

Questo volume nasce da una iniziativa congiunta dell'Accademia Marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti e dell'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISMAR-CNR) di Ancona. Raccoglie i contributi del convegno "Il Mare Adriatico – ambiente, pesca e cultura" tenuto ad Ancona il 2-3 ottobre 2015. L'intento è quello di mettere a confronto le varie competenze su un mare di grande bellezza, storia e ricchezza di risorse, ma al tempo stesso fragile ed esposto ai danni delle varie attività umane, considerando anche le sfide che sono conseguenza dei cambiamenti climatici in corso da alcuni decenni. Partendo dalla storia geologica dell'Adriatico, e poi dalle sue caratteristiche fisiche ed ecologiche attuali, si affrontano le problematiche di alcune attività economiche, in particolare della pesca professionale, senza trascurare quelle relative ai beni archeologici sommersi e ritrovati e le linee per uno sviluppo sostenibile.



M. Marini, G. Bombace, G. Iacobone

Il Mare Adriatico e le sue risorse

Il Mare Adriatico e le sue risorse

a cura di
Mauro Marini
Giovanni Bombace
Gianfranco Iacobone



Carlo
Saladino
Editore



Carlo Saladino Editore



CNR-ISMAR



Accademia Marchigiana di
Scienze, Lettere ed Arti



Università Politecnica
delle Marche

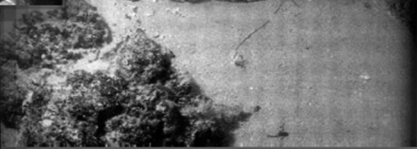
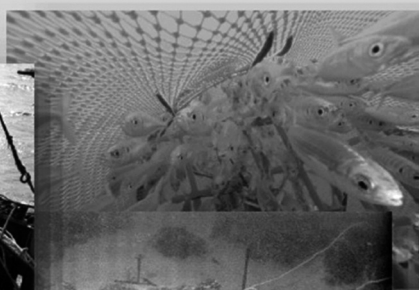
Nel quadro della Macro
Regione Adriatico-Ionica

IL MARE ADRIATICO

ambiente, pesca
e cultura

Ancona
2 e 3 Ottobre 2015
ore 9.00
**Loggia Del
Mercanti**

Per info
accademia.marchigiana@gmail.com



Presidio diffuso
Macro Regione Adriatico-
Ionica e Blue Economy



Adriatic-Ionian Initiative



Rotary Club
Distretto 2090 - Italia



Ministero
dei beni e delle
attività culturali
e del turismo

Soprintendenza
Archeologia delle Marche

Fabio Pigliapoco (Ambasciatore Macro Regione A.I.), **Giovanni Bombace** (Acc. March. Scienze), **Mauro Marini** (CNR-ISMAR), **Carlo Cerrano** (Facoltà di Scienze, DiSVA), **Iole Leonori** (CNR-ISMAR), **Alberto Santojanni** (CNR-ISMAR), **Luca Bolognini** (CNR-ISMAR), **Enrico Arneri** (FAO), **Nedo Vrgoc** (Istit. Ocean. e Pesca di Spalato) **Alessandra Spagnolo** (CNR-ISMAR), **Carlo Froggia** (CNR-ISMAR), **Antonello Sala** (CNR-ISMAR), **Maria Teresa Spedicato** (COISPA), **Corrado Piccinetti** (Lab. Biol. Mar. e Pesca di Fano), **Vincenzo Caputo Barucchi** (Facoltà di Scienze, DiSVA), **Nicoletta Frapiccini** (Soprintendenza Archeol. Marche), **Gian Luca Gregori** (Facoltà di Economia Univpm), **Adele Finco** (Facoltà di Agraria Univpm), **Luigi Giannini** (FEDERPESCA), **Riccardo Rigillo** (Dir. Gen. Direzione Gen. Pesca, MIPAAF)

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana “Alberto Bombace”

CARLO SALADINO EDITORE S.R.L.
via principe di Villafranca 48/a – 90141 Palermo
info@carlosaladinoeditore.it
www.carlosaladinoeditore.it
Copyright © 2017 - tutti i diritti sono riservati per tutti i Paesi

I Edizione
ISBN 000-00-00000-00-0

Il Mare Adriatico e le sue risorse

Atti del Convegno

a cura di

M. Marini, G. Bombace, G. Iacobone



Carlo Saladino Editore

2017



L'Accademia Marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti fu fondata nel 1925 con il fine di sostenere e sviluppare la cultura, in tutte le sue forme, nelle Marche e per la Marche. È costituita da centocinquanta Soci, scelti tra le personalità della cultura del territorio ed organizzati in tre Classi che comprendono tutti i campi del sapere. La massima attenzione dell'Accademia è rivolta per sua natura alle realtà del territorio Regionale, e si esercita attraverso convegni, tavole rotonde, divulgazione ai cittadini e pubblicazioni.



L'Istituto di Scienze Marine Sede (ISMAR) di Ancona del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), nasce nel 1968 come Laboratorio di Tecnologia della Pesca poi divenuto Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima (IRPEM). Nel 2003 il CNR riorganizza gli istituti e l'IRPEM si aggrega con altri 7 istituti che si occupano di ricerche in mare. La missione dell'ISMAR Sede di Ancona è di natura multidisciplinare e principalmente riguarda ricerche afferenti la biologia degli organismi marini, le tecnologie relative agli attrezzi da pesca, i metodi di stima della biomassa di pesci presenti in mare, l'oceanografia e la circolazione delle acque, la microbiologia e la geologia dei fondali. La sede di Ancona conta 80 persone e si avvale di una biblioteca dedicata ai temi delle risorse del mare, di 2 imbarcazioni da ricerca, di laboratori e officine.

Si ringraziano per il sostegno



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

FONDAZIONE
Cariverona

Per le attività culturali

Rotary 
Club Ancona
Distretto 2090 - Italia

<i>Saluto della Autorità</i>	pag.	9
<i>Premessa al convegno su Il Mare Adriatico: Ambiente, Pesca e Cultura</i> di Mauro Marini	"	11
<i>Saluto del prof. Sergio Sconocchia</i> Presidente dell'Accademia Marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti.....	"	13
<i>Introduzione al Convegno ed alcune riflessioni sull'Adriatico</i> di G. Bombace.....	"	15
<i>Saluto dell'Ambasciatore Fabio Pigliapoco</i>	"	39
<i>La struttura oceanografica della regione Adriatico Ionica</i> di A. Campanelli, M. Betti, G. Caccamo, E. Frapiccini, F. Grilli, E. Paschini, P. Penna & M. Marini	"	41
<i>Il Mar Adriatico e il suo ambiente bentonico</i> di C. Cerrano e A. Bastari	"	51
<i>La valutazione degli stock dei piccoli pelagici in Adriatico: l'approccio acustico</i> di Iole Leonori, Andrea De Felice, Ilaria Biagiotti, Giovanni Canduci, Ilaria Costantini and Sara Malavolti	"	61
<i>La valutazione degli stock dei piccoli pelagici in Adriatico: l'approccio della dinamica di popolazione</i> di Alberto Santojanni, Silvia Angelini Andrea Belardinelli, Piera Carpi, Sabrina Colella, Camilla Croci, Filippo Domenichetti, Fortunata Donato, Michela Martinelli, Monica Panfili, Carlo Tesauro	"	81
<i>Andamento e stato delle risorse demersali in Adriatico nel periodo 2004-2012 e considerazioni alieutiche, economiche ed ecologiche.</i> di L. Bolognini, G. Bombace, F. Grati, G. Scarcella.....	"	97
<i>The Current Status of the Adriatic sea Fish Biodiversity</i> di Jakov Dulčić, Nedo Vrgoč & Lovrenc Lipej.....	"	119

<i>Le iniziative di protezione e ripopolamento delle risorse ittiche</i> di Alessandra Spagnolo, Gianna Fabi, Angela Santelli.....	pag.	137
<i>Cambiamenti recenti nella comunità dei crostacei decapodi dell'Adriatico</i> di Carlo Froggia	"	153
<i>Gli strumenti di cattura in uso: aspetti relativi alla selettività ed al risparmio energetico</i> di Emilio Notti, Alessandro Lucchetti, Antonello Sala	"	167
<i>Lo stato delle risorse biologiche e della pesca nel Basso Adriatico e nello Ionio nord occidentale</i> di M.T. Spedicato, W. Zupa, P. Carbonara, L. Casciaro, I. Bitetto, M.T. Facchini, P. Gaudio M. Palmisano e G. Lembo.....	"	177
<i>Valutazione degli stock demersali adriatici mediante indici puntuali di biomassa in mare</i> di Corrado Piccinetti, Chiara Manfredi	"	209
<i>La genetica, un efficace strumento per il monitoraggio della biodiversità in Adriatico</i> di Vincenzo Caputo Barucchi, Tatiana Fioravanti, Massimo Giovannotti, Paola Nisi Cerioni, Paolo Ruggeri, Andrea Splendiani.....	"	229
<i>Il Progetto Fao Adriamed, per la cooperazione scientifica a supporto della pesca responsabile nel Mare Adriatico</i> di Enrico Arneri	"	237
<i>La storia nelle reti: archeologia subacquea in Adriatico</i> di Nicoletta Frapiccini.....	"	243
<i>Un approccio metodologico all' "Economia del Mare": dalla logica settoriale a quella integrata</i> di Gian Luca Gregori - Maria Carla Alunno	"	257

Saluto della Autorità

L'Assessore Regionale alla Pesca, MANUELA BORA, a nome della Regione Marche, ha portato il saluto della Regione ed ha formulato l'augurio di successo al Convegno, sottolineando l'importanza che ha il settore della Pesca per le Marche e la complessità delle problematiche che investono l'ambiente marino e le sue risorse da un lato e gli aspetti economico-sociali dall'altro.

L'Assessore al Porto del Comune di Ancona IDA SIMONELLA ha portato il saluto dell'ente ed ha augurato pieno successo al Convegno sottolineando l'importanza dei temi che verranno discussi e l'importanza dell'attività ittica per la città di Ancona.

Il Magnifico Rettore dell'Università Politecnica delle Marche SAURO LONGHI, nel portare il saluto e l'augurio di successo al Convegno, ha sottolineato lo spirito di collaborazione che ha improntato, sin dal primo momento questo Convegno a cui l'Università ha dato piena ed ampia collaborazione intellettuale ed organizzativa. Ha sottolineato inoltre l'importanza che rivestono i temi dell'ambiente marino e dello sfruttamento razionale delle risorse della pesca.

Il Soprintendente Archeologico delle Marche, MARIO PAGANO, ha portato il saluto del suo ente, ha formulato gli auguri di successo al Convegno, sottolineando la cooperazione e la collaborazione tra enti che operano con ricerche in mare e gli aspetti culturali che tratta il Convegno.

Il Responsabile dell'ISMAR CNR di Ancona, MAURO MARINI, ha portato il saluto del Presidente del CNR e del Direttore Dipartimento Terra e Ambiente, sottolineando l'impegno scientifico, organizzativo e concreto dell'ente che, nel Convegno ha voluto coinvolgere ricercatori dei diversi reparti che portano il contributo di indagini pluriennali, intese a comprendere le complesse interazione tra ambiente e risorse.

se, lo stato di sfruttamento di esse, suggerendo inoltre le opportune indicazioni tecniche per una gestione sostenibile degli stock e per una protezione e valorizzazione della fascia costiera.

Ha ringraziato inoltre Giovanni Bombace, già direttore dell'IRPEM CNR di Ancona per aver portato l'idea del Convegno all'interno dell'Accademia Marchigiana e per aver coordinato il Comitato Organizzatore del Convegno in cui erano rappresentati tutti gli enti che hanno sponsorizzato e sostenuto la realizzazione del Convegno stesso.

Introduzione al convegno su Il Mare Adriatico: Ambiente, Pesca e Cultura

di Mauro Marini

Il Convegno si inserisce nelle iniziative che si vanno sviluppando nel quadro della Macroregione Adriatico-Ionica.

Il Convegno è nato e si muove nello spirito di collaborazione culturale tra l'Accademia Marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'Università Politecnica delle Marche e la Sovrintendenza Archeologica Regionale.

Le tematiche che vengono sviluppate riguardano:

- 1 - L'ambiente marino Adriatico-Ionico (GSA 17 e GSA 18), considerando anzitutto gli aspetti oceanografici, geoecologici, biologici e di base che disegnano la fisionomia dei bacini.
- 2 - Gli aspetti della valutazione e stato delle risorse oggetto di pesca, sia quelle dei piccoli pelagici (pesce azzurro) sia quelle demersali (pesce di fondo che di mezz'acqua), considerando i diversi approcci metodologici messi in opera. In quest'ambito viene anche trattato il tema della biodiversità e dell'individuazione delle sub-unità di stock mediante l'uso della genetica.
- 3 - Gli aspetti della mitigazione dell'impatto della pesca sulle risorse (tecnologie di cattura e selettività delle reti da pesca).
- 4 - Le iniziative di protezione e valorizzazione della fascia costiera, di ricostituzione degli stock e di sperimentazione della maricoltura sospesa associata agli habitat e barriere artificiali.
- 5 - Il tema che tratta dell'economia generale del mare in una visione di gestione integrata.
- 6 - Il tema dei ritrovamenti archeologici in mare che postula possibilità di collaborazione fruttuosa tra enti che, pur diversi per finalità istituzionali, operano in un comune ambiente, qual è il mare.
- 7 - Infine, lo sviluppo ed il coordinamento a livello internazionale (FAO, GFCM e Com:Scien. Tecn. Econ. per la Pesca UE) delle ricerche che riguardano risorse comuni dei Paesi rivieraschi.

Appare evidente come lo sviluppo e la discussione su queste tematiche sia rilevante, non solo per gli addetti ai lavori, ma anche per le imprese e gli operatori del settore ed i decisori delle politiche di gestione sostenibile di risorse che in parte sono anche comuni.

Saluto del prof. Sergio Sconocchia

Presidente Accademia Marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti

Autorità, colleghi e partecipanti, è con vivo piacere che, a nome dell'Accademia Marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti, vi dò il più cordiale benvenuto.

Il presente Convegno, che vede la collaborazione culturale di diversi Enti, tra cui il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), l'Università Politecnica delle Marche, la Sovrintendenza Archeologica delle Marche e l'Accademia che mi onoro di presiedere, si può considerare la continuazione del Convegno svoltosi in occasione dell'inaugurazione del nostro Anno Accademico 2014. Allora furono sviluppati i temi di carattere storico ed economico-sociale, oggi verranno trattati quelli riguardanti l'ambiente, le risorse biologiche oggetto di pesca ed il loro sfruttamento sostenibile. Verrà anche trattato il tema delle risorse archeologiche di cui l'Adriatico offre occasioni di ritrovamento di reperti importanti, trattandosi di un mare antichissimo, in cui genti e popolazioni, sia dei Paesi rivieraschi che dei Paesi vicini (Grecia ed Oriente soprattutto), hanno navigato, fatto commerci e fondato città ed empori lungo le sue coste.

Secondo alcuni storici il nome Adriatico deriverebbe dalla città abruzzese di Atri, insediamento antichissimo che, per i Romani era punto di arrivo nell'itinerario tra Roma e la costa orientale. Secondo altri storici (Braccesi, Luni ecc.), invece, il nome Adriatico deriverebbe dalla città di Adria, prossima al delta del Po, ultimo insediamento dei Siracusani, dalla quale i Greci diedero il nome di *Adrias Kolpos* alla parte settentrionale di questo bacino, in seguito estendendo il nome a tutto il mare (*Ionios kolpos*, come allora era chiamato l'Adriatico) fino allo Ionio.

Le tematiche che verranno sviluppate ben s'inquadrano quindi nello spirito e nella visione della Macroregione Adriatico-Ionica e si integrano con le tematiche già affrontate in convegni promossi dalla nostra Accademia. Non si può escludere che in futuro non si possa anche affrontare il tema critico ed importante delle risorse minerarie e dell'impatto che deriva all'ambiente dal loro sfruttamento e delle possibili mitigazioni.

Alla fine di questo mio breve saluto, consentitemi di ringraziare tutti coloro, Enti e persone che si sono adoperati per la buona riuscita di questo Convegno ed in particolare il Gruppo che ha predisposto e programmato tutte le fasi del Convegno, coordinato efficacemente dall'amico Giovanni Bombace.

Grazie a tutti per la vostra partecipazione ed auguri ai relatori.

Premessa al Convegno ed alcune riflessioni sull'Adriatico

di G. Bombace

Accademia Marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti

Abstract

This Conference has been organized in the framework of the cultural collaboration between the Marche Academy, the National Research Council, the Marche Polytechnic University and the Regional Archaeological Superintendence.

This introductory note highlights four aspects of the Adriatic Sea.

1 - The present Adriatic Sea has been formed in different geological times and ways. The Eastern part originated during the Dinaric Alps orogeny, in the Cretaceous period (100 millions years ago). The shelf platform, with its heterogeneous sedimentary stratification, is based on a "microplate" named Adria or Apulia by palaeo-geologists. Different "microplates" have been created by the collision between the Africa and the European continents, after the break-up of the Pangea supercontinent (200 millions years ago). The Adria microplate, has a cyclonic translation toward Dinaric coast, and by collision generated many islands (at present about 1300 along the Croatian coast). The western part of the Adriatic instead, is linked to Apennines orogeny initiated during the Miocene (20 millions years ago) and still active, when by corrugation, Italian Peninsula raised from the sediments of the ancient Tethys Sea.. Just in that time the Adriatic basin was shaped. Here very important are the sedimentary processes (Plio-Quaternary mainly) deriving from the Dinaric and Apennines systems as well as the subsidence phenomena.

2 - The Adriatic Sea and particularly the GSA 17 (Geographic Sub Area), is a basin having high biological productivity, due to the synergic action of several ecological factors, mainly: the river outflows, the extension of shelf platform and the overall oceanographic structure. But these could become adverse factors under anthropic or climatic changes.

3 - The status of fishery resources has been estimated by a global statistical approach.

