi di lavoro di stock-assessment (e.g. GFCM, 2016).

Ulteriori sviluppi potranno riguardare l'implementazione di un processo automatico iterativo che aggiorni periodicamente i fattori di pressione di pesca (e.g. mortalità da pesca) rispetto al raggiungimento del reference point e una componente spaziale esplicita (e.g. Simons et al., 2014; Marinoschi and Martiradonna, 2016).

#### 4.3 WP3 - EVIDENZE SCIENTIFICHE, DESCRIZIONE ED ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PESCA E DELLE CATTURE DI ALALUNGA (*THUNNUS ALALUNGA*) AL FINE DI IDENTIFICARE I PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER UNA CORRETTA GESTIONE DELLO STOCK

Il progetto ha descritto nel dettaglio le caratteristiche più importanti della pesca dell'alalunga in Italia, fornendo alcuni importanti elementi per una corretta gestione della flotta e dello stock.

La finalità principale del progetto consisteva nella descrizione della distribuzione della flotta, nella descrizione delle sue caratteristiche strutturali, sia in termini di imbarcazioni che di attrezzi, nonché delle strategie di pesca. In tal senso i risultati del progetto hanno evidenziato che la pesca viene praticata in maniera quasi esclusiva con palangaro di superficie, con modalità di pesca a carattere stagionale ed opportunistica.

La flotta dedicata, o meglio che include tra i suoi target anche l'alalunga, è relativamente limitata, dal momento che può essere stimata in circa 150 imbarcazioni. Le differenti strategie di pesca hanno anzi mostrato che gran parte delle catture provengono da quella limitatissima porzione della flotta (circa 20 barche) che si possono considerare dedicate e che svolgono il fulcro della stagione e delle catture in aree off-shore (acque greche o nord-africane). Anche il mercato di riferimento è particolare, essendo ristretto quasi completamente al conservato, su mercato estero (spagnolo).

Un'altra delle finalità del progetto riguardava l'analisi dell'impatto della pesca su altre specie, dal momento che risultava noto ormai da anni il forte impatto stagionale in particolare su giovanili di pesce spada. I dati di osservazione a bordo hanno quantificato e confermato in pieno il fenomeno, dal momento che nei mesi estivo-autunnali la cattura di giovanili di pesce spada (in maggioranza sotto misura) risulta in alcuni casi addirittura maggiore di quella dell'alalunga.

D'altra parte questa situazione, per quanto precedentemente non quantificata in maniera così evidente, è ben nota da anni agli operatori della pesca. In questo senso risulterebbe in gran parte risolta dalla recente raccomandazione ICCAT (*Recommendation 16-05 by ICCAT replacing the recommendation (13-04) and establishing a multi-annual recovery plan for Mediterranean*

*swordfish*) che vieta la pesca ai pescherecci che pescano alalunga con il palangaro dal 1 Ottobre al 30 Novembre di ogni anno, e molto opportunamente annulla il fortissimo impatto, evidenziato anche dai dati di questo progetto, sui giovanili di pesce spada durante i periodi considerati.

I dati biometrici raccolti sono stati utilizzati soprattutto come contributo ai lavori preparatori e poi allo svolgimento vero e proprio dello stock assessment della specie avvenuto in maniera concomitante presso l'ICCAT nel giugno 2017. I dati sono stati infatti utilizzati durante l' "Expert Working Group" STECF-JRC e poi nella riunione plenaria STECF (Marzo 2017), preparatoria ai lavori di stock assessment: nel report finale è stato evidenziato che "l'EWG ha considerato queste informazioni di grande valore per meglio capire le dinamiche della flotta italiana, responsabile di gran parte delle catture Mediterranee".

Gli stessi dati, integrati da un analitico lavoro di recupero di altri dati del passato che risultavano mancanti o incompleti nel database italiano presso l'ICCAT, sono stati infine utilizzati nei lavori veri e propri di stock assessment. Le conclusioni sulla situazione dello stock sono quindi desunte dai risultati di questo lavoro, in quanto l'alalunga, come grande pelagico, viene valutato nell'intero suo areale di distribuzione (in questo caso per lo stock Mediterraneo) e non a livello nazionale.

Il gruppo di valutazione dello stock di alalunga Mediterranea ha evidenziato prima di tutto la situazione di parziale incompletezza o inaffidabilità di alcuni dati storici, soprattutto antecedenti al 2003. Nonostante alcuni indici utilizzati mostrino una situazione dello stock sufficientemente stabile, in accordo con quanto osservato nella precedente sessione di stock assessment (2011), l'incompletezza del database di riferimento aumenta l'incertezza della valutazione.

Durante la sessione di stock assessment, inoltre, è stato presentato all'ICCAT un lavoro scientifico che riassumeva i principali risultati del progetto, che si riporta in allegato (WP3-Annesso 2).

#### 4.4 WP4 - INDICATORI (DI IMPATTO, DI PRESSIONE, E DI STATO) PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLA PESCA E PER LA PIENA APPLICAZIONE DELL'APPROCCIO ECOSISTEMICO

La dinamica delle risorse da pesca dipende da fattori naturali ed antropici che interagiscono in maniera complessa. Gli studi compiuti negli ultimi anni hanno mostrato che le abbondanze delle risorse da pesca variano in ragione degli effetti del clima, dello sforzo di pesca e delle altre pressioni antropiche (sversamento di inquinanti, sottrazione di habitat, ecc) (Brander, 2010). Secondo l'Approccio Ecosistemico alla Pesca (EAF), la comprensione delle dinamiche di sfruttamento e delle sue forzanti assumono un ruolo fondamentale per valutare la sostenibilità della pressione di pesca in tutti i suoi aspetti (Fulton et al., 2011).

Nell'ambito della task 4.1, è stato approfondito lo studio delle relazioni tra variabili ambientali, sforzo di pesca ed abbondanze delle risorse alieutiche in due aree rilevanti per la pesca italiana, lo Stretto di Sicilia e l'Adriatico. In particolare si sono esaminate:

- i) la dinamica delle abbondanze delle specie bersaglio di cefalopodi (*Illex coindetii* e *Eledone moschata*) e selaci (*Squalus blainville* e *Raja clavata*) nello Stretto di Sicilia alla luce dell'andamento di clorofilla *a*, temperatura superficiale e al fondo, salinità superficiale, correnti al fondo e numero di pescherecci a strascico, come misura approssimata dello sforzo di pesca.
- ii) le relazioni tra il reclutamento di acciuga e sardina in Adriatico e triglia di fango nello Stretto di Sicilia, l'abbondanza di riproduttori ed alcuni parametri ambientali noti dalla letteratura per la loro influenza sul successo del reclutamento.

I risultati ottenuti riguardo al punto i) mostrano l'esistenza di una relazione tra le abbondanze delle due specie di cefalopodi indagate durante la primavera nel periodo 1998-2015 e la temperatura

media delle acque superficiali e la concentrazione di clorofilla nella GSA 16 in inverno. L'analisi delle abbondanze della frazione adulta e giovanile nella stessa area, tra il 1998 ed il 2008, mostra che il successo del reclutamento risulta influenzato soprattutto dalle condizioni ambientali, mentre il contributo dell'abbondanza dello stock di riproduttori sembra poco influente. Nel caso dei selaci i risultati ottenuti suggeriscono che, per tutte le specie, sia la temperatura superficiale che la clorofilla nel periodo invernale influenzano la dinamica delle abbondanze primaverili. Sulla base dei dati esaminati soltanto nel caso di *S. blainville* il numero dei pescherecci a strascico sembra avere un peso, sebbene poco determinante, sulla dinamica delle abbondanze. Considerata la nota sensibilità dei selaci alla pressione della pesca, i risultati ottenuti necessitano di ulteriori approfondimenti e sono in parte spiegabili con l'assenza di un forte contrasto nei dati di sforzo nel periodo compreso tra il 1998 ed il 2015. Tuttavia, la disponibilità di una serie temporale più lunga di *R. clavata*, realizzata mettendo insieme le campagne GRUND e MEDITS tra il 1990 ed il 2015, ha evidenziato una correlazione significativa tra l'abbondanza della razza e la capacità della flotta a strascico di Mazara e Sciacca, che costituiscono le principali marinerie operanti nell'area, con l'aumento dello stock a mare in corrispondenza della diminuzione della numerosità della flotta.

I risultati ottenuti al punto ii) mostrano una progressiva diminuzione della biomassa di acciughe e sardine associata ad un aumento della mortalità da pesca in Adriatico. Sulla base delle informazioni disponibili non sembra plausibile attribuire i cambiamenti registrati unicamente alla pesca. Sebbene siano necessarie ulteriori e più approfondite indagini, il confronto dei pattern spazio-temporali delle portate e del carico di nutrienti dei principali fiumi che sfociano nell'area consente di collegare la diminuzione degli apporti e la variazione della composizione di nutrienti, con aumento del rapporto azoto/fosforo e diminuzione dei silicati ad una diminuita produttività degli stock di piccoli pelagici nell'area. Studiando gli effetti della temperatura superficiale sul reclutamento della triglia di fango nello Stretto di Sicilia si è confermato su una serie temporale più lunga (1985-2008) di quella considerata da Levi et al. (2003) (1985-1998) che, a parità di abbondanza di riproduttori, il reclutamento è maggiore negli anni in cui le temperature dell'acqua superficiale (SST), durante la fase di pre-reclutamento, sono maggiori della media. Tra i modelli esaminati (Cushing, Ricker, Beverton & Holt e Hockey stick) quelli formulati includendo l'effetto dell'anomalia termica durante il periodo di giugno-settembre risultano maggiormente adatti ai dati, con il modello Hockey-Stick caratterizzato dalla maggiore varianza spiegata. La stocasticità nelle stime dei modelli è stata introdotta considerando l'errore nella stima degli indici di reclutamento impiegati come input per il fitting. Le modalità con cui l'ambiente influenza le relazioni adulti reclute sono state analizzate dettagliatamente da Neill et al. (1994). Le principali modalità di azione, discusse ampiamente in Iles e Beverton (1998), sono il controllo (controlling), la limitazione (limiting) ed il mascheramento (masking). La prima modalità si riferisce a fattori ambientali che possono modificare il tasso di riproduzione degli adulti nel tempo, la seconda a fattori che possono variare la capacità portante degli habitat essenziali per il compimento del ciclo vitale della specie e la terza a fattori che possono modificare il tasso di mortalità delle pre-reclute per una data abbondanza di riproduttori. È interessante notare che la relazione stimata da Levi et al. (2003), che consiste in un modello di Ricker con l'anomalia nella temperatura in luglio/agosto, che agisce come fattore di mascheramento, risulta adatta fino alla fine degli anni novanta, a partire dal 2001 tale modello tende a sottostimare le abbondanze del reclutamento. Inoltre, le nuove stime indicano come modello con miglior fitting l'Hockey Stick con l'anomalia termica come fattore di controllo. Tale modalità di azione della temperatura risulta quella più adatta ai dati anche considerando i modelli di Cushing, Ricker e Beverton e Holt. Secondo Levi et al. (2003) l'effetto dell'anomalia termica durante la fase di pre-reclutamento è verosimilmente dovuto al fatto che temperature più elevate in superficie sono attribuibili alla riduzione del regime di upwelling nell'area, che risulta favorevole ai processi di reclutamento sui fondi costieri. Il ruolo negativo sul successo del reclutamento dovuto al trasporto al largo di uova e larve di specie costiere in corrispondenza di upwelling di forte intensità,

lungo il versante settentrionale dello Stretto di Sicilia, è stato recentemente ripreso da Palatella et al. (2014), Falcini et al. (2015) e Gargano et al. (2017). I risultati presentati in questo progetto, che configurano l'effetto della anomalia termica come fattore di controllo, suggeriscono un'azione diretta della temperatura nel modulare la fecondità degli adulti.

Per quanto riguarda la task 4.2, l'introduzione del sistema di monitoraggio dei pescherecci (VMS) nel 2002 ha rappresentato un passo in avanti nell'implementazione dell'EAF. Inizialmente introdotto come uno strumento di controllo dell'attività delle flotte, ha consentito negli ultimi anni di sviluppare diverse applicazioni nel campo dell'ecologia della pesca, soprattutto nello studio della componente spaziale della pressione di pesca. Gli scopi della presente attività sono stati:

- iii) Realizzare di una stima indipendente dello sforzo di pesca, a partire dai dati VMS;
- iv) Analizzare gli effetti dello sforzo di pesca e della Produzione Primaria sull'andamento della produzione da pesca a strascico delle specie demersali (totali annuali) e di alcune delle principali specie target della pesca a strascico;
- v) Studiare la variazione della composizione specifica della produzione della pesca a strascico nel Mar Mediterraneo centro-occidentale ed i principali fattori alla base della variazione nel profilo delle catture.

Le attività relative agli obiettivi iii) hanno consentito di ottenere una stima indipendente dello sforzo di pesca a strascico, mediante il computo dell'attività media (numero di giorni di pesca) per le unità con VMS. La sua espansione all'intera flotta ha evidenziato un buon grado di accordo con le stime ufficiali DCF ma anche, per talune aree come la GSA 10 e la GSA 18, delle discrepanze non trascurabili. In generale lo sforzo di pesca stimato mediante il VMS risulta quasi sempre superiore a quello ufficiale, anche nei casi in cui i due andamenti (VMS e DCF) sono in sostanziale accordo. Inoltre, è importante sottolineare che nell'ultimo biennio analizzato (2015-2016) tanto le stime ufficiali quanto quelle da VMS registrano un aumento dello sforzo. Considerato che la flotta a strascico italiana ha subito un generale decremento negli ultimi 10 anni, non si può che dedurre che tale aumento dello sforzo sia da ricondurre ad un aumento dell'attività media delle unità da pesca, come d'altronde evidenziato dai dati VMS. Riguardo al punto iv) le stime dello sforzo di pesca, quando combinate con quelle relative alla produzione primaria, hanno permesso di modellare in maniera efficace sia l'andamento della produzione e il rendimento (rapporto produzione/sforzo) per le specie demersali, che il livello di sfruttamento di alcune delle principali specie target della pesca a strascico. Da questo punto di vista, un aspetto interessante ma anche allarmante, è costituito dal fattore Anno, a cui è quasi sempre associato un andamento decrescente della variabile risposta, sia essa lo sbarcato, il rendimento come LPUE o il rapporto F/FMSY. Nel secondo caso (F/FMSY), l'effetto della variabile Anno appare speculare all'andamento dello sforzo di pesca.

Considerando infine il punto v) l'analisi dell'attività della flotta ha presentato due regimi differenti. Dal 2007 al 2008 le ore in mare sono diminuite in maniera costante, mentre dal 2009 al 2014 le ore di navigazione hanno mantenuto dei valori medi costanti e nettamente superiori a quelli del periodo precedente. La distribuzione spaziale dell'attività di pesca è stata valutata utilizzando 5 fasce batimetriche nel range 0-800m, come in altri studi questo range batimetrico sembra essere molto importante per la pesca demersale (Papaconstantinou et al. 2000, Colloca et al. 2003, Sartor et al. 2003). Sebbene l'attività di pesca sia aumentata in tutte le fasce batimetriche, gli incrementi maggiori sono stati registrati per le fasce batimetriche più profonde (200-500m e 500-800m). A livello globale, l'espansione delle flotte verso aree di pesca più profonde è un fenomeno ben conosciuto (Coll et al. 2008, Morato et al. 2006, Swartz et al. 2001, Watson et al. 2013) ed è stato osservato anche per altre aree del Mediterraneo (Coll et al. 2014). Per quanto riguarda l'estensione spaziale dell'attività di pesca, studi precedenti avevano stabilito una sostanziale stabilità della distribuzione spaziale nel periodo 2007-2010 (Russo et al. 2013). Al contrario, i risultati ottenuti

riportano un incremento sia della superficie totale interessata dall'attività di pesca (indicatore 5) che dell'aggregazione (indicatore 6).

L'analisi dei dati di sbarcato ha evidenziato una riduzione dei quantitativi e un cambiamento nella composizione. Il pattern globale degli sbarcati nel 2007-2013 è risultato in diminuzione confermando il pattern osservato nel Mediterraneo negli ultimi 30 anni (Pauly et al. 2014) e nel contesto della pesca Italiana (Irepa 2010, Irepa 2011, Piroddi et al. 2015). L'analisi condotta a livello di specie ha confermato che il 78% delle specie più pescate (25/32) risulta avere un trend in diminuzione; solamente per 5 specie è stato registrato un trend positivo. Tra le specie che presentano un trend di diminuzione ce ne sono alcune per le quali è stata già dichiarata la condizione di sovrasfruttamento (STECF 2010, 2013; Colloca et al. 2011). Tra queste ci sono: triglia di fango (*Mullus barbatus*), nasello (*Merluccius merluccius*), scampo (*Nephrops norvegicus*), suri (*Trachurus spp*), sogliola comune (*Solea solea*), gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*) e gambero viola (*Aristeus antennatus*). La dinamica spaziale della composizione del pescato è stata esplorata considerando il pattern di distribuzione batimetrica delle specie considerate, approccio utile per mettere in relazione l'attività di pesca e la composizione del pescato in assenza di dati affidabili di log-book (de Juan 2009). I gruppi identificati suddividendo le specie in base alla loro distribuzione batimetrica sono in accordo con i risultati identificati dai survey scientifici condotti nel Mediterraneo centrale (Papaconstantinou et al. 2000, Biagi et al. 2002, Colloca et al. 2003). I pool di specie della piattaforma e dell'ambiente di transizione tra piattaforma e scarpata risultano essere i gruppi più sfruttati e quelli con i trend di diminuzione più alti. Questi risultati sembrano essere consistenti rispetto con quanto osservato in altre aree del Mediterraneo (Coll et al. 2014) e a livello globale (Swartz et al. 2011, Watson et al. 2013). Infatti, l'espansione della flotta verso aree di pesca più profonde può essere spiegata dalla riduzione delle principali specie bersaglio di piattaforma. Come suggerito da altri studi, gli indicatori a livello di comunità sono dei buoni strumenti per la valutazione dello sfruttamento (Rochet and Trenkel 2003, Gristina et al. 2006). In questo contesto, le specie sono state suddivise per gruppi tassonomici ed è stato analizzato il trend di questi indicatori. Infine, sono state calcolati 4 indici di biodiversità. Considerando solo le 32 specie più pescate, i teleostei dominano negli sbarcati sia in termini quantitativi che in termini di numero di specie. I gruppi tassonomici per i quali si è registrato una diminuzione maggiore sono teleostei e molluschi, mentre per crostacei ed elasmobranchi il trend stimato è costante.

Il prezzo al mercato è uno dei fattori che maggiormente influenza la scelta delle specie target e dell'area di pesca (Holley and Marchal, 2004, Tsikliras et al 2014). In generale il prezzo di una specie è regolato dalla relazione economica tra domanda e offerta (Murawsky et al. 1989). Nel caso della pesca, l'offerta è influenzata dalla stagionalità delle specie, mentre la domanda può essere influenzata da fattori esterni (ed esempio le feste natalizie in cui il consumo di pesce aumenta a causa delle tradizioni culinarie). L'analisi della CCF ha dimostrato una correlazione significativa tra il prezzo medio mensile al mercato e la stagionalità nell'abbondanza delle catture delle specie con il prezzo nel breve periodo inversamente correlato con le quantità sbarcate. Il prezzo del carburante è il secondo driver economico considerato in quanto i costi relativi al consumo del carburante possono influenzare i pattern di sfruttamento (Sumaila et al. 2008). Infatti il prezzo elevato del carburante può limitare lo sfruttamento alle aree vicino al porto di partenza per ridurre il costo legato agli spostamenti (Hilborn 1985, Holland and Sutinen 2000, Sampson 1991, Salas and Gaertner, 2004) come confermano anche i risultati della CCA. Infatti, per tutti gli indicatori di pressione, eccetto per quello riferito alla fascia batimetrica 0-80m, si osserva una correlazione negativa ad indicare che nei periodi in cui il prezzo del carburante è elevato l'attività di pesca si concentra maggiormente nelle fasce batimetriche meno profonde (quindi meno distanti dalla costa).