We considered 44 years (1969-2013) of catch data concerning the demersal resources trawled in the western part of the Adriatic Sea. Three parameters have been considered: the official landings, the fishing effort of trawlers (in KW) and the catch/unity effort (Kg/KW). This index measures the abundance level. From 1969 to 1984 (15 years) the catches increased and the biomass at sea seemed to be in a steady state. From 1985 to 2003 (19 years) a continuous fall of the catches and catches/effort was evident, while the global effort doubled with reference to the beginning of the temporal series considered. In the last 10 years this negative trend diminish and just in the years 2012, 2013 we had a small recovery. It's too early for any positive forecast. It is important to underline that the global fishing effort at end of this long time series is more or less, that recorded at the beginning. But, at present, the pool of demersal species in the western part of Adriatic Sea still seems overexploited.

4 - The Adriatic basin, particularly the GSA 17 shows two biota (Eastern and Western) bioecologically different, but having complementary function. In the eastern part the adult spawners are predominant in the population of some species as Solea solea, Chelidonichthys lucerna, Mullus barbatus etc. whereas

the juveniles prevail in the western part. That is result of the Adriatic cyclonic current carrying eggs and larva from the eastern region of channels and islands to the alluvial western nursery areas of the Italian Adriatic shores. From here, the grown recruits subsequently migrate towards the eastern coasts. Therefore a proper stock management has to consider two different addresses. Finally it is worth to remember that the eastern coast is under the influence of the currents flowing from the eastern Mediterranean, and thus more prone to the introduction of alien lessepsian species.

Autorità, colleghi e partecipanti, desidero anzitutto ringraziare l'Accademia marchigiana di Scienze, Lettere ed Arti per avere accolto e sostenuto l'idea di tenere questo Convegno sull'Adriatico, nel quadro della Macroregione Adriatico Ionica.

Il presente Convegno è nato e si muove nello spirito di collaborazione culturale tra l'Accademia, il CNR e l'Università Politecnica delle Marche, più esattamente le Facoltà di Economia, di Scienze e di Agraria e la Soprintendenza dei Beni Archeologici delle Marche. Il Convegno coinvolge enti e strutture diverse, sia di studio e di ricerca (italiani e croati) sia amministrativi e di indirizzo e gestione della politica della pesca nazionale, sia organismi associativi nazionali d'impresa nel settore della pesca, come anche l'organismo internazionale di cooperazione della ricerca (GFCM-FAO) qui rappresentato dal Progetto ADRIAMED riguardante le risorse biologiche adriatiche.

Il Convegno, riunendo competenze scientifiche diverse, cercherà di rispondere ad alcuni interrogativi che provengono dal Paese, dai settori interessati al mare, ma anche dal mondo della cultura. In primis ci si chiede: cos'è l'Adriatico, quali sono i suoi tratti fisici ed ecobiologici, qual è lo stato delle sue risorse biologiche. Prima di passare alle relazioni, consentitemi di tratteggiare, in questa mia introduzione, alcuni aspetti della fisionomia di questo bacino, veramente unico per coincidenza dei fattori abiotici e biotici che ne determinano la ricchezza, ma anche la fragilità, quando cambiano le condizioni a contorno.

Alcuni punti cercherò di lumeggiare e, mi scuso sin da ora per l'estrema sintesi, che finirà per trascurare diversi aspetti. Questi i punti: 1) la nascita del Mare Adriatico; 2) la produttività e fragilità del Bacino Adriatico; 3) lo stato e l'evoluzione delle risorse demersali da strascico in un lungo periodo; 4) la diversità e complementarietà dei due biomi, orientale ed occidentale nella fisionomia bioecologica e di pesca dell'Adriatico.

1 - Quando e come nasce il Mare Adriatico

Per capire quando e come nasce il bacino Adriatico, bisogna rifarsi alla nascita del Mediterraneo, all'orogenesi alpina, dinarica in particolare, per la costa orientale e all'orogenesi appenninica per la costa occidentale dell'Adriatico, cioè quella italiana.

Il Protomediterraneo

Il primo abbozzo del Mediterraneo nasce allorché il Supercontinente Pangea comincia a disgregarsi e la parte più occidentale del mare Tetide si insinua sempre più tra i due grandi blocchi continentali, a Nord Eurasia, (ma comprendeva anche il Nord America), a Sud le cosiddette Terre di Gondwana (America del Sud, Africa, Australia, India ed anche l'Antartide). Quando le potenti forze geotettoniche agiscono nel senso del distacco dei due blocchi, (secondo l'asse Nord-Sud), Tetide occupa lo spazio che si viene a creare e sempre più diventa un mare mesogeo (fig.1). Per diverse ere geologiche (e quindi per centinaia di milioni di anni) il Mediterraneo primigenio fu il braccio della Tetide che si incuneava tra le terre emerse della Pangea. Alla fine del Triassico (200 milioni di anni fa) si ha la formazione ed il distacco delle cosiddette microplacche (fig.2). Il Protomediterraneo era ampiamente aperto sull'Indo-Pacifico che era in comunicazione con l'oceano unico vastissimo detto Panthalassa. Le specie dell'antico protomediterraneo sono prima equatoriali e dopo tropicali, quando il clima comincia a cambiare. Alla fine del Miocene (23 - 5,3 milioni di anni fa) infatti, il clima diviene temperato, mentre la Tetide si va chiudendo, per via del movimento di traslazione della placca arabo-africana verso N- NE (fig 3).

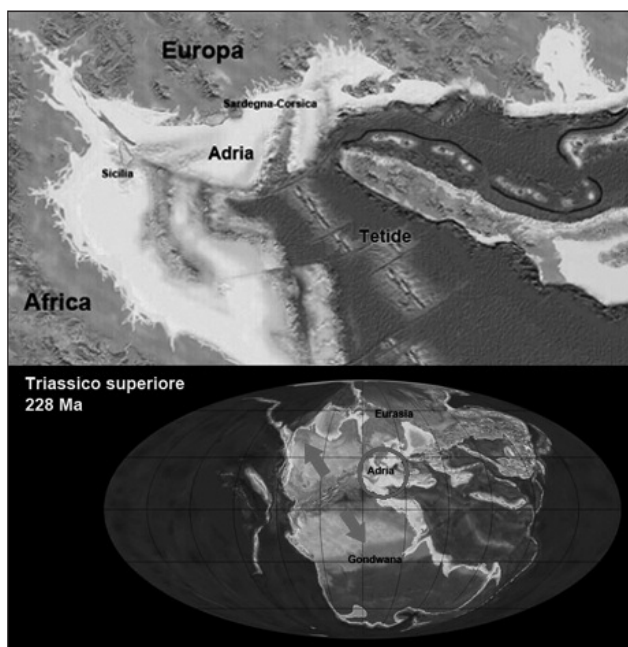


Fig. 1 - Masse continentali in divaricazione e disgregazione. In evidenza la microplacca ADRIA. Il mare Tetide, sempre più si insinua tra le terre emerse

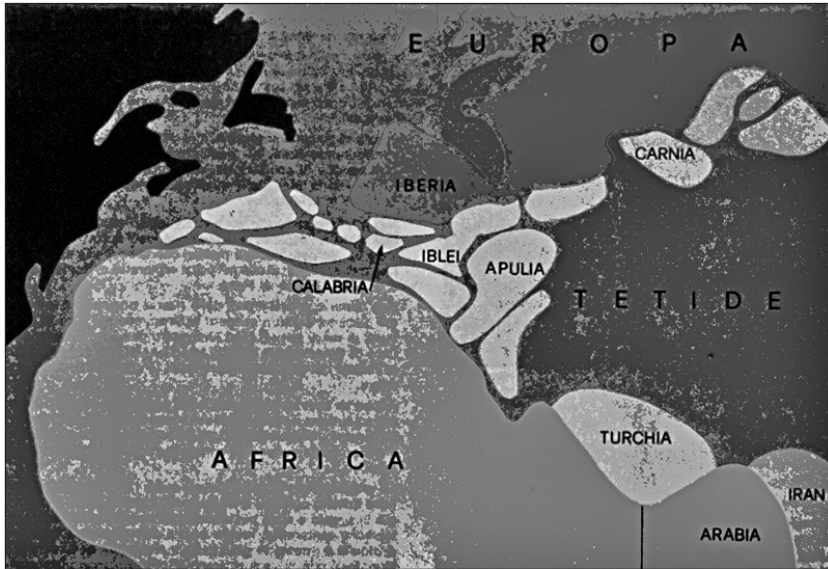


Fig. 2 - Fine del Triassico (200 milioni di anni fa); formazione e distacco di microplacche; la parte più occidentale del mare Tetide diventerà il Protomediterraneo

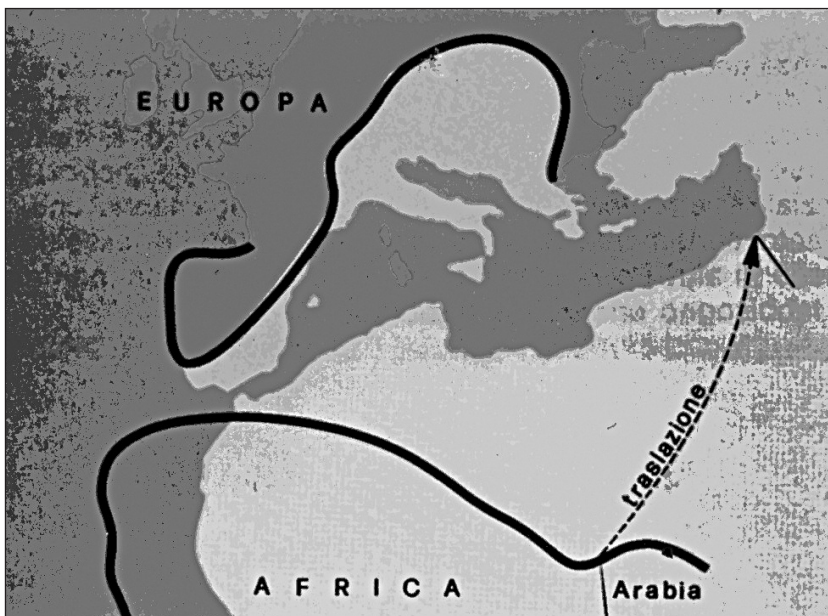


Fig. 3 - Processo di traslazione della grande placca arabo-africana verso N-NE. La separazione del Mediterraneo dall'Indo-Pacifico è stata graduale

La formazione delle Alpi

La collisione della Placca Africana con la Placca Eurasiatica, diede luogo all'orogenesi alpina. Questo processo iniziò alla fine del Mesozoico (Cretacico) e durò fino all'Eocene del Cenozoico. Cioè da 100 a 20 milioni di anni fa. Ma, per delineare la nascita del Mare Adriatico a noi interessano prevalentemente le Alpi Dinariche che delimitano la costa orientale del Bacino Adriatico. Le Alpi Dinariche o Dinaridi vanno dalla Slovenia alla Croazia, al Montenegro fino all'Albania settentrionale. L'ultimo sollevamento delle Dinaridi avvenne durante l'Oligocene (34-23 mln di anni fa) e durante il Miocene (23-5,3 mln di anni fa). Immense pressioni geotettoniche, in senso Ovest-Est e Sud-Nord piegarono e sollevarono le rocce sedimentarie di quel tratto della Tetide, formando come un girocollo roccioso, dalle Alpi Giulie alle montagne albanesi (fig.4). Le Alpi Dinariche, cui appartiene tutta la costa Est dell'Adriatico, co-

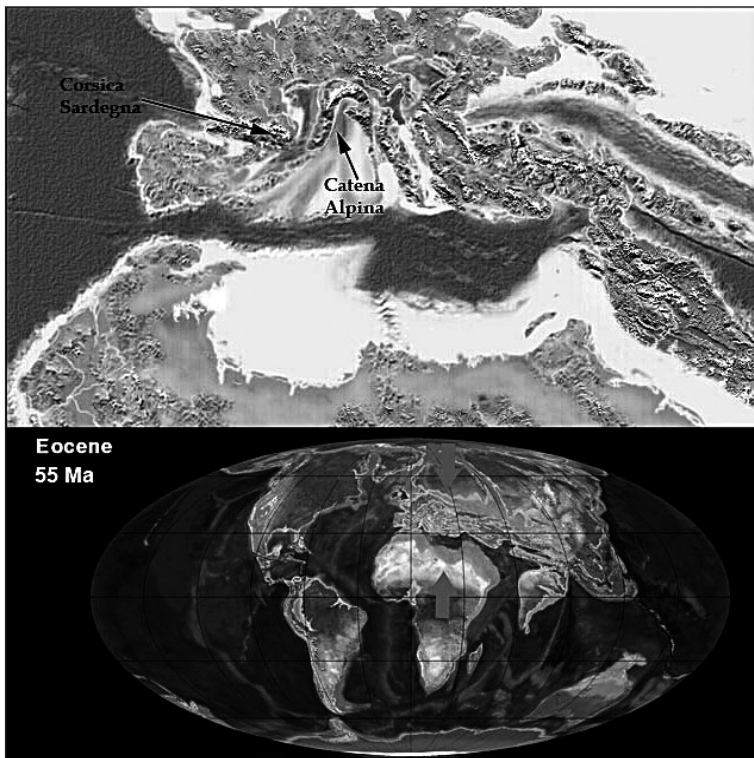


Fig. 4 - In alto: Orogenesi alpina iniziata durante il Cretacico (ca 100mln di anni fa). In basso: Situazione delle masse continentali durante l'Eocene, 55 mln di anni fa. Compaiono in Mediterraneo i primi pesci piatti del genere *Heteronectes* dove la migrazione dell'occhio è in corso

stituiscono una catena montuosa che si sviluppa per 645 Km e che interessa l'Italia, la Slovenia, la Croazia, la Bosnia Erzegovina, la Serbia, il Kosovo e l'Albania. Le rocce costituenti, sollevatesi per la potente pressione geotettonica (corrugamento), sono quelle date dagli antichi fondali della Tetide e del Paratetide (Mare Sarmatico) cioè rocce sedimentarie date da dolomiti, calcareniti, sabbie e conglomerati che si erano depositate nel Mesozoico (Cretacico) e nel Cenozoico (Era Terziaria). La fascia costiera orientale dell'Adriatico con i suoi morfotipi articolati, rocciosi, ha in parte questa genesi. Si contano in quella fascia più di 1.300 isole. Ciò conferisce una fisionomia unica, ma anche un ruolo eco-biologico particolare a quella fascia costiera orientale, nell'ambito del Mediterraneo, come vedremo.

Per quanto riguarda il fondo del mare, che poi si definirà come Adriatico, esso non è altro che una parte dell'antico bassofondo della "microplacca" denominata dai paleogeologi ADRIA. In sostanza, questa è il basamento crostale della penisola italiana, dell'Adriatico, di parte della costa ex iugoslava, della Grecia e delle Alpi Dinariche. Sotto questa microplacca andrà ad incunarsi, per subduzione, il margine Nord-Orientale dell'enorme Placca o Zolla africana sollevando parte della microplacca ADRIA. Questa è una concausa della relativa bassa profondità dell'Alto e Medio Adriatico. Quindi, ad un certo momento dell'evoluzione geologica di quel corpo variegato che sarà il Mediterraneo, circa 20 milioni di anni fa (Oligocene), c'è la costa Est (Alpi Dinariche) di quel che sarà l'Adriatico, c'è il fondale di quel che sarà l'Alto e Medio Adriatico (parte della microplacca Adria), ma non c'è ancora il bacino Adriatico perché manca la sponda o fascia occidentale dell'Adriatico, cioè la costa italiana. Questa andrà a delinearci successivamente mediante l'orogenesi appenninica.

La formazione degli Appennini

L'Adriatico diventa un bacino allorquando comincia a delinearci la penisola italiana. Il processo geotettonico che ha dato luogo alla formazione degli Appennini e man mano all'aggregazione degli altri pezzi (microplacche) dell'Italia meridionale ed insulare è stato tormentato e non è ancora terminato. Esso ebbe inizio nel Neogene, (fine Oligocene ed inizio Miocene), circa 20 milioni di anni fa e la pressione orogenetica si manifestò prima, in senso NO-SE e dopo, con un movimento di rotazione verso NE. Ci sono almeno due teorie riguardanti la formazione degli Appennini. La più accreditata di queste teorie asserisce che la crosta al di sotto dell'Adriatico sia una microplacca a se stante, interposta tra la zolla o placca africana e quella eurasiatica come si è detto. Questa microplacca (Adria o Apulia), come altre microplacche in cui i paleogeologi hanno individuato altre parti della penisola italiana, si sarebbero staccate dalla placca africana verso la fine del Triassico, circa 200 milioni di anni fa e, mi-

grando in senso rotatorio, si sarebbero man mano aggiunte a completare la Penisola Italica. Su queste microplacche, in sostanza bassi fondali della vecchia Tetide, avrebbero poi agito enormi pressioni geotettoniche laterali in senso Ovest-Est, capaci di provocare l'innalzamento dei fondi sedimentari del proto-Mediterraneo, dando luogo alla nascita degli Appennini. Infine, tra l'Oligocene superiore ed il Miocene inferiore, circa 24 milioni di anni fa, facendo perno sul Golfo di Genova, il blocco Sardo-Corso si distaccò dal blocco Europeo e ruotando in senso orario, si portò all'incirca nella posizione attuale (fig.5). Questo processo provocò i seguenti fatti geodinamici: a) sprofondamento dei territori ad Ovest del blocco Sardo-Corso, con conseguente formazione del bacino Balearico e del Mar Ligure; b) compressione ed accumulo di materiali sedimentari verso Est, con potenziamento dell'Orogenesi Appenninica. Dopo l'episodio del Messiniano (7-5 mln di anni fa), si arrivò infine al Pliocene (5,3-2,5 mln di anni fa). La Penisola Italica (Fig.6) è ora un cordone roccioso che a Nord

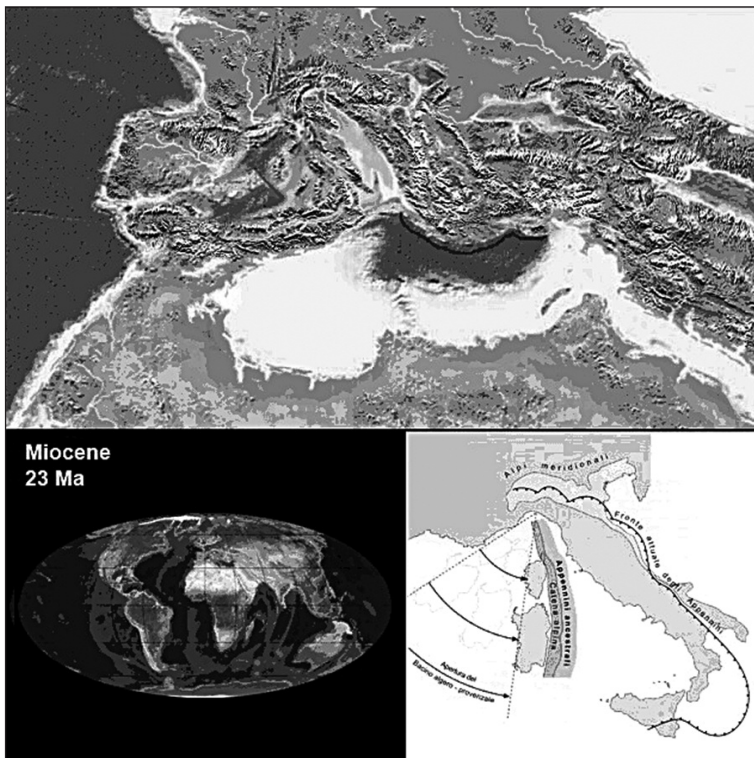


Fig. 5 - Inizio dell'orogenesi appenninica (20 mln di anni fa durante il Miocene). Si apre il bacino balearico; il blocco Sardo-Corso viene traslato verso SE. L'orogenesi appenninica provoca verso Est il corrugamento dei sedimenti della Tetide, già divenuta Mediterraneo

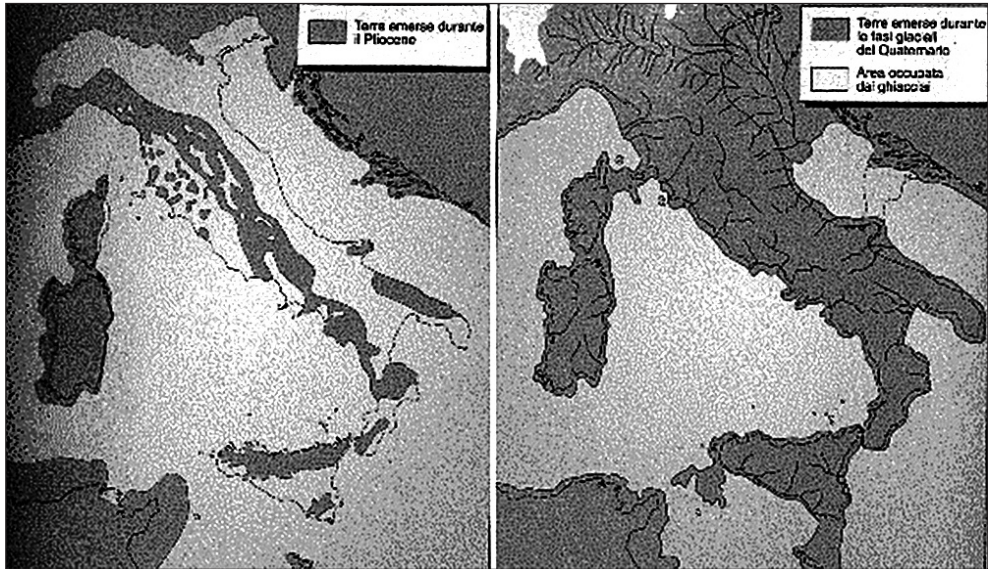


Fig. 6 - A sinistra: L'Adriatico durante il *Pliocene*. Il livello del mare è circa 100 m più alto rispetto ad oggi. A destra: L'Adriatico durante il *Pleistocene* (2,5 mln di anni fa fino a circa 12.000 anni fa). L'ultimo periodo glaciale, detto *Würm*, ha il suo massimo 18000 anni fa

si rastrema toccando la costa ligure (colle di Cadibona, provincia di Savona), si allarga verso il centro (Toscana, Lazio, Campania) e si connette a Sud con le altre microplacche vaganti (Gargano, Calabria, Sicilia). Il livello del mare è circa 100m più alto dell'attuale e l'Adriatico è molto esteso sia ad Est che ad Ovest. Ad Est copre gran parte delle isole ed isolette e si estende fino alle pendici delle Alpi Dinariche. Ad Ovest copre tutta l'attuale Pianura Padana. Nel Pleistocene (2,5 mln di anni fa fino a 12.000 anni fa) che comprende tutte le vicende del Quaternario, specie nell'ultimo glaciale (periodo wurmiano, 18.000- 12.000 anni fa) il livello del mare scende di 90-100 m, si formano gli istmi ed i ponti che consentono agli animali ed agli uomini del paleolitico prima e del neolitico dopo, di passare da una regione all'altra. Si sono venuti formando nel frattempo, cioè nel corso di questi ultimi milioni di anni, il bacino idrico del Po e degli altri fiumi alpini ed appenninici che, con il loro apporto sedimentario hanno colmato la pianura padana, hanno esteso spiagge, coste ed aree delizie, determinando così la fisionomia adriatica attuale. I morfotipi alluvionali della costa italiana adriatica ne sono ampia testimonianza. Ma, su questi avvenimenti è bene spendere qualche parola in più.

Va detto, anzitutto, che durante il Pleistocene, la pianura padana copriva tutto l'Alto Adriatico fino ad Ancona ed il Po, con i suoi affluenti, sia dalmati che italiani, si riversava in quella che oggi è la Fossa di Pomo che fa parte delle Fosse Mesoa-

driatiche. I sedimenti di quel periodo sono oggi ricoperti da quelli attuali, rimaneggiati. Fu Luigi De Marchi il primo che riuscì ad individuare le tracce degli antichi alvei sul fondo dell'Adriatico. (De Marchi 1922). Durante il massimo glaciale wurmiano (18.000 anni fa), in cui il livello marino era sceso di almeno 100 metri, il Po aveva formato un esteso delta (lowstand delta), con paludi salmastre e con apporti sedimentari che si riversavano nella Fossa di Pomo, come già accennato (Ori et al. 1986; Ciabatti et al. 1987).

Oggi, i sedimenti del paleodelta si trovano sui 140-150 metri, coperti dagli attuali, in gran parte rimaneggiati. Durante tutto il Pleistocene (che ingloba l'antico quaternario), ci furono diverse trasgressioni, cioè invasioni di acque marine, in successione a 12.000, 10.000, 8.000 anni fa, corrispondenti a periodi caldi e di innalzamento del livello del mare, intervallati da periodi freddi, noti come "Heinrich Events H1" e "Younger Drias". Solamente 6.000 anni fa, con la cosiddetta "trasgressione flandriana" in cui si accrebbe notevolmente la sedimentazione fangosa, l'Adriatico cominciò ad essere quello attuale. Va sottolineato che i processi sedimentari adriatici, legati a vari periodi climatici, sono molto complessi e sono stati studiati e riassunti da diversi autori nel tempo (Colantoni et al. 1979; Colantoni 1992; Brambati 1992; Spagnoli et al. 2014).

Per concludere, dopo la trasgressione flandriana, il livello marino si elevò ulteriormente ed il mare invase progressivamente i terreni dell'antico delta, spostando ed allargando il bacino sempre più a NO. Man mano che il mare invadeva la piana delizia, lasciava i segni delle antiche linee di riva. Ne sono testimonianza le cosiddette beach rocks costiere che sono concrezioni di ammassi conchigliari, sabbia, vermetidi ed altri organismi sessili. Queste formazioni sono chiamate in dialetto veneto "tegnue" od anche "trezze" ed in italiano "afferrature" (Stefanon e Mozzi 1972; Cesellato et al. 2007; Cesellato e Stefanon 2008). Va sottolineato il ruolo che svolgono queste formazioni organogene nel mitigare meccanicamente l'impatto della pesca a strascico, come anche nel consentire rifugio e protezione a diverse specie marine. A questo proposito, va sottolineato il ruolo più ampio che, sul piano della mitigazione della pesca radente, esercitano i cosiddetti "fondi sporchi" del Centro Adriatico (effetto deterrenza per il troppo carico di by-catch nelle reti) ed ancora maggiore e strutturale il ruolo di protezione delle classi adulte di diversi stock demersali, esercitato dal bioma costiero orientale, per la sua morfologia articolata, con 1.300 tra isole, grandi, medie e piccole distribuite lungo la costa (Bombace 2015).

Concludendo, la costa orientale dell'Adriatico (croata, montenegrina ed albanese) rocciosa, a falesie e picchi sul mare, è quindi più antica e si collega alla formazione orogenetica delle Alpi, in questo caso delle Alpi Dinariche, come si è detto, mentre la costa occidentale italiana è molto più recente e si collega all'orogenesi appenninica. L'orogenesi appenninica non si è ancora fermata e ne danno testimonianza i movimenti sismici che ancora tormentano i nostri territori.

La formazione del Tirreno

L'ultimo evento geologico importante è la formazione del Mar Tirreno. Per i paleogeologi non si tratta di un mare, bensì di un oceano, in quanto la dinamica tettonica che presiedette alla sua nascita è simile a quella riscontrata per la nascita dell'Oceano Ligure-Piemontese.

Non è questa la sede per approfondire l'argomento, trattando qui del Bacino Adriatico. Tuttavia per completezza su questo capitolo va spesa qualche parola.

All'incirca otto milioni di anni fa, si verificò una grande frattura nella crosta del fondale che separava il blocco Sardo-Corso dalla penisola italiana. Due grandi forze geotettoniche contrapposte cominciarono ad agire allontanando sempre più i due corpi. La distensione crostale, assottigliando sempre più il fondo, provocò la fuoriuscita di materiale lavico e la formazione di una serie di vulcani di grande rilevanza (Vavilov, Marsili, Magnaghi ecc.). Così ad esempio, il vulcano Marsili che si eleva da una profondità di 3.500 m e che ha una base di Km 70 per Km 30 e la cui sommità si arresta a 500 m dalla superficie del mare, risulta essere il più grande vulcano d'Europa. Rimarchevole è comunque, dal punto di vista geologico, geotettonico e sismico, tutta l'arco di fuoco che, partendo dal Vesuvio, passa dal sistema vulcanico centro-meridionale tirrenico, arriva al sistema vulcanico eoliano dato dai vulcani Stromboli, Vulcano ed isole di origine vulcanica vicine (Lipari, Salina, Alicudi, Filicudi ecc.) per finire in Sicilia all'Etna. Le forze geotettoniche contrapposte che allontanano sempre più il blocco Sardo-Corso dalla Penisola italiana, hanno raggiunto, circa 1 milione di anni fa, il massimo di velocità espansiva, cioè circa 20 cm l'anno nella direzione Ovest-Est. La velocità di espansione si è oggi ridotta, ma non si è arrestata e ciò porta la nostra Penisola a compattarsi sull'Adriatico, restringendone sempre più lo spazio acquoso.

2 - Produttività del Bacino Adriatico e fattori che la determinano.

Il Bacino Adriatico presenta una fisionomia di pesca caratterizzata da un'alta produttività alieutica, la più alta tra tutti i bacini del Mediterraneo (Bombace 2002). Per inciso, la produttività viene intesa come la cattura per unità di spazio, per unità di tempo. Nell'esempio che qui si illustra, la cattura è lo sbarcato globale costituito da Pesci Molluschi e Crostacei. Per unità di spazio qui s'intende il Km², mentre per unità di tempo s'intende l'anno. Basta fare un semplice calcolo per rendersi conto dell'alta produttività di pesca dell'Adriatico. Questo bacino ha una superficie di Km² 138.000, equivalente ad 1/20 della superficie dell'intero Mediterraneo che è di Km² 2.760.000 (Tab.1).

Tab. 1 - Confronto superfici marine e produzione ittica totale sbarcata (media 2009-2013) Mediterraneo e Adriatico

Bacino	Superficie (a)		Produzione sbarcato (b)		Densità b/a (t km ⁻²)
	Km ²	%	(t)	(%)	
Mediterraneo	2.760.000	100%	1.400.000	100%	0,50
Adriatico	138.000	20%	208.000*	7%	1,50
(*di cui 88.000 t dall'Adriatico orientale). Se la distribuzione delle risorse fosse uniforme, 70.000 t sarebbe la produzione virtuale adriatica.					

La produzione ittica mediterranea, onnicomprensiva di Pesci, Molluschi e Crostacei, sia pelagici che demersali, si aggira mediamente per questi ultimi anni (2009-2013) su t 1.400.000. Se le risorse, fossero distribuite uniformemente, cioè con la stessa densità in tutto il Mediterraneo, la produzione-cattura virtuale dell'Adriatico dovrebbe aggirarsi sulle t 70.000. Essa è invece di t 208.000 (di cui t 88.000 dall'Adriatico Orientale). Pertanto, se la produttività media per l'intero Mediterraneo è di t 0,50/Kmq/anno, per l'Adriatico è di t 1,50/Kmq/anno (Tab.1). Comunque il contributo dell'Adriatico alla produzione ittica italiana, anche considerando periodi diversi, è cambiata poco e si aggira sul 53-54% (Tab.2).

Si possono indicare almeno tre fattori (o gruppi di fattori) essenziali in grado di determinare l'alta produttività del bacino Adriatico, ma anche la sua fragilità:

- a) gli apporti fluviali ed i fenomeni connessi;
- b) l'estensione della platea continentale dell'Alto e Medio Adriatico e le relative basse profondità;
- c) la struttura oceanografica.

Tab. 2 - Produzione ittica totale in periodi diversi; contributo Adriatico Occidentale/Italia

Periodo	Italia (a)	Adriatico (b)	Contributo % b/a
	t (media)	t (media)	
1982-1992	391.000	210.000	53%
2009-2013	219.000	120.000*	54%
Variazione	-172.000	-90.000	
	-44%	-43%	

a) Apporti fluviali e fenomeni connessi

Gli apporti fluviali in Adriatico sono mediamente dell'ordine di 5.000 tonn. di mc/s. Circa t 3.000 vengono dalla costa italiana (metà dal Po), il resto dalla costa croata ed albanese (Raicich 1994). In sostanza, circa 1/3 delle acque continentali europee si sversa in Adriatico. Quest'apporto tuttavia si è ridotto in questi ultimi decenni. È accaduto che in casi di piene, questo apporto si raddoppiasse.

I fenomeni bioecologici che discendono da questa imponente massa d'acqua che arriva in mare sono:

- l'arricchimento in nutrienti che determina una importante biomassa fitoplanctonica (produzione primaria), capace a sua volta di alimentare un importante anello secondario di erbivori zooplanctontici e questi, a loro volta, gli stock dei piccoli pelagici.
- l'apporto di particellato organico in sospensione (seston) e di detrito organico sul fondo (produzione paraprimeraria), consente il sostentamento di una biomassa di filtratori sestonofagi quali mitili, ostriche ecc. e di bivalvi detritivori quali telline, cannelli, vongole, cuori, longoni, Pettinidi di varie specie, capesante e fasolare che non è dato trovare come stock sfruttabili dalla pesca professionale, in nessun altro bacino del Mediterraneo (Bombace 1995). Solo in Alto e Medio Adriatico si riscontra una pesca speciale basata sugli stock di vongole. Così pure, in conseguenza degli esperimenti di barriere artificiali a fini multipli in Adriatico e di maricoltura sospesa e sommersa (Bombace 1977; 1981; Bombace et al. 1991; Bombace et al. 1994), si sono moltiplicati in questi ultimi decenni, gli impianti flottanti di coltivazione di mitili, associati e installati contigualmente agli impianti di barriere artificiali (Cesano-Senigallia; Portonovo di Ancona; barriere ed impianti flottanti di Cattolica, Rimini ecc.) In questi casi si verifica una sinergia importante. La biomassa di mitili adulti, insediati sui substrati duri delle barriere, consente di fornire un abbondante "seme" di reclute ai collettori degli impianti flottanti delle imprese contigue di mitilicoltura. Il prodotto di questi impianti mitilicoli è di grande rilevanza, sia perché salubre (sono impianti del largo), sia per il buon accrescimento (c'è tanto particellato ancora nell'ambiente paracostiero), sia per le proprietà organolettiche e per la scarsa presenza di epibionti (le conchiglie si presentano sottili e pulite). È questo, certamente, uno dei risvolti positivi dell'esperienza di barriere artificiali in Adriatico e di maricoltura sospesa collegata.

Che ci sia un rapporto diretto tra eutrofizzazione e produzione di pesca e tra disponibilità di cibo e crescita degli organismi marini, lo dimostrano ormai numerosi studi e ricerche (Arneri and Jukic 1986, Arneri et al. 1994, Bombace 1985, 1992, 1995).

b) Estensione della platea continentale dell'Alto e Medio Adriatico e relative basse profondità

L'Alto e Medio Adriatico costituiscono un bioma unico e particolare, in cui la platea continentale declina dolcemente in senso Nord-Sud e Ovest-Est. A parità di latitudine, la parte Est è più profonda della parte Ovest. Nel sottobacino Alto Adriatico la profondità massima è di 70 m, mentre nel sottobacino Medio Adriatico la profondità massima è di 100 m, ad eccezione della cosiddetta Fossa di Pomo (Pomo Pit - Jabuka) in cui la profondità è di circa 280 m. La superficie del fondo dei due sottobacini è di circa 54.000 Km², pari a circa 16.000 Mn² (miglia nautiche quadrate). I due sottobacini presentano grandi affinità bioecologiche per cui nella suddivisione del Mediterraneo, operata con risoluzione 31/2007/2, (emendata nel 2009), dalla GFCM (General Fisheries Commission for the Mediterranean) della FAO, i due sottobacini sono raggruppati nella GSA (Geographic Sub Area) n 17. In sintesi, nella GSA 17 manca un sistema batiale, come invece si ha nella GSA 18 che comprende il Basso Adriatico. Va detto che le GSAs sono state istituite principalmente, per dare georeferenzialità ai campionamenti biologici degli Stati, in funzione della valutazione delle risorse.