#### 4.5 WP5 - UTILIZZAZIONE OTTIMALE DELLA RETE DI RICERCA IN PESCA PER L'IMPLEMENTAZIONE SCIENTIFICA DELLE TEMATICHE DI RILEVANZA PER LE POLITICHE DELLA PESCA

L'aggiornamento della piattaforma online della Ricerca Italiana nel Settore della Pesca ha favorito la condivisione dei risultati ottenuti nelle attività di ricerca sul settore alieutico e potrà produrre nel tempo ulteriori possibilità di divulgazione dei dati, supportando quella sinergia tra operatori nei diversi ambiti tematici, ormai indispensabile a raggiungere la visione ecosistemica degli ambienti marini, così sollecitata nei programmi nazionali e comunitari.

L'implementazione della Base Dati Bibliografica, aggiornata al 2017, ha consentito l'elaborazione di un quadro di sintesi della produzione scientifica nazionale nel settore alieutico, nonché un arricchimento dei contenuti che la popolavano sino al 2012. Infatti, l'inclusione di lavori, anche a spettro più ampio rispetto alla selezione operata nella fase precedente, ha consentito di cogliere meglio lo spirito dei nuovi Programmi Nazionali e Comunitari, nell'ottica di un approccio più olistico alla valutazione e gestione delle risorse marine.

Il futuro utilizzo della Base Dati Bibliografica, implementata anche con letteratura grigia meno reperibile online, ma così preziosa a descrivere risultati acquisiti e stati di avanzamento delle differenti attività di ricerca, ha consentito e favorirà ulteriormente la comunicazione e gli scambi di informazioni tra gli stessi ricercatori del network Rete Pesca. Inoltre, potrà fornire utile supporto all'Amministrazione nazionale ed europea, oltre che all'intera comunità degli stakeholders. Infine, non meno importante è la possibilità per gli stessi ricercatori del network Rete Pesca di diffondere la propria produzione scientifica, soprattutto quella difficilmente reperibile on line, agevolando quanto più possibile gli scambi di informazioni.

Infine, l'analisi tramite feedback degli utenti circa la corretta funzionalità del sistema ha operato e consentirà in futuro un monitoraggio continuo e un supporto adeguato alla fruizione più efficace. Questo, potrà evidenziare esigenze ulteriori o consentire in futuro l'attivazione di punti specifici su richiesta dell'Amministrazione, in caso di necessità specifiche ed emergenti.

## 5. RACCOMANDAZIONI ED ELEMENTI GESTIONALI

**WPI** - La prima parte della ricerca ha portato gli elementi conoscitivi utili alla definizione dei Piani di Gestione e ad un consenso sugli stessi da parte dei Consorzi di Gestione Molluschi. Questa è una buona base per facilitare il rispetto di norme, che hanno anche registrato il consenso dell'Unione Europea. La complessità dei problemi richiede una continua assistenza ai Consorzi Molluschi e alla D.G. Pesca per quanto concerne l'evoluzione ulteriore delle normative, in particolare per l'esigenza di seguire da vicino le attività di pesca. Un tavolo nazionale Molluschi è stato istituito presso la D.G. Pesca del MIPAAF e ricercatori del CoNISMa partecipano a queste attività.

I rapporti tra pescatori, Consorzi di Gestione, Direzione Generale Pesca del MIPAAF e strutture di ricerca sono improntati da uno spirito di ampia collaborazione, che permette di discutere i problemi e di individuare le possibili soluzioni.

Infine, poiché ad oggi non è stato possibile valutare con assoluta certezza gli effetti della pesca con draghe idrauliche sulle comunità macrozoobentoniche, si raccomanda l'istituzione di *no-take zones*, anche di piccola dimensione, mirate proprio alla valutazione di questo tipo di impatto. Ovviamente esse potrebbero contemporaneamente assolvere anche ad altre funzioni, in primo luogo attraverso processi di *larval seeding*.

**WP2** - Gli approcci condivisi per definire la pesca del futuro fanno sempre più riferimento a piani di gestione che possano avere un respiro temporale e spaziale diversificato, ma che comunque debbono condividere alcuni principi, ad esempio la capacità di soddisfare più istanze rappresentate da portatori di interessi diversi. Non solo i pescatori e le attività economiche collegate, ma anche tutte le altre istanze di natura collettiva, che in genere possono coincidere con gli usi diversificati del mare. I piani di gestione sono un tema prioritario per la PCP, attraverso il quale si realizza l'impegno politico, a lungo termine, a favore di uno sfruttamento sostenibile delle risorse. Basati sulle fisheries, e non solo sugli stock, e dovendo contemplare un approccio di ecosistema alla gestione delle risorse alieutiche, i piani di gestione devono tenere conto anche delle interazioni fra flotte. Tutti questi fattori sono particolarmente stringenti per i mari italiani, ma in considerazione della natura condivisa delle risorse da pesca i piani presentano necessariamente una dimensione internazionale. Un esempio paradigmatico è rappresentato dalla pesca dei piccoli pelagici in Adriatico e, più recentemente, dalla pesca demersale di nasello e gambero bianco nello Stretto di Sicilia. Secondo gli obiettivi sia della PCP che della CGPM i piani di gestione dovranno contrastare e prevenire il prelievo non sostenibile delle risorse di pesca, assicurando rendimenti di pesca elevati nel lungo periodo e mantenendo, per quanto possibile, la dimensione degli stock a livelli di salvaguardia. Secondo la PCP è inoltre fondamentale che le attività di pesca si realizzino in condizioni sostenibili, non solo per l'ambiente e le sue risorse, ma anche considerando le dimensioni sociale ed economica, per contribuire alla produzione di materie prime pulite e di qualità. Dunque le tre dimensioni ambientale, economica e sociale devono essere tenute in considerazione dai gestori.

I modelli bio-economici hanno la funzione di mettere in comunicazione, attraverso i link rappresentati da catture e sforzo di pesca (e/o mortalità da pesca) delle diverse fisheries, gli stock e le fisheries, in termini di sostenibilità biologica, nonché in termini produttivi, economici e sociali. E' evidente che applicazioni di Management Strategy Evaluation (MSE) coniugate con componenti bio-economiche hanno bisogno di un contesto applicativo in grado di riconoscere la funzione determinante delle dinamiche economiche e sociali, per realizzare misure funzionali a obiettivi gestionali percorribili e possibilmente condivisi dai diversi soggetti portatori di interesse (e.g. Lembo et al., 2017). L'uso di strumenti che incorporino incertezza nelle previsioni degli effetti delle misure di gestione è funzionale a questi obiettivi.

Le principali categorie di fruitori di tali modelli per le loro ricadute in termini di possibile indirizzo delle strategie di gestione sono, oltre ai ricercatori, i soggetti Istituzionali, come l'Amministrazione statale, ma anche rappresentanti del settore produttivo e altri portatori di interesse. In futuro, questi interlocutori potranno anche essere coinvolti nelle fasi di modellizzazione in cui si assegnano pesi agli indicatori ed alle misure di gestione in funzione di specifici obiettivi gestionali (e.g. Lembo et al., 2017), incorporando tali punti di vista nella modellizzazione.

**WP3** - A chiusura dei lavori di stock assessment, il gruppo di esperti dell'ICCAT ha evidenziato l'incertezza forzata nelle valutazioni, dovuta alla non soddisfacente completezza o affidabilità di molti dati, soprattutto antecedenti al 2003. Ciononostante, alcuni dei principali parametri di valutazione non evidenziano una situazione preoccupante dello stock. E' stato suggerito, tuttavia, di adottare misure di gestione che evitino un aumento delle catture e dello sforzo di pesca, almeno fino a quando non sia possibile confermare gli attuali trend di abbondanza.

Per quanto riguarda l'altra finalità, ovvero la definizione dell'impatto della pesca su altre specie, in particolare sui giovanili di pesce spada, le conseguenti raccomandazioni sono state di fatto recepite dalla contemporanea raccomandazione ICCAT, prima richiamata nel dettaglio, che vieta la pesca dell'alalunga con palangari dal 1 Ottobre al 30 Novembre di ogni anno.

**WP4** - La letteratura scientifica negli ultimi anni ha sottolineato gli effetti del cambiamento climatico sui processi ecologici in ambiente marino. Vi sono anche prove del fatto che le misure di intervento per migliorare la qualità delle acque nelle zone costiere hanno provocato squilibri negli apporti di nutrienti che hanno inciso negativamente sulla produttività primaria e sui prodotti della pesca negli ultimi decenni (Caddy, 2000, Fortibuoni et al., 2017). L'aumento di specie alloctone provenienti dai mari caldi ha rappresentato, in alcuni casi, nuove opportunità di pesca, mentre più spesso queste nuove specie sono entrate in competizione con quelle locali già sovra-sfruttate (Libralato et al., 2015; Colloca et al., 2017).