Dal punto di vista bionomico i fondali della GSA 17 sono prevalentemente sedimenti mobili dati da sabbie costiere e del largo (fossili queste ultime), fanghi costieri, fanghi detritici costieri e del largo ecc. Rari i substrati rocciosi originari, mentre si riscontrano rocce organogene concrezionate (beach rocks) in Alto Adriatico, da interpretarsi come resti di antiche linee di riva oppure ammassi conchigliari in Medio Adriatico, formati in altre epoche assieme a sedimenti grossolani. Tracce di antichi alvei, risalenti all'ultimo periodo glaciale sono stati riscontrati al largo, in Medio Adriatico, come già detto.

Ma, cosa comportano dal punto di vista ecologico e della pesca i bassi fondali?

Anzitutto significano un compattamento delle catene alimentari che si svolgono ai diversi livelli della colonna d'acqua. In Alto e Medio Adriatico, la catena alimentare pelagica che dal fitoplancton va allo zooplancton ed arriva fino ai piccoli pelagici (Sardine, Acciughe, Spratti, Suri, Sgombri ecc.) entra in contatto ed interazione con le catene alimentari nectobentonica e bentonica che vanno dal fito e zoobenthos fino ai pesci e macroinvertebrati demersali, oggetto di cattura. Ciò consente scambi trofici e quindi passaggi d'energia rapidi e consistenti nella rete trofica che interessa l'intera colonna d'acqua. A mò d'esempio e per brevità, diciamo che in Alto e Medio Adriatico, i merluzzi giovani ed adulti si nutrono abbondantemente di Acciughe e Sardine, come dimostrano le ricerche sulla dieta di questi animali (Froglià 1973) Ciò è assolutamente impossibile in mari profondi, come sono gli altri bacini del Mediterraneo. Qui i trasferimenti di energia tra i diversi livelli trofici nella colonna d'acqua, sono dispendiosi e si affidano ad animali intermediari (Mictofidi, Crostacei e Teutacei migratori nictemerali), che di notte risalgono verso gli strati superficiali del mare, dove predano e di giorno si trasferiscono sui fondi circalitorali e batiali, dove

a loro volta vengono predati dalle specie ittiche demersali, tra cui il merluzzo o nasello (Orsi-Relini L. e Relini G. 1990 e 1992).

c) La struttura oceanografica

Dei movimenti delle masse d'acqua dell'Adriatico si tratterà in altra relazione del Convegno. Qui si vuole aggiungere solamente che le basse profondità della GSA 17 sono anche positive, dal punto di vista del rimescolamento e ricambio delle masse d'acqua. I venti di NE in particolare, riescono a rimescolare e ricambiare l'acqua del bacino Alto Adriatico in qualche settimana, grazie ai venti di bora, la cui frequenza purtroppo si è ridotta in questi ultimi decenni. Succede inoltre che i processi di rimescolamento, siano essi dovuti ai venti di bora o ai cosiddetti vortici di mesoscala stagionali, quali si verificano in Medio Adriatico, rimettano in circolo i nutrienti sedimentatisi, rendendoli disponibili ai processi fotosintetici.

Ma, i bassi fondali e la platea dolcemente degradante e l'estensione della medesima, presentano risvolti negativi allorquando nei mesi di calma estiva si verifica stratificazione dell'acqua, con fenomeni di moltiplicazioni algali o di manifestazioni mucillaginose e conseguenti distrofie e fenomeni di sottrazione di ossigeno sul fondo dove si è accumulato materiale organico. Infine, la platea continentale estesa ed in larga parte piana, consente una grande accessibilità alle risorse da parte dei mestieri di pesca radenti (strascico, rapido, volante ecc.) che sono certamente poco selettivi.

Solo in Alto e Medio Adriatico è possibile l'uso e l'abuso di un efficientissimo ed invasivo attrezzo da pesca, come il "rapido o rabbio" per la cattura delle Sogliole e di altri pesci piatti. La selettività di questo attrezzo è pressoché nulla. Una mitigazione d'uso di questo attrezzo sarebbe di giovamento agli stessi pescatori ed allo stesso stock di Sogliole.

Per quanto riguarda altri aspetti del bacino, quali quelli oceanografici o quelli riguardanti le risorse pelagiche e demersali, utilizzando approcci diversi di ricerca, rimando alle relazioni dei colleghi. Consentitemi ora, di svolgere alcune considerazioni sull'andamento delle risorse demersali adriatiche, considerando un periodo di 44 anni, utilizzando un approccio statistico globale. Le risorse demersali sono date dagli organismi che vivono sul fondo del mare o che, sollevandosi dal fondo, hanno comunque un rapporto (trofico) con il fondo marino.

3 - Stato ed evoluzione delle risorse demersali da strascico in un lungo periodo (1969-2013).

Com'è noto, sono possibili diversi approcci e metodi d'indagine per avere una conoscenza dello stato di sfruttamento di una risorsa e dell'evoluzione di essa nel tempo.

Nel presente capitolo ci si riferisce alle risorse demersali da strascico, pescate in Adriatico, dalla flottiglia da pesca italiana, in un arco di 44 anni. L'approccio è quello statistico globale, riferito alle catture sbarcate dalla pesca professionale. Fino al 2000 sono dati di base ISTAT, dal 2001 al 2013 sono dati di base IREPA (Istituto Ricerche Economia Pesca ed Acquicoltura), elaborati in modo da identificare la categoria dei demersali ("Altri Pesci" più Molluschi Cefalopodi e Crostacei in ISTAT) e riferiti allo sforzo di pesca a strascico, nominale e globale, indicizzato in HP e dopo convertito in KW. Questo approccio di lungo termine e l'elaborazione opportuna dei dati di base ci ha consentito di osservare l'andamento storico dell'insieme delle risorse demersali catturate e sbarcate ed il livello di abbondanza di esse nel tempo, nella fascia centro-occidentale dell'Adriatico.

Tutti conosciamo i limiti di questi dati, anche se i dati IREPA sono più attendibili e realistici in quanto basati su campionamenti-catture di natanti ed estrapolati poi alla flottiglia da pesca interessata. Sono dati riferibili alle flottiglie "regionali" di pesca e questo consente, tra l'altro, una lettura ecologica dei dati stessi. Comunque tutti gli approcci scientifici e tutti i modelli di valutazione presentano dei limiti. La nostra convinzione è che con un approccio multiplo, cioè basato su diversi metodi di stock assessment, ci si avvicini meglio alla verità dei fenomeni. Rimane infatti assurdo che non si tenga anche conto dei dati della pesca professionale che per estensione e frequenza spazio-temporale dell'attività consente un buon campionamento. Va anche detto per obiettività, che per i dati 2013 sembra essersi verificato qualche problema a livello del campionamento, per cause esterne all'Istituto di raccolta.

Nella fig. 7, viene rappresentata l'evoluzione nell'arco di 44 anni dei tre parametri alieutici fondamentali e cioè: le catture sbarcate dalla flottiglia da pesca a strascico italiana operante in Adriatico, catture espresse in quintali; l'andamento dello sforzo di pesca espresso in KW come vuole la CE; le catture per unità di sforzo (C/f, CPUE) espresse in Kg/KW. Quest'ultimo parametro, com'è noto, rappresenta l'indice di abbondanza, in questo caso delle risorse demersali considerate.

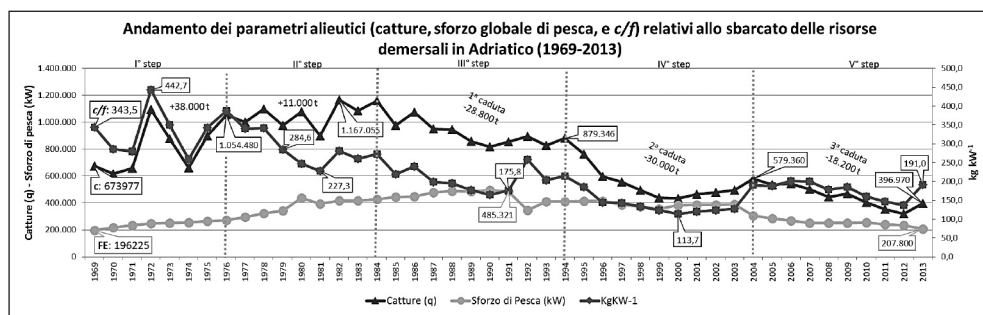


Fig. 7

L'approccio scientifico adottato è quello statistico globale, in cui viene preso in considerazione il pool degli individui catturati da una rete a strascico nelle aree date, appartenenti a specie che convivono nello stesso ambiente e che l'attrezzo non può discriminare.

È certamente importante sapere qual è lo stato di ciascun stock ittico e, per capirlo c'è tutta una serie di ricerche che, mediante campionamenti in mare (approccio diretto) e per estrapolazione nello spazio e confronti nel tempo, delinea lo stato della risorsa. Ma, è anche utile osservare come si delinea il livello di abbondanza per anno e per l'arco di diversi decenni, dell'insieme degli stock catturati a strascico (pool demersale), secondo l'andamento dei parametri alieutici e cioè catture sbarcate (proporzionali alla biomassa in mare), sforzo di pesca espresso in KW e catture/unità di sforzo, cioè indici di abbondanza. Ma, come si dirà nella conclusione, le misure gestionali non possono prescindere da alcune considerazioni di carattere sistemico generale.

Osservando la fig.7 si individuano diversi intervalli, con connotazioni diverse:

I step 1969-1976. Lo sforzo di pesca nominale (Fishing Effort, FE) è di KW 196.225.

Le catture sbarcate, proporzionali alla biomassa in mare, presentano ampie oscillazioni, tra 67.398 t e 105.000 t (nella figura sono espresse in quintali). La cattura per unità di sforzo (C/f), che è l'indice di abbondanza, si muove sui 343,5 Kg/KW, con un picco di 442,7 Kg/KW nel 1972. Questo periodo si può connotare come il periodo della crescita del sistema alieutico demersale adriatico occidentale. In sintesi, considerando i due anni estremi, le catture in questo intervallo, sono aumentate di 38.000 tonnellate.

II step 1977-1984. Lo sforzo di pesca nel corso di questo periodo raddoppia, portandosi ad oltre 400.000 KW mentre le catture per unità di sforzo (C/f) scendono prima a 284 Kg/KW e dopo a 227 Kg/kw, anche se poi risalgono. Ma, le catture globali si mantengono alte, oltre le 100.000 t ciò che significa che la biomassa in mare c'è e quindi le risorse non corrono pericolo. Tuttavia, sarebbe dovuto scattare l'allarme e, a livello decisionale, fermare sin d'allora la corsa alle nuove costruzioni di natanti o comunque all'aumento dello sforzo globale di pesca. Così non è stato. E del resto la nuova legge di programmazione e razionalizzazione della pesca, alludo alla L. n. 41/82, era appena entrata in vigore. Il periodo si può connotare come quello del massimo rendimento ottimale continuativo, ma anche come quello del mancato allarme ed intervento restrittivo sullo sforzo di pesca globale. Le catture sono aumentate di poco più di 11.000 tonn. considerando i due anni estremi dell'intervallo.

III step 1985-1994. Lo sforzo di pesca continua a crescere e nessuno si preoccupa di fermarlo, malgrado gli avvisi della Ricerca. Esso raggiunge il massimo di tutto l'arco di tempo considerato, con KW 485.321 di potenza motore globale. Scendono le catture per unità di sforzo fino al minimo di 175,8 Kg/KW, ma scendono in parallelo anche le catture globali fino ad 80.000 t/anno, mediamente per gli anni '90, ciò che significa che ha ceduto la biomassa in mare. Stavolta l'allarme viene lanciato seriamente, sia a livello nazionale che comunitario. I costi economico-sociali sono ora

pesanti e cominciano le prime dismissioni di attività di pesca a strascico e le conversioni a livello di licenze di pesca. Il periodo si può connotare come quello dell'inizio della crisi, ma anche della presa di coscienza del problema.

La perdita a livello delle catture è di 12.000 tonnellate. Questa è la prima significativa caduta.

IV step 1995-2004. È il periodo della grande caduta delle catture e quindi della biomassa in mare. Le catture si dimezzano ed arrivano appena a 40.000 t. nel 2000. Poi risalgono gradualmente, portandosi a circa 58.000 t. Lo sforzo globale di pesca si mantiene ancora su 400.000 KW, pur sempre il doppio di quello iniziale e le catture per unità di sforzo, indice dello stato degli stock demersali nel loro insieme, si attestano su 113,7 Kg/KW che rappresenta il minimo storico della serie. Il periodo può connotarsi come quello di massima crisi del settore pesca, con dismissioni di attività di pesca a strascico in tutte le marinerie adriatiche. Ma, la crisi è nazionale in quanto si verifica anche negli altri mari italiani (Bombace e Grati 2007; Bombace et al.2013). Verso la fine di questo periodo (dal 2001 in poi) c'è un recupero di catture e di catture per unità di sforzo e, nel 2004 le catture sono di t 57.936 e, le catture/unità di sforzo sono di circa Kg190/KW, in coincidenza con una ulteriore riduzione dello sforzo di pesca. Questa è ormai diventata una misura consolidata da direttive comunitarie. Le catture sono diminuite di ben 30.000 tonn. considerando i punti estremi dell'intervallo.

V step 2005-2013. Si osserva una ulteriore graduale caduta del sistema alieutico. Lo sforzo globale di pesca si è ridotto ulteriormente e l'ultimo anno censito (cioè il 2013) ci da un valore di KW 188.694, cioè inferiore di circa 7.500 KW rispetto a quello iniziale di questo lungo ciclo di 44 anni. Il livello delle catture è di t 35.982,5 e quello delle catture per unità di sforzo di 190,7Kg/KW. Il periodo potrebbe connotarsi come quello di un probabile inizio di una inversione di tendenza nel lungo trend in discesa del pool demersale. Si vedrà nei prossimi anni. La perdita a livello di catture è di t 22.000 circa. Tuttavia, come accennato prima, qualche riserva si può esprimere su dati 2013, specie a livello degli sbarchi relativi a determinati stock, di cui si hanno altri riscontri.

4 - Diversità e complementarità delle due fasce costiere, orientale ed occidentale nella fisionomia bioecologica e di pesca dell'Adriatico.

La Risoluzione GFCM/33/2009/2 che emenda una precedente risoluzione del 2007, stabilisce in Mediterraneo le cosiddette GSAs, cioè le Geographic Sub Areas. Premesso che la GFCM è la General Fisheries Commission for the Mediterranean, oggi facente parte del Comitato Scientifico, Tecnico ed Economico della CE, le Sub Aree Geografiche altro non sono che delle superfici marine indicate con numeri ed individuate con coordinate geografiche (fig.8), che servono per dare limiti geografici ai campionamenti biologici e per monitorare la pesca in modo georeferenziato, nell'area del GFCM (area FAO 37).

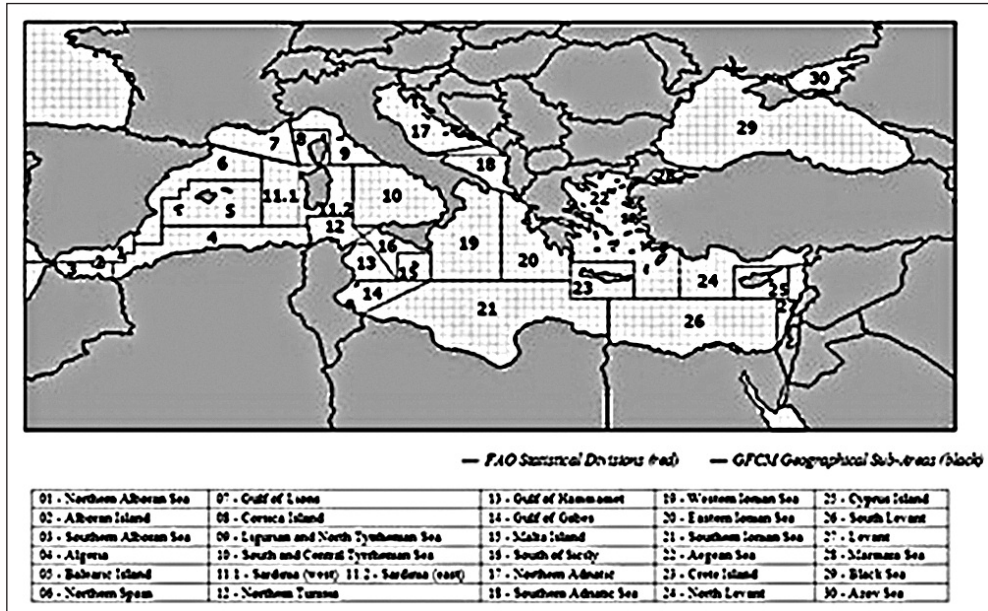


Fig. 8 - Geographic Sub-Areas in Mediterraneo. Risoluzione 2007, emanata nel 2009 (GFCM - FAO)

Riconoscendo talune affinità ecologiche, come già detto, e soprattutto considerando il fatto che gli stock del largo costituiscono risorse comuni (shared stocks), l'Alto e Medio Adriatico sono stati compresi in un'unica GSA, esattamente la GSA 17.

In effetti, considerando ad es. il fattore "fondale" che, nella GSA 17 costituisce un'unica platea degradante dolcemente da Nord a Sud e da Ovest ad Est e, considerando inoltre che, dal punto di vista bionomico e geomorfologico, non esiste in questa GSA un sistema batiale come si riscontra invece in Basso Adriatico (GSA18), appare giustificata l'inclusione nella stessa GSA 17 dell'Alto e Medio Adriatico. Infine, il GFCM privilegiando il punto di vista latitudinale nell'includere l'Alto e Medio Adriatico nella stessa GSA 17, incoraggia i rapporti di collaborazione nella ricerca e nella gestione di risorse condivise tra Paesi rivieraschi.