Gli scenari più plausibili sulle modifiche ecologiche in mediterraneo conseguenti ai cambiamenti climatici in atto prospettano cambiamenti trascurabili nella produzione primaria complessiva del bacino, ma importanti differenze tra le diverse aree (Lazzari et al., 2014; Macias et al., 2014). Si prevede un calo della produttività nel bacino occidentale e un aumento di quello orientale dovuto alle variazioni di apporti fluviali, stratificazione e rimescolamento invernale dell'acqua. Tuttavia, stime attendibili della produzione primaria e del flusso di energia attraverso i livelli trofici potrebbero contribuire a formulare un approccio più precauzionale alla gestione della pesca, in cui livelli di sfruttamento più efficienti e sostenibili potrebbero essere più facilmente raggiunti (Conti & Scardi, 2010). Il cambiamento climatico, insieme ad altri fattori stanno modificando la biodiversità, la struttura e il funzionamento dell'ecosistema mediterraneo (Micheli et al., 2013), aumentando l'incertezza sulle stime di produttività degli stock sfruttati. I risultati ottenuti in questo progetto sottolineano da un lato l'importanza dei fattori ambientali nell'influenzare la dinamica delle abbondanze delle risorse da pesca, dall'altro il ruolo dei fattori socioeconomici nella scelta delle specie bersaglio e condizionare la distribuzione dello sforzo di pesca. Il ruolo dei fattori ambientali, ben noto su risorse a ciclo vitale breve come i cefalopodi ed i piccoli pelagici, sembra avere un ruolo rilevante, almeno nelle scale temporali esaminate (decennali o ventennali), anche su risorse longeve e sensibili alla pressione della pesca come i pesci cartilaginei. La variazione di abbondanza e di composizione delle risorse da pesca dovute ai cambiamenti climatici in corso rappresenta una sfida impegnativa alla gestione sostenibile delle attività di pesca. Considerate le difficoltà nel contrastare il cambiamento climatico ed il conseguente riscaldamento e modifica delle capacità produttive e della biodiversità, anche in termini di specie eduli, del bacino mediterraneo, la gestione accorta dello sforzo di pesca diventa una priorità nel contesto della pesca a strascico italiana in particolare e mediterranea in generale. Il progressivo spostamento dello sforzo da pesca dai fondi costieri ai fondi batiali è sintomatico di un cambiamento di target della pesca a strascico dai pesci

ed i cefalopodi ai più pregiati crostacei profondi. Tale cambiamento implica una redistribuzione degli impatti sulle biocenosi profonde caratterizzate da organismi con turn over più lenti e maggiore sensibilità alle variazioni dei fattori ambientali.

Comunque, le strategie da adottare ai fini di mitigare gli effetti del cambiamento climatico e degli impatti della pesca non potranno non considerare che, come emerge da questo studio, alcune forzanti economiche giocano un ruolo chiave nell'orientare il comportamento delle flotte che, peraltro, sono caratterizzate da capacità operative sempre crescenti. Queste capacità, usate per mantenere la produttività da pesca su livelli accettabili, rischiano di estendere l'impatto spaziale ad aree prima relativamente poco impattate, come quelle profonde.

## 6. SISTEMI DI DIVULGAZIONE DEI RISULTATI

**WP1** - Nel caso specifico i risultati della parte del progetto sono stati ottenuti con un continuo confronto con l'Amministrazione, le Regioni ed i pescatori di vongole. Sono state fatte riunioni nelle Regioni portando a conoscenza dei pescatori di vongole i principali problemi, ascoltando le difficoltà operative cercando di individuare possibili soluzioni. Questo sistema di divulgazione dei risultati, basato sul dialogo ove ogni partecipante porta la propria esperienza è importante perché ha portato ad un rapporto di collaborazione aperta, ove vengono evidenziati i punti di vista, spesso diversi, ma affrontati con uno spirito aperto alla ricerca di una soluzione.

Per quanto concerne l'impatto dell'attività di pesca sul benthos, la divulgazione dei risultati è stata parziale, in linea con l'incertezza sul reale effetto di modifica dovuta all'attività di pesca.

**WP2** - I risultati del progetto sono stati condivisi in specifiche riunioni di lavoro, come i meeting dei GFCM working group (caso dei piccoli pelagici in Adriatico) durante i quali sono state discusse ed analizzate, in collaborazione con ricercatori e diversi stakeholder, le assunzioni per la costruzione di specifici scenari di gestione. I risultati sono stati anche divulgati attraverso i consueti canali delle pubblicazioni su riviste scientifiche peer review, come nel caso dello studio degli effetti di misure di gestione su scala spaziale per le fisheries demersali nello Ionio settentrionale (GSA19; Russo, Bitetto et al., 2017). Un'altra modalità di diffusione è quella della rete di ricerca in pesca e del sito web predisposto nell'ambito di questo progetto (WP5).

**WP3** - Le principali categorie di fruitori dei risultati sono costituite dalle Amministrazioni competenti per la gestione della risorsa. Trattandosi di risorsa condivisa, tali Amministrazioni si identificano con quelle sopranazionali, in particolare con l'ICCAT. I principali risultati del progetto sono stati infatti trasferiti prima al gruppo di lavoro JRC/STECF, poi all'ICCAT, attraverso l'immissione nell'apposito database. L'attivazione quindi di un sistema efficiente di routine di trasferimento dei dati si pone in prospettiva come prima condizione di una corretta gestione della risorsa.

**WP5** - La piattaforma realizzata rappresenta, di per sé, uno strumento idealmente concepito per la divulgazione dei risultati conseguiti durante l'attività del Programma. La principale raccomandazione che si può avanzare, a tale proposito, è di garantirne il mantenimento anche successivamente alla conclusione delle attività del Programma di Ricerca. Infatti, come consuetudine dei programmi di ricerca pluriennali, molte pubblicazioni derivanti dalle attività di ricerca saranno finalizzate nei prossimi mesi e, insieme ad esse, sarà possibile condividere con la comunità scientifica anche dati ed evidenze sperimentali acquisiti ma soggette alla valutazione dell'Ente committente.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Abella, A., Caddy, J.F., Serena, F., 1997 – Do natural mortality and availability decline with age? An alternative yield paradigm for juvenile fisheries, illustrated by the hake *Merluccius merluccius* fishery in the Mediterranean. *Aquat. Liv. Res.* 10: 257–269.
- Accadia P., Bitetto I., Facchini M.T., Gambino M., Kavadas S., Lembo G., Maynou F., Melià P., Maravelias C., Rossetto M., Sartor P., Sbrana M., Spedicato M.T., BEMTOOL Deliverable D10: BEMTOOL FINAL REPORT. February 2013. 46 pp.
- Anderson, C. N., Hsieh, C. H., Sandin, S. A., Hewitt, R., Hollowed, A., Beddington, J., May R.M. & Sugihara, G. (2008). Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance. *Nature*, 452(7189), 835-839.
- Arneri, E., Giannetti, G., Polenta, R., Antolini, B. (1995). Age and growth of *Chamelea gallina* (bivalvia: Veneridae) in the Central Adriatic Sea obtained by thin sections. *Rapport de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranee*. 34: 17.
- Arneri, E., Froglià, C., Polenta, R., Antolini, B. (1997). Growth of *Chamelea gallina* (Bivalvia: Veneridae) in the eastern Adriatic (Neretva river estuary). In: *Tisucu godina prvog spomena ribarstva u Hrvata*. Ed. Finka, B. HAZU, Zagreb, 637-656.
- Arneri E., Piccinetti C. (2011). Lo stato dei molluschi bivalvi. Estratto da: Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani. Sez. I, Capitolo 2. A cura di Cataudella S. e Spagnolo M. Ministero Politiche Agricole, Alimentari e Forestali:205-208.
- Bastardie, F., Nielsen, J.R, and Miethe, T. 2014. DISPLACE: a Dynamic, individual-based model for spatial fishing planning and effort displacement integrating underlying fish population models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71: 1-21. [dx.doi.org/10.1139/cjfas-2013-0126](https://doi.org/10.1139/cjfas-2013-0126).
- Bergh, M.O., Butterworth, D.S. (1987) Towards rational harvesting of the South African anchovy considering survey imprecise and recruitment variability. *South African Journal of Marine Science* 5, 937–951.
- Bitetto I., M.T. Facchini, M. Gambino, G. Scarcella, P. Carpi, M.T. Spedicato, G. Lembo. 2015. Deliverable 9. Report and discussion of the outputs of scenario modelling obtained using BEMTOOL. Annex I - Upgrade of the last release of BEMTOOL (ver2-2014). Final report Specific contract n° 10 "Improved knowledge of the main socioeconomic aspects related to the most important fisheries in the Adriatic sea (SEDAF)". 14pp. MAREA Framework (MARE/2009/05-Lot1).
- Bombace, G. and Lucchetti, A. (2011) Elementi di biologia della pesca. Edagricole, Il Sole 24 ore.
- Boyle, P.R., 1990. Cephalopod biology in the fisheries context. *Fish. Res.* 8, 303–321.
- Boyle, P.R., Rodhouse, P.G., 2005. *Cephalopods: ecology and fisheries*, 1st ed. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.
- Brander K. 2010. Impacts of climate change on fisheries. *Journal of Marine Systems* 79: 389–402
- Cabanellas-Reboredo, M., Alos, J., Palmer, M., Graedel, R., Morales-Nin, B., 2011. Simulating the indirect handline jigging effects on the European squid *Loligo vulgaris* in captivity. *Fish. Res.* 110, 435–440.
- Caddy, J., 1983. The cephalopods: Factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks., in: Caddy, J. (Ed.), *Advances in Assessment of World Cephalopod Resources*. Rome, pp. 416–452.
- Caddy, J. F. (2000) "Marine catchment basin effects versus impacts of fisheries on semi-enclosed seas." *ICES Journal of Marine Science*, 57 (3): 628-640.
- Cadrin, S. X., Secor, D. H., 2009. Accounting for spatial population structure in stock assessment: past, present, and future. In: *The future of fisheries science in North America*. Springer, pp. 405–426.
- Calvo E., Simó R., Coma R., Ribes M., Pascual J., Sabatés A., Gili J., Pelejero C. 2011. Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea. *Climate Research*, 50: 1-29.
- Carpi P., Martinelli M., Belardinelli A., Russo A., Arneri. E., Coluccelli A., Santojanni A. 2015. Coupling an oceanographic model to a Fishery Observing System through mixed models: the importance of fronts for anchovy in the Adriatic Sea. *Fisheries Oceanography*, 24(6): 521-532.
- Casali P., Marcucci M.C., Canzonier W.J. (1981). Depuration of the clam, "*Venus gallina*" in a commercial plant. "*L'igiene Moderna*", LXXV (6): 669-692.
- Casali P. (1983/84). Variazioni stagionali del benthos in tre aree antistanti Fano. *Nova Thalassia*, 6 (suppl.): 619-624.
- Casali P. (1984). Résumé des paramètres biologiques sur *Venus gallina* L. en Adriatique. *FAO, Fish. Rep.*, 290: 171-173.
- Chen S., Watanabe S., 1989, Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55, 205–208.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F. B. R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C. N., Corbera, J., Dailianis, T., et al., 2010. The biodiversity of the mediterranean sea: estimates, patterns, and threats. *PloS one* 5 (8), e11842.
- Colloca, F., Cardinale, M., Maynou, F., Giannoulaki, M., Scarcella, G., Jenko, K., Bellido, J. M., Fiorentino, F., 2013. Rebuilding mediterranean fisheries: a new paradigm for ecological sustainability. *Fish and fisheries* 14 (1), 89–109.