Ma, se guardiamo ad altri fattori, quali ad es. la morfologia costiera, le connotazioni oceanografiche (correnti, salinità, temperatura, sali nutritivi, particolato organico, produzione primaria ecc.), la natura dei fondali ecc. risultano fisionomie ecologiche ben diverse tra la fascia costiera orientale e quella occidentale. Nella fig.9, vengono segnalate alcune caratteristiche differenziali tra le due fasce Est ed Ovest del bacino. Ora, è noto che le basi della biodiversità sono date da un complesso di fattori che sono climatici, geografici, ma anche edafici, cioè riguardanti il suolo. La natura, la struttura, la complessità dei substrati condiziona l'insediamento biologico. Un substrato roccioso determina un insediamento biologico diverso da quello determinato da un substrato mobile

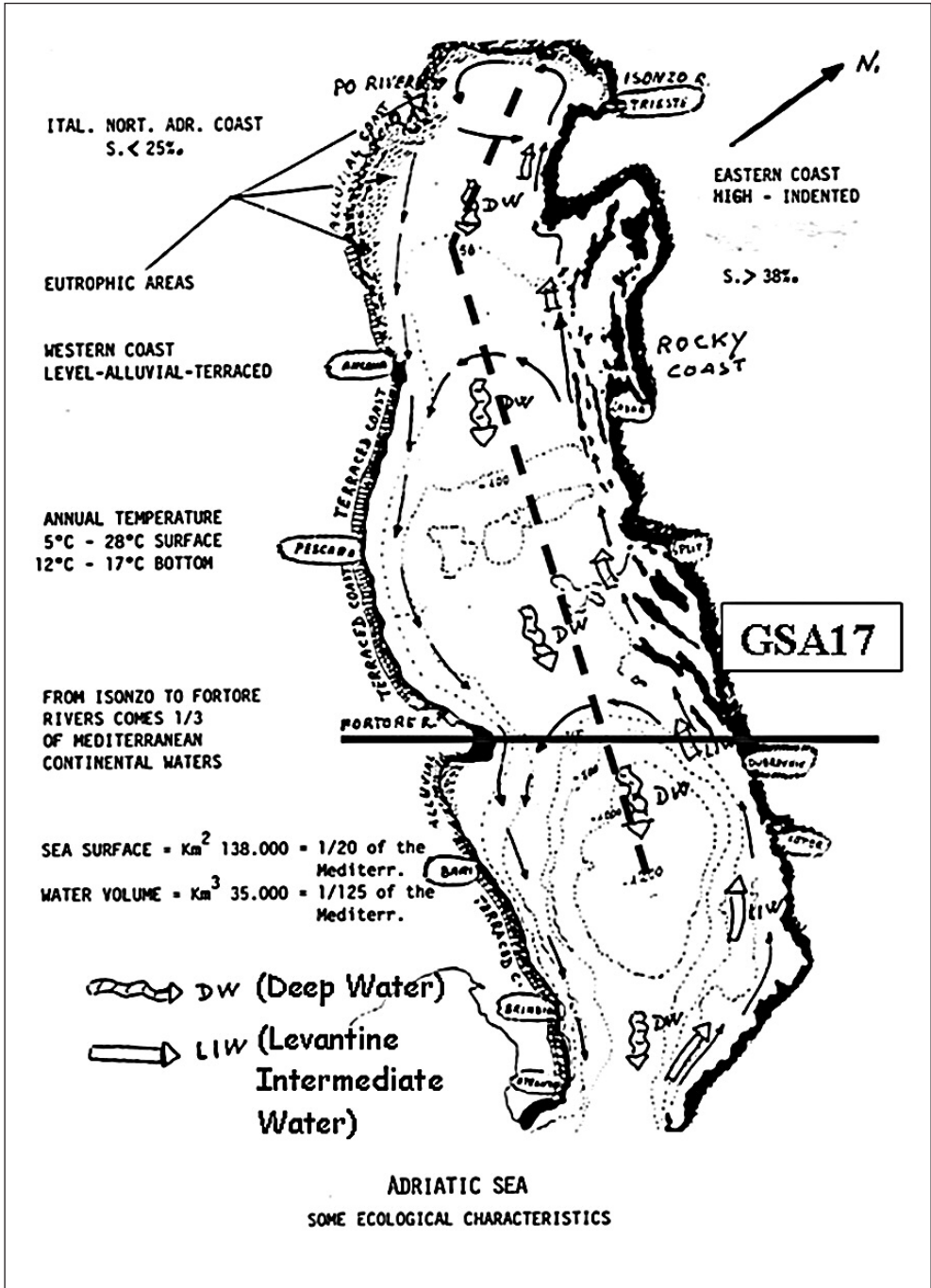


Fig. 9 - Alcune caratteristiche ecologiche del bioma orientale e del bioma occidentale

(sabbioso, fangoso, detritico ecc.). La fascia costiera orientale, con la sua articolazione di isole, isolette, (se ne contano 1.300; su una linea di costa di Km 5.835, si hanno Km 1.777 di costa di terra e Km 4.058 di costa di isole), canali e morfotipi rocciosi a falesia, costituisce un bioma assolutamente diverso da quello della fascia costiera occidentale, il quale è prevalentemente caratterizzato da coste alluvionali e morfotipi a terrazze sedimentarie e da conseguente successione a mare di fondi mobili che accolgono ad es. le ricche popolazioni di molluschi bivalvi, quali non è dato di vedere in nessun altro bacino del Mediterraneo. Questo succede perché, oltre al substrato favorevole all'insediamento, si riscontra la ricchezza, nella colonna d'acqua, del detrito e delle sospensioni di particellato organico (seston), vera e propria produzione paraprimaria. Qui le specie diventano stocks, cioè quantità sfruttabili dalla pesca. Dal punto di vista alieutico e della distribuzione degli stocks o, nell'ambito di uno stesso stock, della distribuzione delle diverse classi di età delle popolazioni, le indagini e le ricerche in corso ci suggeriscono che la fascia orientale dell'Adriatico è un bioma che accoglie le classi di età adulte di diversi stocks demersali importanti quali Soleidi, Triglidi, Mullidi ecc. (Grati et al.2013; Scarcella et al. 2014; Adriamed 2013), mentre la fascia occidentale, proprio per le sue peculiarità trofiche ed edafiche è un bioma che privilegia l'installarsi di nurseries e favorisce l'accrescimento delle forme giovanili di diverse popolazioni ittiche. Ma, questo paradigma accertato per alcuni stocks ittici è estensibile a tutti gli stocks ittici demersali della GSA 17? C'è un diverso modo di essere stock comune? Sarebbe utile una ricerca internazionale comune sull'argomento che, oltre a confrontare classi di taglia di uno stesso stock nei due biomi, confronti l'etologia alimentare delle popolazioni adulte e giovanili, il sistema di dispersione di uova e larve, il ruolo della corrente ciclonica adriatica ed infine le migrazioni costa-largo e viceversa.

È evidente che in questi casi di stocks comuni, ma a classi di età diversamente dislocate nei due biomi, gli indirizzi di gestione delle risorse non possono essere gli stessi. Per il bioma orientale infatti, si può temere un recruits overfishing, nel caso di sovrasfruttamento delle forme adulte, mentre per il bioma occidentale è da temere un growth overfishing, nel caso di sovrasfruttamento delle forme giovanili, ancora in crescita e non pervenute almeno alla taglia di prima riproduzione. I due indirizzi gestionali debbono essere diversi ma complementari nell'obiettivo di una pesca sostenibile di stock comuni.

Conclusione

Un complesso di fattori ecologici, edafici e climatici fanno dell'Adriatico il bacino più produttivo del Mediterraneo. Gli stessi fattori di produttività, possono contenere fattori di fragilità. Così lo sversamento dei fiumi e corsi d'acqua, oltre ad apportare nutrienti e materiale organico all'ecosistema marino, apporta anche inquinanti di vario genere (pesticidi, fitofarmaci, metalli pesanti, plastiche e materiali estranei ecc.). In

condizioni di stratificazione della colonna d'acqua, fenomeno frequente in un mare poco profondo e che spesso si verifica nel periodo estivo e con temperature elevate, si possono creare condizioni di ipossia od anossia nei fondali, soprattutto costieri, con manifestazione di eventi mucilluginosi e distrofie varie, per materiale organico in degradazione. Ma, anche il declino dolce e l'estensione della platea, con fondali pianeggianti, creano le condizioni di grande accessibilità alle risorse per i mestieri di pesca radenti e quindi possibili condizioni di sovrasfruttamento. Nell'ambito dello stesso bacino adriatico sono evidenti due biomi, orientale ed occidentale, con caratteristiche geomorfologiche, bioecologiche ed alieutiche diverse.

L'approccio statistico globale per un lungo periodo (44 anni), rivela che la pesca di risorse demersali da strascico del versante centro-occidentale ha avuto un periodo di alto rendimento che è durato 15 anni, dal 1969 al 1984.

Le connotazioni alieutiche di questo periodo, si possono così riassumere:

- Catture oltre le 100.000 t/anno;
- Sforzo di pesca crescente da KW 196.225 a KW 400.000 ed oltre.
- Catture/Unità di sforzo da 343 Kg/KW a 227 Kg/KW.

A questo periodo è seguito un periodo di decadimento delle catture (e quindi della biomassa in mare) che è durato 20 anni (dal 1985 al 2004), con conseguenze devastanti sul piano economico-sociale. Le connotazioni alieutiche si possono così riassumere:

- Catture, da oltre t 100.000 a t 58.800;
- Sforzo di pesca che, dopo una ulteriore risalita a KW 485.000, lentamente ridiscende, fermandosi a KW 400.000;
- Catture/Unità di sforzo su Kg 113,7/KW/anno, livello minimo di tutta la serie storica.

Ultimo periodo, dal 2004 al 2013. Si nota un declino più dolce a livello delle catture del pool demersale ed un segnale di ripresa soprattutto nell'ultimo anno. Le connotazioni alieutiche si possono così compendiare:

- Catture attestata su t 36.000/anno;
- Sforzo di pesca che finalmente diminuisce, portandosi ad un livello che è di poco inferiore a quello dell'inizio di tutto il ciclo storico considerato, esattamente KW 188.694.
- Catture/Unità di sforzo che finalmente rimontano, portandosi su 191Kg/KW/anno.

Ne discende che bisogna attendere i prossimi anni, per capire se la tendenza al recupero si consolida o meno. Appare ovvio che bisogna insistere nel tenere fermo lo sforzo globale di pesca a strascico esistente. I risultati sono comunque concordi con quelli di altri autori (Piccinetti et al.2012). La ricerca ha confermato che gli stocks demersali adriatici sono shared stocks cioè stock comuni per i Paesi rivieraschi. Per alcuni stocks (Sogliole, Testole ecc.) questa caratterizzazione va intesa nel senso che le classi di età adulte privilegiano il bioma orientale, mentre le classi giovanili in via di accrescimento privilegiano, per ovvi motivi trofici ed ecologici, il bioma occidentale.

È chiaro che gli indirizzi di gestione di questi stocks debbano tendere, da un lato, per il bioma orientale, a mitigare la sovrappesca delle classi adulte, al fine di non cadere nel fenomeno di impoverimento di reclute (recruits overfishing), mentre per il bioma occidentale bisogna impedire o ridurre il fenomeno di cattura delle forme giovanili, immature che non hanno raggiunto nemmeno la taglia di prima riproduzione (growth overfishing). Ma, tutti gli stocks demersali del largo, oggetto di pesca a strascico, presentano questo paradigma? Pare improbabile. Si ritiene ormai matura l'idea di un approccio di ricerca multidisciplinare e sistemico che esamini ed approfondisca il ruolo dei diversi fattori che pulsano nell'ecosistema e che determinano nel tempo lo stato dell'ambiente e delle risorse che in esso vivono.

Per le risorse demersali pescate a strascico, è stato evidenziato come sia fattore determinante, per lo stato di sfruttamento, lo sforzo di pesca messo in atto e da mettere tutto in conto all'uomo che lo usa. Tuttavia, come è noto, lo sforzo di pesca, gioca un ruolo diverso ed opposto, a seconda dello stato della biomassa in mare. A biomassa in mare crescente, l'aumento dello sforzo di pesca genera ulteriore cattura ma, a biomassa decrescente in mare, l'aumento dello sforzo di pesca genera ulteriore caduta delle catture. Aumenta cioè la mortalità da pesca. Ma, in mare agisce anche la mortalità naturale e se le condizioni ambientali si sono deteriorate per un insieme di turbative ambientali (inquinamenti di vario genere, alterazioni dello stato dell'acqua e dei fondi marini ecc), provocando morie di organismi, specie nella fase di prereclutamento degli stock, cioè quella larvale e giovanile, la somma delle due mortalità può portare al collasso le risorse.

I risultati dell'approccio statistico globale, unitamente ai contributi provenienti da altri approcci e modelli di valutazione delle risorse, possono contribuire a calibrare meglio le misure di gestione. Queste debbono tuttavia tener conto di alcuni fatti di base significativi:

- a - i prelievi e le catture si esercitano su un pool di specie contemporaneamente. Gli stock sono multispecifici e la catture altrettanto.
- b - la selettività, cioè il potere di filtrazione del catturato, agisce su una molteplicità di forme e di taglie di diverse specie che possono trovarsi e si trovano in condizioni biologiche diverse. Pertanto le dimensioni e forma di maglie e reti sono un compromesso tra esigenze diverse.
- c - il fondale in cui si esercita l'attività di pesca cambia nel tempo e nello spazio (batimetrie e assetti biocenotici diversi, stagionalità ecc.)
- d - l'attività di pesca si esplica in un ambiente, in cui operano altre attività umane. Ne viene di conseguenza la necessità di adottare una visione integrata, compatibile e sostenibile dell'ecosistema marino. Su questo obiettivo dobbiamo tutti convergere.

Ringraziamenti

Ringrazio Luca Bolognini e Fabio Grati per la loro collaborazione.

Bibliografia

Adriamed 2013 - (AA.VV.); Small-scale fisheries in the Adriatic Sea: information gaps at biological, socio-economic and environmental level. First Region. Symposium on sustainable small-scale Fisheries in the Medit.Sea, Malta 27-30 Nov.2013.

Arneri E., Jukic S. 1986 - Some preliminary observations on the biology and dynamics of *Mullus barbatus* L. in Adriatic Sea. *FAO Fish.Report* 345: 79-85.

Arneri et al.1994 - Age and Growth of *Venus verrucosa* (Warty Venus) in the Adriatic and Aegean Sea. *Rapporto CEE*: pp 47.

Bombace G. 1977 - Aspetti teorici e sperimentali concernenti le barriere artificiali. *Atti IX Congresso SIBM*, Lacco Ameno d'Ischia: 29-47.

Bombace G. 1981 - Note sur les expériences de création de récifs artificiels en Italie. *FAO, Etud. et Rev.CGPM* 58: 321-337.

Bombace G. 1985 - Eutrofizzazione e produzione di pesca. *Nova Thalassia*, 7,Suppl.3, 277-295.

Bombace G.,Artegiani A., Fabi G., Fiorentini L. 1991 - Ricerche comparative sulle condizioni ambientali e sulle possibilità biologiche e tecnologiche di allevamento ottimale di mitili ed ostriche in mare aperto mediante strutture sommerse e sospese. *Rapp. IRPEM*, CNR al MMM, Dir. Pesca: pp205.

Bombace G. 1992 - Fisheries of the Adriatic Sea. In G.Colombo ed. *Mar. Eutrophic. and Populat. Dynam. Olsen and Olsen publ.*, Fredensborg Denmark: 379-389.

Bombace G. 1995 - Ambiente, Pesca e Risorse marine, Atti Convegni Lincei 118, XII Giornata dell'Ambiente. *La Fauna Ital.*, Roma:29-80.

Bombace G.,Fabi G., Fiorentini L., Grati F., Panfili M., Spagnolo A. 1998 - Maricoltura Associata a barriere artificiali, *Biol.Mar. Medit.*, 5 (3):1773-1782.

Bombace G. 2002 - Riflessioni su Pesca, Biodiversità ed Aree Marine Protette. *Biol. Mar. Medit.*, 9 (1): 1145- 1172.

Bombace G. e Grati F. 2007 - Che succede alle risorse di pesca del Mediterraneo? *Notiz. SIBM* 59: pp.20.

Bombace G., Cingolani N., Santojanni A. 2013 - Declino delle risorse della pesca marittima e dell'acquacoltura. Quali cause? Necessità di una discussione all'interno della comunità scientifica. *Notiz. SIBM* 64: 62-67.

Bombace G. 2014 - Ancora sullo stato delle risorse demersali dei mari italiani e dell'Adriatico in particolare. *Notiz. SIBM* 65: 36-38.

Bombace G.2015 - Su alcuni aspetti ecologici e di pesca dell'Adriatico. Inaugurazione Anno accad. 2014 *Accademia March. Sc.Lett. Arti*, Ancona.

Brambati A. 1992 - Origin and evolution of the Adriatic Sea. In Colombo G.et al. Eds. *Mar. Eutrophic. and Populat. Dynam.* Fredensborg: Olson and Olson: 327-346.

Casellato S., Masiero L., Sichirollo E., Soresi S. 2007 - Hidden secrets of the Northern Adriatic "tegnue" peculiar reefs. *Central Europ.Journal of Biology*,2 (1):122-136.

Casellato S., Stefanon A.2008 - Coralligenous habitat in the Northern Adriatic Sea; an overview, *Mar. Ecol.*,29:321-341.

Ciabatti M., Curzi V.P., Ricci-Lucchi F. 1987 - Quaternari sedimentation in the Central Adriatic Sea. *Giorn. di geol.* 49 (1):113-125.

Colantoni P., Gallignani P., Lenaz R. 1979 - Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic continental shelf (It.). *Mar.Geol.*33: 41-50.

Colantoni P. 1992 - Evoluz. morfo-sediment. recente del mare Adriat. *Proceeding of the 9° Congr. AIOL*, S.Margh. Lig. Nov.1990:17-24.

CGPM, FAO 1984-1993: *Statistical Bulletin*, nn 7,8,9, Fao, Roma.

De Marchi L. 1922 - Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza con le espansioni glaciali. *Atti Acc. Sc. Veneto-Trent. Istriana*:12-13.

Frogia C. 1973 - Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius*) del Medio Adriatico. *Atti V Congr.SIBM*:327-341.

Grati F., Scarcella G., Polidori P., Domenichetti F., Bolognini L., Gramolini R., Vasagallo C., Giovanardi O., Raicevich S., Celic I., Vrgoc N., Isajlovic I., Jenic A., Marceta B., Fabi G. 2013 - Multiannual investig. of the Spat. distrib. of juvenile and adult sole (*Solea solea* L.) in the Adr. Sea. *J. Sea Res.*84:122-132.

ISTAT, Statistiche della Caccia e della Pesca. *Annuari 1984-1993*.

IREPA- *Osservatorio Economico sulle strutture prod.della Pesca Maritt. in Italia Anni 2004-2012*. Ed.Scient.Ital.

Ori G.G., Roversi M., Zitellini N. 1986 - Tettonica e sedimentazione Plio-quaternaria dell'avanpaese e dell'avanfossa adriat. centro-merid. *Prepr.73° Congr. Soc.Geol.It.*: 159-162.

Orsi-Relini L., Relini G. 1990 - The glass shrimp *Pasiphaea sivado* in the food chains of the Ligurian Sea. In *Trophic Relationships in the Mar. Environ. Proc.24th Eur. Mar. Biol. Symp.* Barnes and Gibson Edit. Aberdeen Un. Presc.334-346.

Orsi-Relini L., Relini G. 1992 - *Meganyctiphanes norvegica* (Sars) nelle reti trofiche del Mar Ligure. *Biol. Mar. Suppl. Notiz.SIBM* 1:151-154.

Piccinetti C., Vrgoc N., Marceta B., Manfredi C. 2012- Recent state of demersal resource in the Adriatic Sea: *Inst. Ocean. and Fish. Split*: pp 224.

Raicich F.1994 - Note on the flow rates of the Adriatic rivers. CNR, Ist.Sper.Talass. Trieste. *Technic.Rep.* RF 02/92.

Scarcella G., Grati F., Polidori P., Leoni S., Pellini G., Punzo E., Brunetti B., Raicevich S., Giovanardi O. 2014 - Zone rifugio per la sogliola in Adr. Centro-Sett. Ossimoro o caso di studio? 45mo Congr.SIBM, Venezia.

Spagnoli F., Dinelli E., Giordano P., Marcaccio M., Zaffagnini F., Frascari F. 2014- Sedimentol., biogeochemic. and mineralogical facies of Northern and Central Western Adr. Sea. *Journal of Mar. Systems* 139: 183-203.

Stefanon A., Mozzi C. 1972 - Esistenza di rocce organogene nell'Alto Adriat. al largo di Chioggia. *Atti Istit. Veneto Sc. Lett. Arti* n 130: 495-499.

N.B. - Le figg. 1, 2, 4, 5, 6 sono tratte da M. Prigliasco: Storia geologica d'Italia e dei suoi oceani. info@digilands.it

Saluto dell'Ambasciatore Fabio Pigliapoco *Segretario Generale della Macroregione Adriatico-Ionica*

La **Civiltà Adriatica** ha radici profondissime, basti pensare al golfo di Venezia, agli innumerevoli scambi commerciali, culturali e artistici tra le due sponde. L'Adriatico è stato per secoli un mare di condivisione, ma anche di scontri. I cinquanta anni della "cortina di ferro" sono stati un periodo buio, seguito da un decennio ancora peggiore di guerre fratricide.

Dal 2000 si è aperta una nuova pagina, i Governi si sono sforzati perché l'Adriatico e lo Ionio tornassero mari di condivisione e perché fosse favorita una **stabilizzazione pacifica nei Balcani**.

La **Carta di Ancona**, che ha fondato l'Iniziativa Adriatico Ionica nel 2000, aveva l'obiettivo di riaprire il dialogo tra i nuovi paesi nati dallo smembramento della Jugoslavia e gli altri paesi delle coste Adriatico Ioniche. Alla firma della Carta ad Ancona fu il Presidente della Commissione Europea, Romano Prodi, a significare il **senso europeo** di questa operazione.

Da allora è partita una **cooperazione intergovernativa** stabile tra i paesi membri su questioni che andavano dalla sicurezza alla protezione dell'ambiente allo sviluppo dell'economia.

Nel 2010, quando oramai la Regione poteva considerarsi relativamente stabilizzata, i Ministri degli Esteri riuniti nel **Consiglio Adriatico Ionico di Ancona**, per la prima volta decisero di impegnarsi in un cammino che portasse alla istituzione della EUSAIR.

Da allora si è molto lavorato per mettere in moto la Strategia EUSAIR.

La EUSAIR è una strategia creata per rispondere alle necessità di un'area delicata per la stabilità e l'equilibrio dell'intero continente. Favorirne la crescita e lo sviluppo significa favorire la crescita dell'Europa nel suo complesso.

La EUSAIR un **significato politico** perché comprende 4 paesi UE e 4 paesi non ancora UE e dunque è per questi ultimi un apripista per la loro futura adesione, oltre ad essere un elemento di stabilità interna.

Ha un **significato strategico** perché copre il delicatissimo fianco Sud Est dell'Unione Europea favorendo la stabilizzazione di un'area particolarmente instabile negli ultimi decenni e dunque portando beneficio a tutti i 28 membri della UE.

Questi elementi politico-strategici hanno fatto sì che **la EUSAIR si imperniasse sulla Iniziativa Adriatico Ionica** e sul sostegno del suo Segretariato Permanente. Lo stesso non avviene per le altre Macroregioni.

Come nel caso baltico si tratta di una **Strategia imperniata sul mare**. Il primo pilastro (Blue Growth) è dedicato in modo specifico al mare ed alla crescita che le attività economiche legate ad esso possono favorire. Ma tutti i pilastri hanno il mare come centro delle proprie azioni. Basti pensare all'intenzione di incrementare i trasporti marittimi, regolare meglio il traffico, ad una migliore applicazione del "Maritime Spatial Planning" ed alla gestione integrata delle coste, alla salvaguardia dell'ambiente marino ed allo sviluppo del turismo costiero;

Il 2015 è stato un anno fondamentale per la costituzione della **Governance multilivello** della Strategia. Per sostenere una iniziativa strategica di questa portata è stato necessario creare un meccanismo che coinvolgesse la Commissione e tutti i livelli di governo degli otto paesi allo scopo di facilitare l'identificazione delle priorità, dei progetti e delle fonti di finanziamento.

Il 2016 sarà l'anno in cui lo sforzo collettivo dei Governi, della Commissione e della società civile adriatico ionica vedrà i suoi primi frutti.

Per concludere, si è trattato di un **grande sforzo collettivo** di tutte le autorità coinvolte e siamo tutti speranzosi che i primi buoni frutti (in termini di attuazione di progetti) si vedranno presto, ma già è chiaro che si tratta di una "success story" soprattutto se si tiene a mente che **la nostra macroregione non è solo una semplice strategia economico-finanziaria** ma nasce da una idea più nobile e di ampio respiro: assicurare stabilità, equilibrio, condivisione e la definitiva pacificazione di un'area che è il cortile comune degli otto Paesi affinché mai più abbiano a ripetersi i drammi del recente passato.

La struttura oceanografica della regione Adriatico Ionica

di A. Campanelli, M. Betti, G. Caccamo, E. Frapiccini,
F. Grilli, E. Paschini, P. Penna & M. Marini
CNR-ISMAR, Largo Fiera della pesca, Ancona

Abstract

The Mediterranean is an intercontinental sea located between Europe, Africa and Asia. It is a semi-enclosed basin with a strong evaporation and a low intake of inland fresh waters.

The climate and environmental conditions of the planet Earth affect and are in turn influenced by the marine system as a whole. Consequently, also the cycles of the most biologically relevant elements, such as carbon, nitrogen and phosphorus, are involved in the processes conditioned by the climate and therefore the subject of numerous studies.

Because of its central location in the old world, the Adriatic Sea has long been explored and studied. Modern methods of investigation, however, have accelerated the pace of study during the last decade.

The Adriatic Sea is the northernmost part of the Mediterranean, extending as far North as 45°47'N. Another crucial element is the large amount of freshwater that the Sea receives from numerous rivers, with total annual average reaching about 5700 m³/s. Of this amount, about 28% (1585 m³/s), comes from a single river, the Po River in the northwestern corner and shallowest part of the basin.

The Adriatic Sea bathymetry is characterized by strong transversal and longitudinal asymmetries. The northwestern part of the basin is very shallow, increasing slowly southward, and then sharply reaching about 270 m in the Middle Adriatic Pit (MAP, also called Pomo Depression and Jabuka Pit). To the south of this pit rises the 170 m deep Palagruza Sill separating the MAP from the much deeper and round-shaped South Adriatic Pit. This abyssal depression reaching a maximum depth slightly over 1200 m marks the deepest part of the Adriatic.

The cyclonic circulation (anti-clockwise) typical of the Adriatic basin is linked to the prevailing winds (Bora and Scirocco), and plays a fundamental role in the distribution of nutrients carried by rivers, especially along the west coast of the basin. The Italian coast is characterized by less salty waters, and richer in organic and inorganic substance than the typically oligotrophic eastern coast. The western Adriatic coastal areas shows physicochemical characteristics suitable to nursery areas for marine species which then spread to the rest of the basin.

Furthermore, during the winter months, the dense water mass (cold and salty water) it could form in North Adriatic. This water mass flows on the bottom and is one of the engines of the thermohaline circulation of the Mediterranean.

It is clear that the oceanographic structure of the Adriatic basin plays a key role in the Mediterranean basin. In order to preserve the Adriatic it is important to adopt the best management policies in the Adriatic-Ionian macroregion

Il clima e le condizioni ambientali del pianeta Terra influenzano e sono a loro volta influenzati dal sistema marino nel suo complesso. Di conseguenza, anche i cicli degli elementi biologicamente più rilevanti, come carbonio, azoto e fosforo, sono coinvolti nei processi condizionati dal clima e pertanto oggetto di numerosi studi. In questo contesto sono di particolare interesse gli studi delle sostanze nutritive e contaminanti che sempre più vengono studiati in mare e negli organismi che ci vivono.

È universalmente riconosciuto che molti dei processi funzionali degli ecosistemi sono caratterizzati da variabilità spaziali e temporali che, per essere adeguatamente risolte, necessitano di approcci di studio integrati e prolungati nel tempo. Risulta fondamentale promuovere tutti gli sforzi di ricerca che portino ad un aumento delle conoscenze nel lungo termine. La rete italiana di ricerche ecologiche di lungo termine (LTER-Italia), dopo una gestazione quasi decennale, ha visto la luce nel 2006 con l'ingresso nella rete internazionale ILTER (International Long Term Ecological Research). La strutturazione dei siti di ricerca LTER, tra cui il sito *Alto Adriatico*, evidenziano, in maniera particolare, il ruolo degli istituti del CNR, sia nella fase di costituzione della rete, che nella realizzazione diretta di siti di osservazione.

I fattori fisici e chimici condizionano fortemente la vita che si svolge in mare. Essi sono strettamente connessi e concorrono a determinare dei cambiamenti nei fenomeni biologici che avvengono nell'ambiente marino. Tutti gli organismi viventi (animali e vegetali) risentono fortemente delle variazioni fisiche, chimiche e biologiche dell'ambiente in cui vivono. I fattori che maggiormente influiscono sulla distribuzione e sulle attività fisiologiche degli organismi marini sono la composizione chimica dell'acqua, la concentrazione salina, la temperatura, i gas disciolti e l'illuminazione.

La circolazione termoalina globale è considerata il nastro trasportatore di calore all'interno degli oceani nell'intero pianeta (fig.1). Le correnti, innescate dai gradienti di temperatura e salinità, trasportano in superficie acqua calda dall'equatore ai poli e sul fondo degli oceani acqua fredda e densa dei poli alle latitudini inferiori. La circolazione termoalina ricopre un ruolo fondamentale nel regolare il clima terrestre e studiarla non è semplice poiché opera su scala planetaria, tuttavia nel Mediterraneo esiste un meccanismo di circolazione oceanica simile al nastro trasportatore planetario.

Il Mediterraneo è un mare intercontinentale situato tra Europa, Africa e Asia. La sua superficie approssimativa è di 2,51 milioni di km² e ha uno sviluppo massimo lungo i paralleli di circa 3700 km. La lunghezza totale delle sue coste è di 46000 km, la profondità media si aggira sui 1500 m, mentre quella massima è di 5270 m presso le coste del Peloponneso. Il Mediterraneo è collegato a ovest all'oceano Atlantico, attraverso lo stretto di Gibilterra. A est attraverso il mar di Marmara, tramite i Dardanelli e il Bosforo, è collegato al Mar Nero. Il canale di Suez a sud-est collega il Mediterraneo al Mar Rosso.

Il mar Mediterraneo è un bacino semichiuso con una forte evaporazione e un ridotto apporto di acque dolci fluviali. Nei mesi estivi l'evaporazione è relativamente ridotta a causa dei venti non eccessivamente frequenti, al contrario nei mesi invernali l'eva-

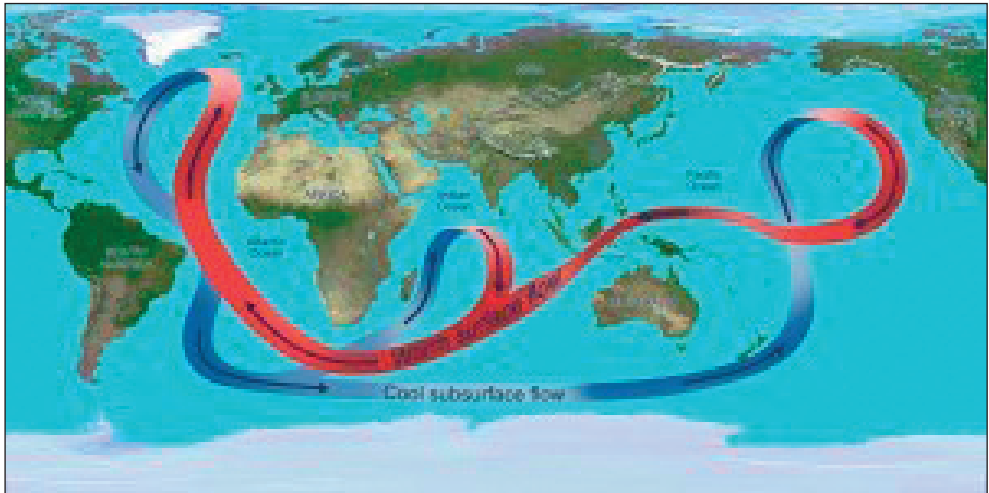


Fig. 1 - Modello di circolazione termoalina globale. Nastro rosso: acque superficiali; nastro azzurro: acque di fondo (da <http://www.ces.fau.edu/nasa/resources/global-ocean-conveyor.php>)

porazione è molto elevata a causa della prevalenza di venti secchi di origine continentale (Bora, Maestrale e Scirocco principalmente). L'evaporazione ed il ridotto apporto di acque fluviali fanno sì che il Mediterraneo sia in costante deficit idrico. Questo viene compensato dall'oceano Atlantico che annualmente riversa nel Mediterraneo, attraverso lo Stretto di Gibilterra, tra i 36000 e i 38000 km³ d'acqua. Questo apporto di grandi quantità d'acqua provoca forti correnti durante tutto l'anno. Troviamo essenzialmente tre tipi di correnti: superficiale, intermedia e profonda (fig. 2).

L'acqua atlantica in ingresso dallo Stretto di Gibilterra, più fredda ma meno salata dell'acqua del Mediterraneo, essendo meno densa delle masse d'acqua circostanti va a collocarsi nel primo strato della colonna d'acqua. Le correnti diramandosi trasportano massa d'acqua atlantica sia nel settore occidentale, sia nel settore orientale del bacino. Lasciando a destra le coste africane, a causa dell'elevato tasso di evaporazione si modifica e cedendo calore latente all'atmosfera diventa più salata e densa formando nel settore orientale del bacino l'acqua Levantina. Quest'ultima va a formare lo strato intermedio della colonna d'acqua (200-300 metri). Risalendo successivamente nel mar Adriatico, a causa della topografia del fondale e del fronte di massa d'acqua più fredda e dolce d'origine fluviale, solo l'acqua superficiale riesce ad accedere alla zona più settentrionale dell'Adriatico. Intanto le correnti fanno fluire le masse d'acqua lungo le coste della Puglia e della Calabria e passando per lo Stretto di Messina risalgono lungo le coste orientali tirreniche. Giunti al Golfo del Leone, i forti venti di Maestrale sottraggono calore allo strato superficiale, innescando moti convettivi. L'apporto di sale da parte della Corrente Levantina e la Circolazione Ciclonica (an-

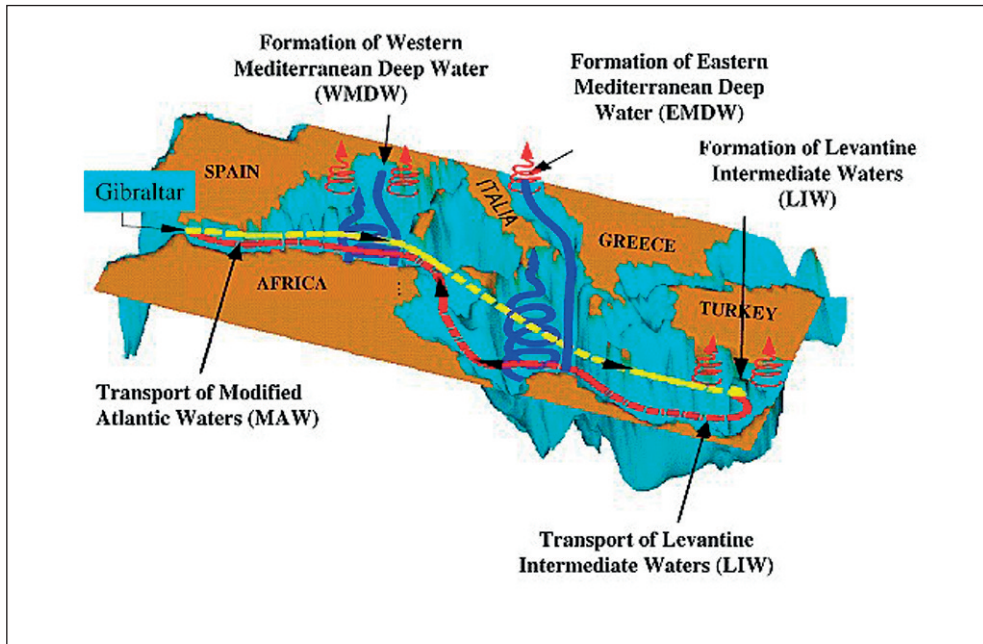


Fig. 2 - Modello di circolazione termoalina del Mar Mediterraneo. Linea gialla: acqua in ingresso superficiale da Gibilterra; linea rossa: acqua in uscita profonda verso Gibilterra; linee rosse a spirale: zone di formazione di acqua più densa che sprofonda; linee blu a spirale: acqua densa che sprofonda (da Pinardi e Masetti, 2000)

tioraria) rafforzano lo sprofondamento formando così le acque dense del Mediterraneo che vanno ad ossigenare i fondali profondi del bacino. Il Golfo del Leone non è l'unica area di formazione di acque dense ma ce ne sono altre nel bacino di Levante ed in Adriatico. Il ricambio d'acqua del Mediterraneo è stimata in circa 70 anni, ma in Alto Adriatico è sufficiente qualche settimana.