- Colloca, F., Garofalo, G., Bitetto, I., Facchini, M. T., Grati, F., Martiradonna, A., Mastrantonio, G., Nikolioudakis, N., Ordinas, F., Scarcella, G., et al., 2015. The seascape of demersal fish nursery areas in the north mediterranean sea, a first step towards the implementation of spatial planning for trawl fisheries. *PloS one* 10 (3), e0119590.
- Colloca F, Scarcella G and Libralato S (2017) Recent Trends and Impacts of Fisheries Exploitation on Mediterranean Stocks and Ecosystems. *Front. Mar. Sci.* 4:244. doi: 10.3389/fmars.2017.00244
- Conti L., Scardi M., 2010. Fisheries yield and primary productivity in large marine ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 410: 233-244.
- Conversi A., Fonda Umami S., Peluso T., Molinero J.C., Santojanni A., Edwards M. 2010. The Mediterranean Sea regime shift at the end of the 1980s, and intriguing parallelisms with other European Basins. *PLoS ONE* 5(5): e10633.
- Conversi A., Peluso T., Fonda Umami S. 2009. Gulf of Trieste: A changing ecosystem. *Journal of Geophysical Research*, 114: C03S90.
- Coppini R. (1962). Analisi comparativa delle norme sanitarie sulla produzione e sul commercio dei Molluschi. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 1 (14): 121-132.
- Coppini R. (1965). La regolamentazione sanitaria dei Molluschi. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 1 (18): 177-188.
- Consoli, P. et al. 2008. Feeding habits of the albacore tuna *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) from central Mediterranean Sea. *Mar.Biol.*155:113-120.
- De Oliveira, J.A.A. e Butterworth, D.S. (2004) Developing and refining a joint management procedure for the multispecies South African pelagic fishery. *ICES Journal of Marine Science* 61, 1432–1442.
- Decreto Ministeriale 12 gennaio 1995, n. 44 (in *Gazz. Uff.*, 24 febbraio, n. 46) - Regolamento recante norme sulla costituzione di consorzi tra imprese di pesca per la cattura dei molluschi bivalvi.
- Decreto Ministeriale 21 luglio 1998, n.164 (in *Gazz. Uff.*, 05 marzo, n. 181) - Adozione delle misure del piano vongole, in attuazione della legge 21 maggio 1998, n. 164.
- Decreto Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari, E Forestali del 26/07/1995. Disciplina del rilascio delle licenze di pesca. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n. 203 del 31/08/1995, pp. 8-28.
- Del Piero D. & Fornaroli D. (1998) Situazione dello stock di *Chamelea gallina* (L.) nel compartimento marittimo di Venezia (1984/1995). *Biologia Marina Mediterranea* 5, 393-403.
- Dichmont, C.M., Deng, A., Punt, A.E. et al. (2008) Beyond biological performance measures in Management Strategy Evaluation: bringing in economics and the effects of trawling on the benthos. *Fisheries Research* 94, 238–250.
- Dichmont, C.M., Ellis, N., Bustamante, R.H. et al. (2013) Evaluating marine spatial closures with conflicting fisheries and conservation objectives. *Journal of Applied Ecology* 50, 1060–1070.
- Facchini M.T., I. Bitetto, M.T. Spedicato, G. Lembo and M.Gambino – 2014. Deliverable 4.1.1. Upgrade of BEMTOOL model and software. Specific contract n° 11 LANDMED final report: "Implications of the implementation of the landing obligations provisions in small pelagic fisheries in Mediterranean (LANDMED)". MAREA Framework (MARE/2009/05-Lot1). 82 pp.
- Falcini, F., Palatella, L., Cuttitta, A., Nardelli, B. B., Lacorata, G., Lanotte, A. S., Santoleri, R. (2015). The role of hydrodynamic processes on anchovy eggs and larvae distribution in the sicily channel (Mediterranean Sea): a case study for the 2004 data set. *PloS one*, 10(4), e0123213.
- FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. Rome, Italy.
- Ferretti, M, Lombardo, F, & Romani, L. (1989) Metodi di pesca dei molluschi bivalvi: vongolare tradizionali e turbosoffianti. *Mare Nostrum*. 1(suppl.), 1-119.
- Fischer, W., Bauchot, M.L., & Schneider, M. (1987) Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. vol. i. végétaux et invertébrés. (FAO species identification sheets for the needs of fisheries. Mediterranean and Black sea. Fishing area 37. vol. i. Plants and invertebrates). FAO, Rome, 1: 760 pp.
- Fortibuoni, T., Giovanardi, O., Pranovi, F., Raicevich, S., Solidoro, C., and Libralato, S. (2017). Analysis of long-term changes in a Mediterranean marine ecosystem based on fishery landings. *Front. Mar. Sci.* 4:33. doi: 10.3389/fmars.2017.00033
- Froglià C. (1975) Osservazioni sull'accrescimento di *Chamelea gallina* (L.) ed *Ensis minor* (Chenu) nel medio Adriatico. *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca, Ancona* 2, 37-48.
- Froglià C. & Gramitto M.E. (1981) Considerazioni sulla selettività dei dispositivi di setacciatura utilizzati nella pesca delle vongole (*Venus gallina* L.). *Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca, Ancona* 3, 37-46.
- Froglià C. & Bolognini S. (1987) Clam fishery with hydraulic dredges in the Adriatic Sea. *General Fisheries Council for the Mediterranean Study Review* 62, 37-40.
- Froglià C. (1989)a Clam fisheries with hydraulic dredges in the Adriatic Sea. In *Marine Invertebrate Fisheries: their Assessment and Management*. (Caddy J.F., ed), pp 507-524. John Wiley and Sons: New York.
- Froglià C. & Fiorentini L. (1989)b Valutazione dei banchi di vongole nei compartimenti marittimi di Ancona e San Benedetto del Tronto. *Nova Thalassia* 10 (suppl. 1), 475-483.

- Frogliia, C. (1990) Valutazione della consistenza dei banchi di vongole nei compartimenti marittimi di Ancona e San Benedetto del Tronto. Relazione finale per il 1987, p. 26.
- Frogliia, C. (1994) Valutazione della consistenza dei banchi di vongole nei compartimenti marittimi di Ancona e San Benedetto del Tronto. Relazione finale per il triennio 1991-93, p. 40.
- Frogliia, C., Polenta, R., Arneri, E., Antolini, B. (1998). Osservazioni sulle fluttuazioni del reclutamento di *Anadara inaequalis* (Bruguiere, 1789) e *Chamelea gallina* (L., 1758) nel medio Adriatico. *Biologia Marina Mediterranea*. 5(1): 290-298.
- Frogliia C. (2000) Il contributo della ricerca scientifica alla gestione della pesca dei molluschi bivalvi con draghe idrauliche. *Biologia Marina Mediterranea* 7, 71-82.
- Frogliia, C. (2005) Valutazione della consistenza dei banchi di vongole nei compartimenti marittimi di Ancona, San Benedetto del Tronto e Pescara. Relazione finale per il triennio 1994-96, p. 40.
- Frogliia, C. (2007) Valutazione della consistenza dei banchi di Vongole nei Compartimenti marittimi di Ancona e San Benedetto del Tronto. Relazione finale per gli anni 1997-1999, p. 45.
- Frogliia, C., Antolini, B., Gloria, A., Gramitto, M. E., Morello, B., Piersimoni, A., Solustri, C., Vitali, C., Martinelli, M. and Arneri, E. (2008) Valutazione della consistenza dei banchi di vongole nei compartimenti marittimi di Ancona e San Benedetto del Tronto. Relazione finale per gli anni 2000-01, p. 71.
- Fulton, E.A., Smith, A.D.M. and Smith, D.C. (2007) Alternative management strategies for Southeastern Australian Commonwealth Fisheries: Stage 2: Quantitative Management Strategy Evaluation. Report to the Australian Fisheries Management Authority and the Fisheries Research and Development Corporation. CSIRO Marine and Atmospheric Research.
- Fulton, E. A., Smith, A. D., Smith, D. C., van Putten, I. E., 2011. Human behaviour: the key source of uncertainty in fisheries management. *Fish and Fisheries* 12 (1), 2–17.
- Galvan T., Lazzarini R., Cruciani L., Vendramini A., Piccinetti C. (2013). – Interventi di riattivazione produttiva dei banchi naturali di *Chamelea gallina* lungo la fascia costiera veneta a seguito della moria dell'anno 2008 [Action of productive reactivation of natural banks of *Chamelea gallina* along the venetian coast area due to the 2008 disease]. *Biol. Mar. Mediterr.*, 20 (1): 182-183.
- Gancitano V., M. Enea, F. Colloca, S. Gancitano, G. Ingrande, D. Massi, P. Rizzo, A. Titone, F. Fiorentino (2015) Temporal dynamics of demersal resources in the South of Sicily (GSA 16) during the last twenty years. *Biol. Mar. Mediterr.* (2015), 22 (1): 166-167
- Ganias K. (editor). 2014. *Biology and ecology of sardines and anchovies*. CRC press, 382 pp.
- García, D., Prellezo, R., Sampedro, P., Da-Rocha, J. M., Castro, J., Cerviño, S., García-Cutri'n, J., and Gutiérrez, M.-J. Bioeconomic multistock reference points as a tool for overcoming the drawbacks of the landing obligation. – *ICES Journal of Marine Science*, 74: 511–524.
- Gargano, F., Garofalo, G., Fiorentino, F. submitted. Exploring connectivity between spawning and nursery areas of *Mullus barbatus* (L., 1758) in the Mediterranean through a dispersal model. *Fishery Oceanography*.
- Gerritsen, H., Lordan, C., 2011. Integrating vessel monitoring systems (vms) data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 68 (1), 245–252.
- GFCM. 2016. Scientific Advisory Committee on Fisheries (SAC). Working Group on Stock Assessment of Demersal Species (WGSAD) Final Report. 74 pp. <http://www.fao.org/gfcm/reports/technical-meetings/en/>
- Giani M., Cicero A.M., Savelli F., Bruno M., Donati G., Farina A., Veschetti E., & Volterra L. (1992) Marine snow in the Adriatic Sea: a multifactorial study. *Science of the Total Environment Suppl.*, 539-550.
- Gislason H., Daan N., Rice J. C., and Pope J. G. (2010). Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, 11(2):149–158.
- Gramitto, M. (2001) 'La gestione della pesca marittima in Italia. Fondamenti tecnico-biologici e normativa vigente.', *Monografie Scientifiche. Consiglio Nazionale delle Ricerche*, p. 319.
- Gramolini R. 2010. Combining the use of Fishing Habitat Analysis and Individual Based Models to study the reproductive strategy of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and Sardine (*Sardina pilchardus*) in the Adriatic Sea. PhD Thesis, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, 110 pp.
- Hanlon, R.T., Chiao, C.-C., Mäthger, L.M., Buresch, K.C., Barbosa, A., Allen, J.J., Siemann, L., Chubb, C., 2011. Rapid adaptive camouflage in cephalopods, in: *Animal Camouflage: Mechanisms and Function*. pp. 145–163.
- Hastie, L.C., Joy, J.B., Pierce, G.J., 1994. Reproductive biology of *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Scottish coastal waters. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 74, 367–382.
- Hauton, C., Hall-Spencer, J.M., Moore, P.G., (2003). An experimental study of the ecological impacts of hydraulic bivalve dredging on maerl. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 381-392.
- Hermosilla, C., Rocha, F., Valavanis, V.D., 2011. Assessing *Octopus vulgaris* distribution using presence-only model methods. *Hydrobiologia* 670, 35–47. doi:10.1007/s10750-011-0671-y
- Hilborn, R., 1985. Fleet dynamics and individual variation: why some people catch more fish than others. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42 (1), 2–13.