La struttura oceanografica della regione Adriatico-Ionica si inserisce nel quadro più ampio del Mar Mediterraneo. Andando ad analizzare più in dettaglio il Mare Adriatico si osserva come il suo bacino idrografico è delimitato da tre catene montuose: gli Appennini, ad ovest, le Alpi a nord e i Balcani ad est. Il mare Adriatico ha un'area di 140000 Km², un volume di 35000 Km³ e si estende per circa 800 Km in lunghezza e 200 Km in ampiezza. Bagna sei Paesi: Italia, Slovenia, Croazia, Bosnia ed Erzegovina, Montenegro e Albania.

Mentre il Mediterraneo è un bacino di concentrazione (in cui l'evaporazione supera il contributo complessivo di precipitazioni dirette e portate fluviali), l'Adriatico, grazie alle catene montuose che lo circondano è il sotto bacino del Mediterraneo in cui gli apporti di acque continentali, *dolci*, sono più rilevanti; in particolare l'Adria-

tico settentrionale contribuisce con apporti del 20% di tutte le acque dolci del Mediterraneo (fig. 3). Di questi apporti il 30 % circa è determinato dalle portate del solo fiume Po (circa 1500 m³/s) la cui foce è situata nella parte più a nord ovest del bacino e caratterizzata da bassi fondali (30-40 m). La seconda fonte importante di acque dolci del bacino proviene dai fiumi Montenegrino-Albanesi che apporta in media circa 900-1250 m³/s. La salinità media è di 38‰ con forti differenze tra il nord, meno salino, e il sud. Tali acque continentali influenzano le dinamiche fisiche e chimiche, oltre i processi biologici, dato l'apporto di nutrienti condizionanti la vita degli organismi marini.

L'ampiezza di marea è abbastanza contenuta (circa 30 cm al sud e non oltre i 90 cm nell'estremità settentrionali): ciò ha permesso sin dall'antichità la nascita, lungo la bassa costa settentrionale, di centri abitati come Aquileia, Chioggia, Grado, Venezia, famosa in tutto il mondo per il fenomeno dell'acqua alta che periodicamente, in certe condizioni meteorologiche, ne sommerge per qualche decina di centimetri molte aree.

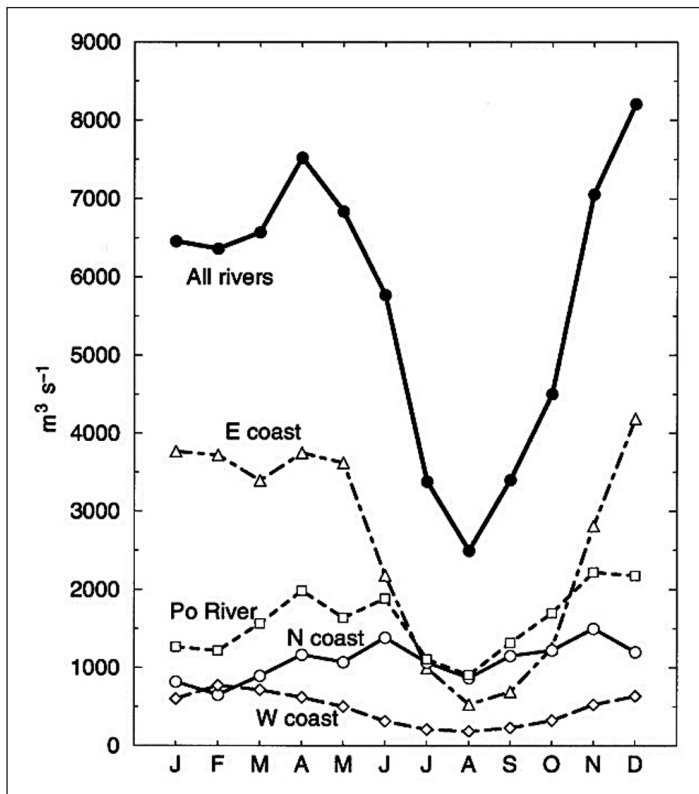


Fig. 3 - Portate medie mensile dei fiumi in Adriatico (da Cushman-Roisin et al., 2001)

La circolazione ciclonica (antioraria) tipica del bacino Adriatico è legata ai venti dominanti (Bora e Scirocco) e gioca un ruolo fondamentale nella distribuzione dei nutrienti apportati dai fiumi soprattutto lungo la costa occidentale del bacino (figg. 4 e 4b). La costa italiana è così caratterizzata da acque meno salate e più ricche di sostanza organica ed inorganica rispetto alla costa orientale tipicamente oligotrofica. Le zone costiere dell'Adriatico occidentale presentano caratteristiche fisico-chimiche adatte all'istaurarsi di aree di nursery di alcune specie marine che poi si distribuiscono nel resto del bacino.



Fig. 4 e 4b - Modello di circolazione superficiale in Adriatico

Nel Nord Adriatico si possono formare inoltre, durante i mesi invernali, acque dense (acque fredde e salate) che scivolano sul fondo e costituiscono uno dei motori della circolazione termoalina del Mediterraneo, permettendone così il rimescolamento (ossigenazione, arricchimento di sostanza organica, ecc) tra acque di superficie e acque di fondo.

L'ISMAR-CNR di Ancona raccoglie dagli anni 80 i dati fisico-chimici di due transetti posizionati nell'Adriatico centro-settentrionale: Transetto di Senigallia e Transetto di Pomo. Il transetto di Senigallia rientra nel sito Alto Adriatico di LTER-Italia.

I dati climatologici ci danno un quadro della situazione attuale che si osserva nel pianeta nel momento in cui questi dati vengono raccolti. Da anni ormai si è compresa l'importanza di collezionare questi dati per poter valutare i fenomeni dei cambiamenti climatici, capirne le cause e tentare di prevedere gli effetti sull'ambiente e sulle risorse.

Questi due transetti sono un preciso sito di osservazione per analizzare le masse d'acqua che entrano ed escono dall'Adriatico Settentrionale (Transetto di Senigallia-Susak) e che transitano nell'Adriatico Centrale e nelle Fosse di Pomo (Transetto di Pomo).

Il transetto Senigallia-Susak è un'area del Mare Adriatico che si estende dalla zona costiera posta di fronte la città di Senigallia (Italia) fino all'area di mare prospiciente l'isola Croata di Susak. In particolare, si osservano sul lato italiano (ovest) le masse d'acqua che trasportate dalla WAC (West Adriatic Current) si muovono da Nord-Ovest verso Sud-Est e sul lato Croato le masse d'acqua che trasportate dalla EAC (East Adriatic Current) si muovono verso Nord-Ovest (Artegiani et al. 1997a e b).

Dati idrologici e di concentrazione di nutrienti, sono stati raccolti in modo discontinuo dal 1988 al 1998 su metà transetto, con cadenza mensile dal 1999 al 2002 sull'intero transetto e con cadenza pressoché bimensile in seguito fino ad oggi.

Attualmente vengono collezionati i dati fisico-chimici e biologici di 7 stazioni posizionate tra la zona costiera davanti Senigallia e la batimetrica dei 60 m per un'estensione totale di circa 60 Km.

Le Figure 5, 6 e 7 illustrano l'evoluzione pluriennale dei valori di temperatura, salinità e densità rilevati sul fondo delle stazioni durante gli anni 1998-2013. Lungo il transetto si osserva il passaggio dell'acqua densa che si forma in Nord Adriatico nei mesi invernali (NAdDW-Nord Adriatic Dense Water) grazie alle sue peculiari caratteristiche fisiche (temperatura, salinità e densità). La presenza della NAdDW, legata al raffreddamento superficiale del nord Adriatico in inverno a causa della bora (Boldrin et al. 2009), è stata osservata, ad esempio, nel 1999, 2000, 2002, 2004, 2008,

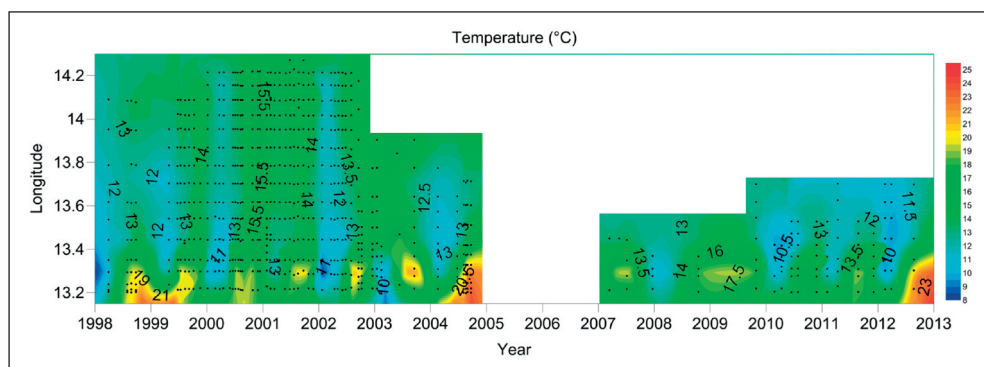


Fig. 5 - Transetto Senigallia-Susak: evoluzione pluriennale dei valori di Temperatura (°C; strato di fondo)

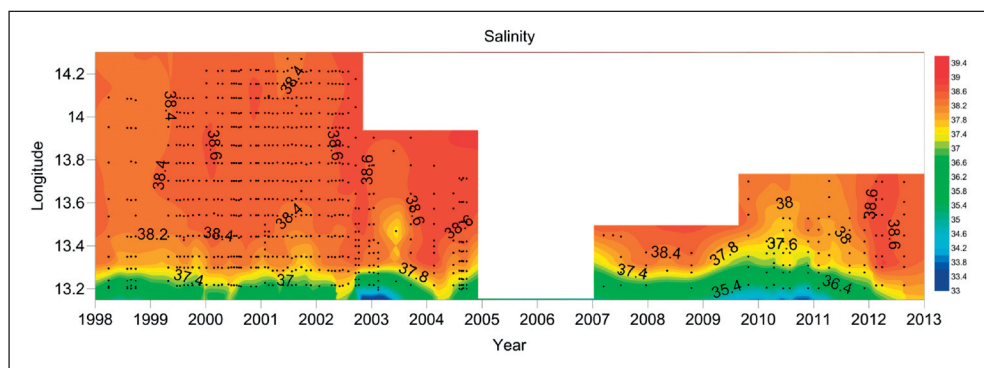


Fig. 6 - Transetto Senigallia-Susak: evoluzione pluriennale dei valori di Salinità (strato di fondo)

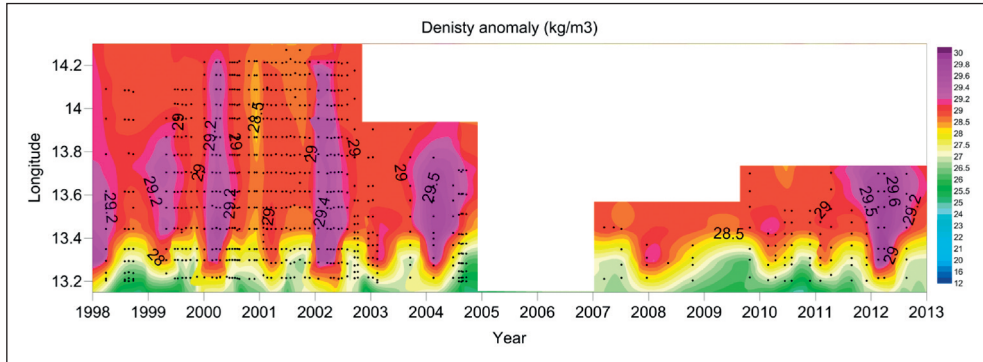


Fig. 7 - Transetto Senigallia-Susak: evoluzione pluriennale dei valori di Densità (Kg m^{-3} ; strato di fondo)

2010 e 2012. Questo raffreddamento causa un forte addensamento provocando l'affondamento della massa d'acqua che poi scorre sul fondo del lato occidentale del Mar Adriatico intercettando il transetto di Senigallia-Susak. Sul lato occidentale del transetto è ben visibile anche il segnale di acqua dolce proveniente dai fiumi del Nord Italia, fiume Po in particolare, che si amplifica negli anni in cui si verificano portate eccezionali, come nell'Ottobre-Novembre 2000.

Lo studio dei dati temporali ci hanno aiutato, ad esempio, a meglio comprendere come avvengono i rinnovi annuali dell'acqua di fondo delle Fosse di Pomo. Nel periodo di ottobre-novembre 2000 eccezionali portate del Fiume Po hanno modificato le qualità fisico-chimiche delle acque dell'Adriatico a tal punto che, nel successivo anno, si è osservata una serie di "anomalie" nella circolazione dell'adriatico, come ad esempio il mancato rinnovo di acqua in profondità nelle fosse di Pomo (depressione del medio Adriatico) che, senza un'analisi pregressa dei dati, non si sarebbe potuto evidenziare.

Grazie alle analisi dei dati raccolti nello spazio e nel tempo è stato possibile definire con cura la circolazione di fondo nelle fosse del medio Adriatico (Fosse di Pomo, v. Fig. 8)

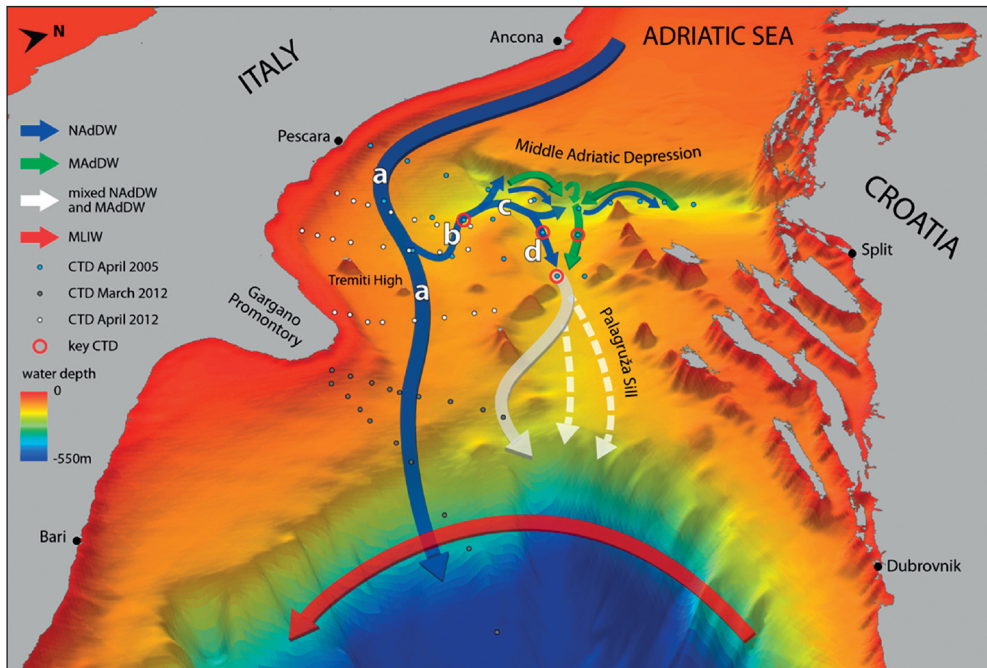


Fig. 8 - Descrizione della circolazione di fondo nell'area dell'Adriatico centrale, da Marini et al. 2016. NAdDW acqua di fondo proveniente dal Nord Adriatico che si muove lungo il versante occidentale; MAdDW, acqua di fondo che permane nelle fosse dell'Adriatico centrale per almeno 12 mesi, mixed NAdDW and MAdDW, acqua mescolata in uscita dalle fosse mesoadriatiche che si dirige verso sud; MLIW, acqua proveniente dal versante levantino del Mediterraneo; CTD, stazioni di misura dei parametri oceanografici: temperatura, salinità e profondità, nelle rispettive date

Bibliografia

Artegiani, A., D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F. Raicich, and A. Russo 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I. Air-sea interactions and water mass structure, *Journal of Physical Oceanography*, 27, 1492-1514.

Artegiani, A., D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F. Raicich, and A. Russo 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure, *Journal of Physical Oceanography*, 27, 1515-1532.

Boldrin A., S. Carniel, M. Giani, M. Marini, F. Bernardi Aubry, A. Campanelli, F. Grilli, A. Russo, R. P. Signell (2009). The effects of Bora wind on Physical and Bio-Chemical properties of stratified waters in the northern Adriatic, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi: 10.1029/2008JC004837.