- Hintzen, N. T., Bastardie, F., Beare, D., Piet, G. J., Ulrich, C., Deporte, N., Egekvist, J., Degel, H., 2012. Vmstools: open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and vms data. *Fisheries Research* 115, 31–43.
- Holland, D. S., Sutinen, J. G., 2000. Location choice in new england trawl fisheries: old habits die hard. *Land Economics*, 133–149.
- Kell, L.T., Pastoors, M.A., Scott, R.D. et al. (2005a) Evaluation of multiple management objectives for Northeast Atlantic flatfish stocks: sustainability vs. stability of yield. *ICES Journal of Marine Science* 62, 1104– 1117.
- Kell, L.T., Pilling, G.M., Kirkwood, G.P. et al. (2005b) An evaluation of the implicit management procedure used for some ICES roundfish stocks. *ICES Journal of Marine Science* 62, 750–759.
- Kell, L.T., Pilling, G.M., Kirkwood, G.P. et al. (2006) An evaluation of multi-annual management strategies for ICES roundfish stocks. *ICES Journal of Marine Science* 63, 12–24.
- Keller, S., Robin, J.P., Valls, M., Gras, M., Quetglas, A., 2015. The use of Depletion Methods to assess Mediterranean cephalopod stocks under the current EU Data Collection Framework. *Mediterr. Mar. Sci.* 16, 513–523. doi:<http://dx.doi.org/10.12681/mms.1127>
- ICES, 2014. ICES WGCEPH REPORT 2014 Report of the Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History ( WGCEPH ) Lisbon , Portugal International Council for the Exploration of the Sea. ICES C. 2014/SSGEF 02 16–19.
- ICES (2015). Report of the joint ICES -MyFISH workshop to consider the basis for fmsy ranges for all stocks (WKMSYREF3), 17-21 November 2014, Charlottenlund, Denmark. ICES CM 2014/ACOM:64 2(4): 156pp.
- Iles T.C. 1994. A review of stock-recruitment relationships with reference to flatfish populations. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32 (3/4): 399-420.
- Iles, T. C., Beverton, R. J. H. (1998). Stock, recruitment and moderating processes in flatfish. *Journal of Sea Research*, 39 (1-2), 41-55.
- IREPA. Istituto di Ricerche Economiche per la Pesca e l'Acquacoltura. sl.
- IRPEM (AN), Laboratorio di Biologia Marina (BA), Laboratorio di Biologia Marina e Pesca (Fano), Laboratorio di Biologia e Pesca (Torre Cerrano), Laboratorio di Biologia Marina (TS) (1986). Note on biomass indices of *Chamelea gallina* (Mollusca, bivalvia) beds along the western Adriatic coast. *FAO, Fish. Rep.*, 345: 119-120.
- Jardim, E., Millar, C., Mosqueira, I., Scott, F., Osio, G., Ferretti, M., Alzoriz, N., Orío, A. 2015. What if stock assessment is as simple as a linear model? The a4a initiative. *ICES Journal of Marine Science* 72 (1), 232–236.
- Jennings S. & Kaiser M.J. (1998) The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology* 34, 201-352.
- Jereb, P., Massi, D., Fiorentino, F., Norrito, G., 2001. Preliminary observations of environmental effects on spatial distribution and abundance of *Eledone cirrhosa* and *Illex coindetii* in the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea), in: *ICES CM 2001/K:34*.
- Lambert, G. I., Jennings, S., Hiddink, J. G., Hintzen, N. T., Hinz, H., Kaiser, M. J., Murray, L. G., 2012. Implications of using alternative methods of vessel monitoring system (vms) data analysis to describe fishing activities and impacts. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fss018.
- Lazzari, P., Mattia, G., Solidoro, C., Salon, S., Crise, A., Zavatarelli, M., ... & Vichi, M. (2014). The impacts of climate change and environmental management policies on the trophic regimes in the Mediterranean Sea: Scenario analyses. *Journal of Marine Systems*, 135, 137-149.
- Lembo G., Abella A., Fiorentino F., Martino S., Spedicato M.T. (2009) ALADYM: an age and length-based single species simulator for exploring alternative management strategies. *Aquat. Living Resour.* 22, 233–241.
- Lembo G., J.M. Bellido, I. Bitetto, M.T. Facchini, T. García-Jiménez, M. Stithou, V. Vassilopoulou, M.T. Spedicato. 2017. Preference modeling to support stakeholder outreach towards the Common Fishery Policy objectives in the north Mediterranean Sea. *Front. Mar. Sci.* doi: 10.3389/fmars.2017.00328.
- Leonori I., Azzali M., De Felice A., Parmiggiani F., Marini M., Grilli F., Gramolini R. 2009. Small pelagic fish biomass in relation to environmental parameters in the Adriatic Sea. *Proceedings of Joint AIOL-SItE Meeting, Ancona*, 17-20 September 2007, 213-218.
- Lett C., Verley P., Mullon C. Parada C., Brochier T., Penven P., Blanke B. 2008. A Lagrangian tool for modelling ichthyoplankton dynamics. *Environmental Modelling and Software*, 28: 1210–1214.
- Levi D., M.G. Andreoli, A. Bonanno, F. Fiorentino, G. Garofalo, S. Mazzola, G. Norrito, B. Patti, G. Pernice, S. Ragonese, G.B. Giusto, P. Rizzo, 2003 – Embedding sea surface temperature anomalies in the stock recruitment relationship of red mullet (*Mullus barbatus* L. 1758) in the Strait of Sicily. *Sci. Mar.* 67 (Suppl. 1): 259-268.
- Libralato, S., Caccin, A., and Pranovi, F. (2015). Modeling species invasions using thermal and trophic niche dynamics under climate change. *Front. Mar. Sci.* 2:29. doi: 10.3389/fmars.2015.00029
- Longhurst, A. (2002). Murphy's law revisited: longevity as a factor in recruitment to fish populations. *Fisheries Research*, 56(2), 125-131.
- Lucchetti A., Sala A., (2012). Impact and performance of Mediterranean fishing gear by side-scan sonar technology. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 69(11): 1806-1816.

- Ludwig W., Dumont E., Meybeck M., Heussner S. 2009. River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: Major drivers for ecosystem changes during past and future decades? *Progress in Oceanography*, 80: 199-217.
- Macias, D., E. Garcia-Gorrioz, C. Piroddi, and A. Stips (2014), Biogeochemical control of marine productivity in the Mediterranean Sea during the last 50 years, *Global Biogeochem. Cycles*, 28, 897–907, doi:10.1002/2014GB004846.
- Maiorano, P., Sion, L., Carlucci, R., Capezzuto, F., Giove, A., Costantino, G., Panza, M., 2010. The demersal faunal assemblage of the north-western Ionian Sea (central Mediterranean): current knowledge and perspectives. *Chem. Ecol.* 26, 219–240.
- Mannini, A., Sabatella, F., 2015. *Annuario sullo Stato delle Risorse e sulle Strutture Produttive dei Mari Italiani*. *Biol. Mar. Mediterr.* 22, 358.
- Marchal, P., 2008. A comparative analysis of métiers and catch profiles for some french demersal and pelagic fleets. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 65 (4), 674–686.
- Marchal, P., Andersen, B., Bromley, D., Iriondo, A., Mahévas, S., Quirijns, F., Rackham, B., Santurtún, M., Tien, N., Ulrich, C., 2006. Improving the definition of fishing effort for important european fleets by accounting for the skipper effect. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63 (3), 510–533.
- Marcucci M.C., Casali P., Da Ros L., Canzonier W.J. (1980). Rapid and sensitive method for monitoring the depuration of bivalve molluscs. "L'Igiene Moderna", LXXIV (3): 393-402.
- Mariani A., Camolese C., Dell'Aquila M. 2017 Overview of the Italian fleet fishing Albacore (*Thunnus alalunga*). *SCRS/2017/116 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(2): 617- 622
- Mariani A., Tserpes G., Camolese C., Dell'Aquila M. 2017 Standardization of Albacore (*Thunnus alalunga*) cpue rates from Mediterranean fisheries *SCRS/2017/117 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(2): 623-628
- Marinoschi G., Martiradonna A. 2016. Fish populations dynamics with nonlinear stock-recruitment renewal conditions *Applied Mathematics and Computation*, 277: 101-110.
- Martín, P., Muntadas, A., de Juan, S., Sánchez, P., Demestre, M., 2014. Performance of a northwestern Mediterranean bottom trawl fleet: How the integration of landings and vms data can contribute to the implementation of ecosystem-based fisheries management. *Marine Policy* 43, 112–121.
- Martiradonna A. 2012. Modelli di dinamica delle popolazioni ittiche: stima dei fattori di incremento e decremento dello stock. Tesi di Laurea Magistrale in Matematica presso l'Università di Bari.
- Messenger, J.B., 1968. The visual attack of the cuttlefish *Sepia officinalis*. *Anim. Behav.* 16, 342–357.
- McConnaughey R.A., Conquest L., (1993). Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish.Bull.* 91(1): 107-118.
- Micheli, F., Halpern, B. S., Walbridge, S., Ciriaco, S., Ferretti, F., Fraschetti, S., et al. (2013). Cumulative human impacts on Mediterranean and Black Sea marine ecosystems: assessing current pressures and opportunities. *PLoS ONE* 8:e79889. doi: 10.1371/journal.pone.0079889
- Mills, C. M., Townsend, S. E., Jennings, S., Eastwood, P. D., Houghton, C. A., 2007. Estimating high resolution trawl fishing effort from satellite-based vessel monitoring system data. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 64 (2), 248–255.
- Minto, C., Flemming, J.M., Britten, G.L., and Worm, B. 2014. Productivity dynamics of atlantic cod. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 71 (2): 203-216.
- Morello; E.B., Froglija, C, Atkinson, R.J.A., Moore, P.G. (2005)a. Impacts of hydraulic dredging on a macrobenthic community of the Adriatic Sea, Italy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 62: 2076-2087.
- Morello; E.B., Froglija, C, Atkinson, R.J.A., Moore, P.G. (2005)b. Hydraulic dredge discards of the clam (*Chamelea gallina*) fishery in the Western Adriatic Sea, Italy.
- Morello, E.B., Froglija, C., Atkinson, R.J.A., Moore, P.G. (2006). Medium-term impacts of hydraulic dredgers on a macrobenthic community of the Adriatic Sea (Italy).
- Morello, E.B., Martinelli, M., Froglija, C., Arneri, E. (2008). La risorsa *Chamelea gallina* dell'Adriatico. *I Quaderni di Oasis*, n. 6.
- Morello E.B., Arneri E. 2009. Anchovy and sardine in the Adriatic Sea - An Ecological Review. *Oceanography and Marine Biology*, 47: 209-256.
- Mozetič P., Francé J., Kogovšek T., Talaber I., Malej A. 2012. Plankton trends and community changes in a coastal sea (northern Adriatic): bottom-up vs. top-down control in relation to environmental drivers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 115: 138-148.
- Mozetič P., Solidoro C., Cossarini G., Socal G. Precali R., Francé J., Bianchi F., De Vittor C., Smolaka N., Fonda Umami S. 2010. Recent trends towards oligotrophication of the Northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series. *Estuaries and Coasts*, 33: 362-375.
- Neill, W. H., Miller, J. M., Van Der Veer, H. W., & WINEMILLER, K. O. (1994). Ecophysiology of marine fish recruitment: a conceptual framework for understanding interannual variability. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32(2), 135-152.

- Ortenzio F. 2016. New methodologies in support of sustainable management of fishery resources (small pelagic fishes) in the Adriatic Sea. PhD Thesis, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, 131 pp.
- Palatella, L., Bignami, F., Falcini, F., Lacorata, G., Lanotte, A. S., & Santoleri, R. (2014). Lagrangian simulations and interannual variability of anchovy egg and larva dispersal in the Sicily Channel. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(2), 1306-1323.
- Paolini M., Piccinetti C. & Piccinetti Manfrin G. (1998)a. Stock di vongole (*Chamelea gallina* L.) nel compartimento marittimo di Ravenna (1984-1997). *Biologia Marina Mediterranea* 5, 400-406.
- Paolini M., Piccinetti C. & Soro S. (1998)b. Stock di vongole (*Chamelea gallina*, L.) nel compartimento marittimo di Pesaro (1984-1995). *Biologia Marina Mediterranea* 5, 404-411.
- Pardo, M., Armengol, X., 2012. Effects of salinity and water temporality on zooplankton community in coastal Mediterranean ponds. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 114, 93–99.
- Piccinetti C. (1974). Prime valutazioni dello stock di vongole (*Venus gallina* L.) tra Gabicce ed il Cesano. "I molluschi bivalvi: produzione e controllo igienico sanitario". Atti I incontro sulle risorse marine. Cesenatico, 103- 113.
- Piccinetti C. (1974). La pesca dei molluschi e problemi ad essa connessi. Atti della Settimana Ecologica, Comune di Fano, Assessorato Igiene e Sanità: 88-94.
- Piccinetti C. (1976). Aspetti della fauna marina delle Marche. *Giornale Botanico Italiano*, 110 (6): 427-436.
- Piccinetti C. (1988). La pesca delle vongole in Adriatico. Valutazione dello stock di vongole nei compartimenti marittimi di Rimini e Ravenna. M.M.M., C.N.R., Sessione "Valutazione dei Molluschi". Atti, Seminari delle unità operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura. I: 339-350.
- Piccinetti C., Paolini M., Soro S. (1996). Aménagement d'une ressource côtière en Adriatique. La pêche de la petite praire *Venus gallina* L. FAO, Fish. Rep., 533: 43-53.
- Piccinetti C. (2010). La taglia minima delle vongole. Relazione Finale.
- Pierce, G.J., Valavanis, V.D., Guerra, A., Jereb, P., Orsi-Relini, L., Bellido, J.M., Katara, I., Piatkowski, U., Pereira, J., Balguerias, E., Sobrino, I., Lefkaditou, E., Wang, J., Santurtun, M., Boyle, P.R., Hastie, L.C., MacLeod, C.D., Smith, J.M., Viana, M., González, A.F., Zuur, A.F., 2008. A review of cephalopod-environment interactions in European Seas. *Hydrobiologia* 612, 49–70. doi:10.1007/s10750-008-9489-7
- Plaganyi, E.E., Skewes, T.D., Dowling, N.A. and Haddon, M. (2013) Risk management tools for sustainable fisheries management under changing climate: a sea cucumber example. *Climatic Change* 119, 181–197.
- Poggiani L. (1968). Note sulle larve planctoniche di alcuni Molluschi dell'Adriatico mediooccidentale e sviluppo post-larvale di alcuni di essi. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 2 (8): 137-180.
- Poggiani L. (1970). Su alcune larve planctoniche di Molluschi raccolte nell'alto e medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 3 (9): 225-248.
- Poggiani L., Piccinetti C., Piccinetti Manfrin G. (1973). Osservazioni sulla biologia dei molluschi bivalvi *Venus gallina* L. e *Tapes aureus* Gmelin nell'Alto e Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 4 (8): 189-212.
- Pravoni, F., Giovanardi, O., (1994). The impact of hydraulic dredging for short-necked clams, *Tapes* spp., on an infaunal community in the lagoon of Venice. *Scientia Marina*. 58(4): 345-353.
- Hilborn, R., Walters, C.J., Ludwig, D (1995) Sustainable exploitation of renewable resources. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26: 45-67.
- Prioli, G., Balducci, G., Gugnali, A., Fiori, F., Pelusi, P., Rambaldi, E. (2013). Monitoraggio sulla distribuzione della vongola (*Chamelea gallina* L.) nel tratto di mare compreso entro le tre miglia marine antistanti la Regione Marche. pp. 198.
- Punt, A.E., Donovan, G. (2007) Developing management procedures that are robust to uncertainty: lessons from the International Whaling Commission. *ICES Journal of Marine Science* 64, 603–612.
- Punt A. E., Butterworth D. S , de Moor C.L , De Oliveira J.A A and Haddon M. (2014). Management strategy evaluation: best practices. *Fish and Fisheries* doi: <http://dx.doi.org/10.1111/faf.12104>
- Rasband W.S., (2010). IMAGEJ U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://rsb.info.nih.gov/ij>.
- Regolamento 1967/2006 Consiglio delle Comunità Europee del 21-12-2006, 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 Comunità Europea* n. L 409 del 30/12/2006: 9-64.
- Regolamento Regionale 19 ottobre 2009, n. 6. "Gestione e tutela dei molluschi bivalvi in attuazione dell'articolo 13, comma 2, della Legge regionale 13 maggio 2004, n. 11".
- Relazione finale progetto di ricerca n.6°108 – VI Piano triennale della pesca e dell'acquacoltura. "Valutazione degli impatti ecotossicologici di contaminanti vecchi ed emergenti, studi di biologia ed ecologia delle popolazioni Mediterranee di pesce spada, tonno rosso ed alalunga. (ISPRA)
- Report of the 2017 Iccat Albacore species group intersessional meeting (including assessment of Mediterranean Albacore) (Madrid, Spain 5-9 June, 2017).
- Report of the 2011 Iccat South Atlantic and Mediterranean Albacore stock assessment (Madrid, Spain – July 25 to 29, 2011).

- Report of the 2010 Iccat Mediterranean Albacore data preparatory meeting (Madrid, Sapin – Jun 28 to July 2, 2010). Collect. Vol. Sci. Pap. Iccat, 66 (5):189-1856 (2011).
- Rijnsdorp, A., Bastardie, F., Bolam, S., Buhl-Mortensen, L., Eigaard, O., Hamon, K., Hiddink, J., Hintzen, N., Ivanović, A., Kenny, A., et al., 2016. Towards a framework for the quantitative assessment of trawling impact on the seabed and benthic ecosystem. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 73 (suppl 1), i127–i138.
- Romanelli, M., Cordisco, C.A., Giovanardi, O. (2009). The long-term decline of the *Chamelea gallina* L. (Bivalvia: Veneridae) clam fishery in the Adriatic Sea: is a synthesis possible? *Acta Adriatica*. 50(2): 171-205.
- Rossetto M., Bitetto I., Spedicato M. T., Lembo G., Gambino M., Accadia P., Melià P. (2014) Multi-criteria decision-making for fisheries management: A case study of Mediterranean demersal fisheries. *Marine Policy*, 53, 83–93.
- Russo, T., D’Andrea, L., Parisi, A., Cataudella, S., 2014a. Vmsbase: an r-package for vms and logbook data management and analysis in fisheries ecology. *PLoS one* 9 (6), e100195.
- Russo, T., Parisi, A., Cataudella, S., 2013. Spatial indicators of fishing pressure: Preliminary analyses and possible developments. *Ecological indicators* 26, 141–153.
- Russo, T., Parisi, A., Garofalo, G., Gristina, M., Cataudella, S., Fiorentino, F., 2014b. Smart: a spatially explicit bio-economic model for assessing and managing demersal fisheries, with an application to Italian trawlers in the strait of Sicily. *PLoS one* 9 (1), e86222.
- Russo, T., Pulcinella, J., Parisi, A., Martinelli, M., Belardinelli, A., Santojanni, A., Cataudella, S., Colella, S., Anderlini, L., 2015. Modelling the strategy of mid-water trawlers targeting small pelagic fish in the Adriatic sea and its drivers. *Ecological Modelling* 300, 102–113.
- Sainsbury, K.J., Punt, A.E. and Smith, A.D.M. (2000) Design of operational management strategies for achieving fishery ecosystem objectives. *ICES Journal of Marine Science* 57, 731–741.
- Sala, A., Virgili, M., Brcic, J., Lucchetti, A. (2014)a. Monitoraggio dello stato di *Chamelea gallina* nei compartimenti di Ancona e San Benedetto del Tronto. Relazione finale per l’anno 2012. pp. 96.
- Sala, A., Brcic, J., De Carlo, F., Herrmann, B., Lucchetti, A., Notti, E., Virgili, M. (2014)b. Selettività del vibrovaglio di una draga idraulica.
- Sala, A., Brcic, J., Herrmann, B., Lucchetti, A., Virgili, M. (2017). Assessment of size selectivity in hydraulic dredge fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 74: 339-348.
- Salas, S., Gaertner, D., 2004. The behavioural dynamics of fishers: management implications. *Fish and fisheries* 5 (2), 153–167.
- Salz P., Buisman E., Soma K., Frost H., Accadia P., Prellezo R. Fishrent. Bio-economic simulation and optimisation model for fisheries. 2011. pg. 74 LEI Report 2011–024
- Sanchez, P., Demestre, M., Recasens, L., Maynou, F., Martin, P., 2008. Combining GIS and GAMs to identify potential habitats of squid *Loligo vulgaris* in the Northwestern Mediterranean. *Hydrobiologia* 612, 91–98. doi:10.1007/s10750-008-9487-9
- Santojanni A., Arneri E., Bernardini V., Cingolani N., Di Marco M., Russo A. 2006a. Effects of environmental variables on recruitment of anchovy in the Adriatic Sea. *Climate Research*, 31(2-3): 181-193.
- Santojanni A., Cingolani N., Arneri E., Belardinelli A., Giannetti G., Colella S., Donato F., Russo A. 2006b. Recruitment of sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum 1792) in the Adriatic Sea and environmental factors. *Biologia Marina Mediterranea*, 13(1): 158-166.
- Scaccini A., Piccinetti C. (1967). Il fondo del mare da Cattolica a Falconara con annessa carta da pesca. C.N.R., Progr. partic. per le risorse marine e del fondo marino.: 98 p.
- Scaccini A., Piccinetti C. (1969). Il fondo del mare da Falconara a Tortoreto con annessa carta di pesca. C.N.R., Progr. part. per le risorse marine e del fondo marino: 146 p
- Scarcella, B., e Cabanelas, A.M. (2016). Research for PECH Committee – The clam fisheries sector in the EU – The Adriatic Sea case. Directorate-General for Internal Policies. Policy Department B: Structural and Cohesion Policies. pp. 60.
- Simons, S. L., Bartelings, H., Hamon, K. G., Kempf, A. J., Doering, R., and Temming, A. Integrating stochastic age-structured population dynamics into complex fisheries economic models for management evaluations: the North Sea saithe fishery as a case study. – *ICES Journal of Marine Science*, 71: 1638–1652
- Smith, J.M., Macleod, C.D., Valavanis, V., Hastie, L., Valinassab, T., Bailey, N., Santos, M.B., Pierce, G.J., 2013. Habitat and distribution of post-recruit life stages of the squid *Loligo forbesii*. *Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 95, 145–159. doi:10.1016/j.dsr2.2013.03.039
- Smith, A.D.M. (1994). *Management strategy evaluation: The light on the hill*. In: D.A. Hancock (ed.), *Population dynamics for fisheries management*. Australian Society for Fish Biology, Perth, Western Australia, pp. 249-253.
- Spagnolo, M., (2007). The decommissioning scheme for the Italian clam fishery: a case study. In.: *Fisheries buybacks*. Eds. Curtis, R., Squires, D. Blackwell Publishing
- Sparre, P., & Venema, S.C. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment – Part 1: Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306/1 Rev. 2. FAO, Rome.

- Spedicato, M. T. (coord.) (2016). Study on the evaluation of specific management scenarios for the preparation of multiannual management plans in the Mediterranean and the Black Sea. Call MARE/2014/27, contract number—EASME/EMFF/2014/1.3.2.7/SI2.703 193. Final Report.
- Spedicato M.T., Poulard J-C, Politou C-Y., Radtke K., Lembo G., Petitgas P. (2010) - Using the ALADYM simulation model for exploring the effects of management scenarios on fish population metrics. *Aquat. Living Resour.* 23, 153–165.
- Stagioni M., 2010. Considerations on minimum commercial size of *Chamelea gallina* (L.). *Biol. Mar. Mediterr.*, 17(1): 352-353.
- STECF. (2011a) Impact Assessment of Baltic cod multiannual plans (STECF 11-05) (ed. J. Simmonds). EUR 24899 EN–2011, 231 pp.
- STECF. (2011b) Evaluation of multi-annual plans for cod in Irish Sea, Kattegat, North Sea, and West of Scotland (STECF-11-07) (eds J. Simmonds and S. Kraak). EUR 24901 EN–2011, 358 pp.
- STECF, 2017. Bio-Economic Methodology (EWG-17- 05); Publications Office of the European Union, Luxembourg; EUR 28359 EN; doi:10.2760/759034
- Stelzenmüller, V., Rogers, S. I., Mills, C. M., 2008. Spatio-temporal patterns of fishing pressure on uk marine landscapes, and their implications for spatial planning and management. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 65 (6), 1081–1091.
- Thrush, S. F., Dayton, P. K., 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implications for marine biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 449–473.
- Tudela, S., 2004. Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: an analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats. No. 74. Food & Agriculture Org.
- Vaccarella R., Pastorelli A.M., Paparella P., De Zio V., Rositani L. & Marano G. (1998). Fluttuazioni di biomassa di *Chamelea gallina* (Bivalvia: Veneridae) nel basso Adriatico (1984-1995). *Biologia Marina Mediterranea* 5, 420-432.
- Valavanis, V.D., Pierce, G.J., Zuur, A.F., Palialexis, A., Saveliev, A., Katara, I., Wang, J., 2008. Modelling of essential fish habitat based on remote sensing, spatial analysis and GIS. *Hydrobiologia* 612, 5–20. doi:10.1007/s10750-008-9493-y
- Vasapollo, C., Panfili, M., Petetta, A., Virgili, M., Lucchetti, A. (2017). Monitoraggio della risorsa vongola (*Chamelea gallina*) nei compartimenti di Ancona e San Benedetto del Tronto. pp. 77.
- Vermard, Y., Rivot, E., Mahévas, S., Marchal, P., Gascuel, D., 2010. Identifying fishing trip behaviour and estimating fishing effort from vms data using bayesian hidden markov models. *Ecological Modelling* 221 (15), 1757–1769.
- Vidal, E., 2014. *Advances in Cephalopod Science: Biology, Ecology, Cultivation and Fisheries*, pp 447. Elsevier Science, Parana.
- Walters, C. J., Bonfil, R., 1999. Multispecies spatial assessment models for the british columbia groundfish trawl fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56 (4), 601–628.
- Wright, D.J., Pendleton, M., Boulware, J., Walbridge, S., Gerlt, B., Slinger, D., Sampson, D., Huntley, E., 2012. ArcGIS Benthic Terrain Modeler (BTM), v. 3.0.

## 8. ANNESSI (solo formato elettronico)

8.1 WP1 ANNESSO 1

8.2 WP1 ANNESSO 2

8.3 WP2 ANNESSO 1 – Materiali e metodi estesi

8.4 WP2 ANNESSO 2 - BEMTOOL e MSE piccoli pelagici in Adriatico GFCM, 2016

8.5 WP2 ANNESSO 3 – Holisitc approach to fishery management (Ionian sea)

8.6 WP3 ANNESSO 1 – Schede di rilevazione

8.7 WP3 ANNESSO 2 - Lavoro scientifico di divulgazione dei risultati

8.8 WP4 ANNESSI 1-4 - Materiali e metodi estesi