Campanelli A., Grilli F., Paschini E., Marini M. (2011). The influence of an exceptional Po River flood on the physical and chemical oceanographic properties of the Adriatic Sea. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 52: 284-297.

Cushman-Roisin B., M. Gacic, P:M: Poulain e A. Artegiani (2001). *Physical Oceanography of the Adriatic Sea*. Pubblicato da: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London.

Grilli F., Marini M., Book J.W., Campanelli A., Paschini P., Russo A. (2013). Flux of nutrients between the middle and southern Adriatic Sea (Gargano-Split section). *Marine Chemistry*, 153, doi:10.1016/j.marchem.2013.04.005.

Marini M., Russo A., Paschini E., Grilli F., Campanelli A. (2006). Short - term physical and chemical variations in the bottom water of the Middle Adriatic Depressions. *Climate Research*, 31: 227-237.

Marini, M., Jones B. H., Campanelli A., Grilli F. and Lee C. M. (2008). Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *Journal of Geophysical Research*, 113, C05S90, doi:10.1029/2007JC004370.

Marini M., Campanelli A., Sanxhaku M., Kljajic Z., Betti M., Grilli F. (2015). Late spring characterization of different coastal areas of the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 56(1): 27-46. IF. 2015: 0.5

Marini M., Maselli V., Campanelli A., Fogliini F., Grilli F. (2015). Role of the Mid-Adriatic deep in dense water interception and modification. *Marine Geology*, 375: 5-14.

Millero F.J. (2006). *Chemical Oceanography*. Pubblicato da: Taylor & Francis, Boca Raton-London-New York.

Mojetta A. (2005), Mar Mediterraneo. Pubblicato da: White Star, Vercelli.

Pinardi N. e Masetti E. (2000). Variability of the large scale general circulation of the Mediterranean Sea from observations and modelling: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 158: 153-173.

Rahmstorf S. (2006). Thermohaline Ocean Circulation. In: *Encyclopedia of Quaternary Sciences*, pubblicato da: S. A. Elias. Elsevier, Amsterdam.

Il Mar Adriatico e il suo ambiente bentonico

di C. Cerrano e A. Bastari

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente

Università Politecnica delle Marche

Abstract

The peculiarities of the Adriatic Sea are related to its complex geological history and its partial isolation from the Mediterranean basin. The great heterogeneity of the eastern rocky coasts contrasts with the homogeneous sandy coasts of the western side. These two sides are connected by several branches of current, which, over thousands of years, have developed a particularly generous sea in terms of resources, organized in three main sub-basins. Unfortunately the Adriatic Sea has very few areas with a geomorphology able to naturally protect its benthic habitats from various mechanical impacts and, today, the situation seems to be particularly critical. It has long been documenting a sharp reduction in resources, which triggers an increase of exploitation instead of strong policies towards the protection that would ensure a sustainable long-term fruition of the basin. The knowledge about the long-term dynamics of Adriatic benthic assemblages are scarce. Anyway, there are several political and financial opportunities in this period that could support the development of focused scientific studies for the selection of the priority areas to protect. The pillar of Environmental Quality in the frame of the EU Strategy for the Adriatic and Ionian Region (EUSAIR) can play an important role in the achievement of these objectives.

Le peculiarità del bacino Adriatico rispetto al Mar Mediterraneo sono legate alla sua complessa storia geologica ed alla sua condizione di parziale isolamento (Vlahović et al., 2002,2005; Trincardi et al., 1994). La grande eterogeneità della costa orientale rispetto a quella occidentale ed il complesso gioco di correnti che le mettono in relazione hanno, nei millenni, disegnato un mare particolarmente generoso in termini di risorse per l'uomo (Mannini & Massa, 2000; McKinney, 2007). Purtroppo sono pochissime le aree che presentano una geomorfologia tale da proteggere naturalmente i suoi fondali dalle varie attività di sfruttamento e, oggi, la situazione sembra essere particolarmente critica. Da tempo si documenta una forte riduzione delle risorse adriatiche (Coll et al., 2009; Lotze et al., 2011; Ferretti et al., 2013), che innesci un aumento dello sfruttamento anziché orientare verso delle decise politiche di tutela che ne garantiscano una fruizione a lungo termine.

Il mare Adriatico (Fig.1) è un bacino semichiuso, poco profondo, lungo circa 800 km e largo circa 150-200 km, il cui asse principale è sviluppato in direzione nord-ovest-sudest. Ha una superficie di circa 138.600 km² e comunica con il mare Ionio ed il Mediterraneo Centrale ed Orientale attraverso il Canale di Otranto. Proprio la sua geomorfologia permette di suddividere il mare Adriatico in tre sottobacini (settentrionale, centrale e meridionale), caratterizzati da profondità medie crescenti, da nord a sud, ed ognuno con diverse caratteristiche biologiche, fisiche e gradienti topografici (Trincardi et al., 1996).

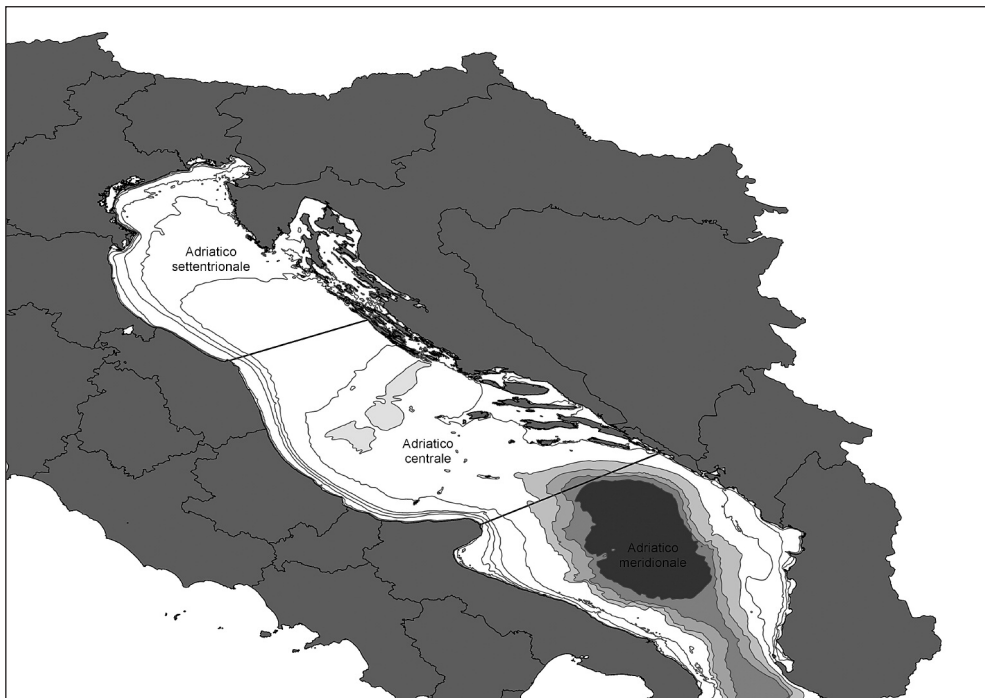


Fig. 1 - Mare Adriatico. Le linee azzurre rappresentano le batimetriche (dai 10 ai 1000 m). Le linee nere trasversali rappresentano i transesti che comunemente vengono utilizzati nel definire la suddivisione dei tre sottobacini (settentrionale, centrale e meridionale)

Caratteristiche oceanografiche

Il mare Adriatico ha un volume complessivo di circa 35.000 km³, rappresentato per circa un 5% dal bacino settentrionale, un 15% dalle acque del bacino centrale, e il restante 80% dal bacino meridionale (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015). Il mare Adria-

tico è responsabile di circa un terzo del flusso di acque dolci dell'intero Mediterraneo. Grazie ai notevoli apporti di acqua fluviale prevalentemente trasportate e riversate in Adriatico dal fiume Po, il bilancio idrico complessivo del bacino, ovvero la quantità di acqua che arriva in mare e quella che evapora, risulta essere in eccesso, con circa 90-150 km³ di acqua che vengono ogni anno esportati nel bacino Mediterraneo attraverso lo stretto di Otranto (McKinney, 2007). Si stima che il turnover, ovvero lo scambio dell'intero volume di acqua del mare Adriatico nel mare Mediterraneo avvenga in tempi molto rapidi, all'incirca in 3-4 anni (Franić, 2005), e i tempi di permanenza delle particelle alla deriva nel mare Adriatico sono stimati essere di circa 150-160 giorni (Poulain e Hariri, 2013).

Tre sono le masse di acqua principali presenti nel bacino Adriatico: le acque adriatiche superficiali o "Adriatic Surface Water (AdSW)", le acque intermedie levantine o "Levantine Intermediate Water (LIW)" e le acque profonde adriatiche o "Adriatic Deep Water (AdDW)" (ogni sub-bacino ha le sue caratteristiche acque profonde). La circolazione è prevalentemente ciclonica e in senso antiorario, con almeno tre celle di circolazione chiusa (rispettivamente nei bacini settentrionale, centrale e meridionale) (Fig. 2).

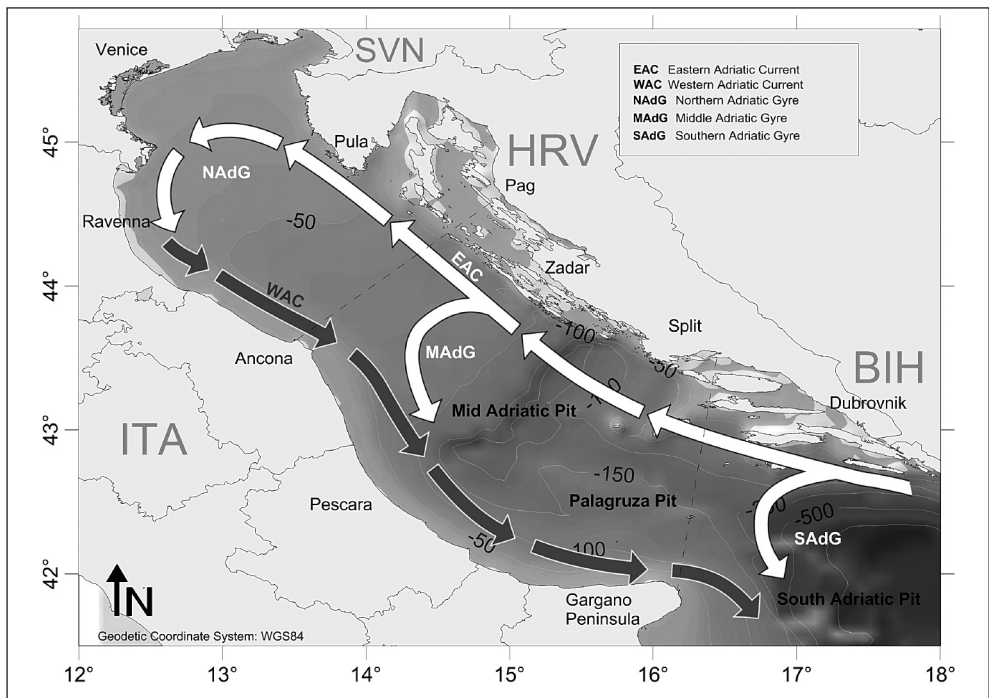


Fig. 2 - I tre principali tipi di circolazione presenti nel bacino nord, centro e sud Adriatico. (da UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015)

Il bacino settentrionale

Il bacino settentrionale, con una profondità media di 35 m, costituisce la piattaforma continentale più estesa di tutto il Mediterraneo. Il bacino nord adriatico è caratterizzato dalla presenza della foce del fiume Po, che costituisce una delle principali fonti di acqua dolce di tutto il Mediterraneo, riversando circa $1,600 \text{ m}^3 \text{ sec}^{-1}$ di acqua dolce. Pertanto, i fondali del nord adriatico sono influenzati dai depositi fangosi trasportati dal fiume Po, e sono costituiti in prevalenza da sabbia, fango e sabbie relitte, ospitando prevalentemente le “biocenosi dei fondi detritici infangati” e le “biocenosi dei fanghi terrigeni costieri”, con le *facies* del bivalve *Atrina pectinata* e dell'idrozoo *Lytocarpia myriophyllum* (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015). Nella parte nord occidentale del bacino, sono tuttavia presenti anche substrati duri, originati nella maggior parte dei casi, dalla consolidazione di sabbie relitte. Il compattamento dei carbonati delle sabbie relitte sembra essere innescato da fuoriuscite di CO_2 e metano gassosi, che derivano dalla decomposizione dei materiali organici all'interno dei sedimenti o dalla percolazione di acqua dolce. Pinnacoli di sabbia indurita sono piuttosto comuni nei fondali del nord adriatico, circondati da sabbie meno coerenti (Conti et al., 2002). Successivamente, organismi calcarei si sono accresciuti sulle pareti di queste strutture, generando banchi coralligeni che possono raggiungere i 4 m di altezza (Ponti et al., 2011). Il bacino settentrionale risulta quindi essere ricco di habitat bentonici molto diversi tra loro ed inoltre, risulta essere un'area di notevole interesse anche per la presenza di aree deputate all'alimentazione per tartarughe marine (*Caretta caretta*), balene e delfini (*Delphinus delphis* e *Tursiops truncatus*). Le attività umane che si concentrano e determinano lo sfruttamento delle risorse marine nel bacino settentrionale dell'Adriatico, sono numerose e diverse e, agendo in sinergia con le particolari caratteristiche morfologiche di questo sub-bacino, come le basse profondità e i ridotti volumi di acqua (5% del volume dell'intero bacino), amplificano gli effetti negativi derivanti dallo sfruttamento umano, come la riduzione delle risorse ittiche, e dei beni e servizi ecosistemici (UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015).

Il bacino centrale

L'Adriatico centrale ha una profondità media di 130-150 m, con una profondità massima di circa 240-270 m in corrispondenza della così detta “Fossa Medio-Adriatica” o Fossa di Pomo. La Fossa di Pomo rappresenta una delle aree più produttive di tutto il bacino Adriatico, oltre ad essere un'importante area di riproduzione e reclutamento per alcune specie di importanza commerciale (es. *Merluccius merluccius*, nasello europeo). Inoltre, la Fossa di Pomo è una zona chiave anche per cetacei, tartarughe marine e uccelli marini, che possono approfittare dell'abbondanza di cibo

dell'area per nutrirsi durante le loro migrazioni. Sebbene le comunità bentoniche della Fossa di Pomo non siano state studiate in modo dettagliato, si presume che la composizione dei suoi fondali debba essere piuttosto complessa in modo da fornire e garantire aree di rifugio per i giovanili di pesci e invertebrati (Silva et al., 2014). In generale, il bacino centrale dell'adriatico, comprende ecosistemi sia di piattaforma che di mare aperto, ambienti strettamente connessi tra di loro. Pertanto, in adriatico centrale è possibile trovare un buon livello di rappresentatività degli habitat presenti nell'intero bacino (*sensu* Stevens, 2002). Le biocenosi più rappresentative del bacino centrale sono quelle dei “fanghi terrigeni”, dei “fondi misti”, dei “fanghi del largo” e “le biocenosi dei fondi sabbiosi e fangosi dei piani circalitorale e batiale” con la presenza di organismi strutturanti come l'idrozoo *Lytocarpia myriophyllum* (Fig. 3) e le pennatule *Pennatula rubra* e *Pennatula phosphorea*. Tra le strutture morfologiche che creano eterogeneità sui fondali sabbiosi dell'Adriatico centrale ci sono anche i pockmarcks, presenti sia a nord dell'area delle dismesse piattaforme Bonaccia, sia in alcune parti della Fossa di Pomo (Stefanon, 1981; Curzi & Veggiani, 1985; Capozzi et al., 2012). Come il bacino settentrionale, anche il centro adriatico è sottoposto ad un'elevata pressione antropica, associata alle diverse attività di pesca, al turismo, al trasporto di merci, rendendolo un bacino altamente sfruttato.



Fig. 3 - L'idrozoo *Lytocarpia myriophyllum*. La forma arborescente delle sue colonie crea un'importante tridimensionalità del substrato, prontamente sfruttata da numerosi organismi come, in questo caso, i calamari per la deposizione delle loro uova (Foto di Bruno Borrelli)

Il bacino meridionale

L'adriatico meridionale è la zona più profonda di tutto il bacino, caratterizzato da un'estesa depressione che raggiunge i 1225 m di profondità. Esso è costituito da una zona batiale relativamente grande con aree di piattaforma continentale che variano in estensione, passando dai 70-80 km del golfo di Manfredonia a meno di 30-40 km procedendo verso sud, fino ad arrivare al canale di Otranto (largo circa 72 km e profondo circa 800 m) attraverso il quale avvengono gli scambi con il Mare Ionio (Artegiani et al., 1997a, b; Ponti & Mescalchin, 2008; Trincardi et al., 1996; van Straaten, 1970). Le biocenosi prevalentemente presenti nel bacino meridionale sono quelle dei "fondi fangosi e detritici del largo", insieme con peculiari habitat rocciosi e tipici di ambienti profondi come la presenza di colonie di coralli bianchi *Lophelia prolifera* e *Madrepora oculata*, serpulidi, briozoi, spugne, e una ricca fauna associata (D'Onghia et al., 2015).

La presenza di habitat vulnerabili nel mare Adriatico.

Il mare Adriatico costituisce il 5% della superficie e l'1% del volume dell'intero Mediterraneo. Nonostante le sue ridotte dimensioni, il bacino Adriatico è uno dei mari più produttivi di tutto il Mediterraneo, e presenta un'ampia varietà di habitat inclusi habitat rocciosi, estesi fondi mobili, grandi estuari e lagune, praterie di fanerogame e ambienti profondi (Guidetti et al., 2002; Castellano & Stefanon, 2008; Danovaro et al., 2010; Sanfilippo et al., 2013; UNEP/MAP-RAC/SPA, 2015). Questa varietà di habitat si riflette anche in un elevato grado di biodiversità, con più di 2000 specie di macroinvertebrati (Ott, 1992), una grande ricchezza specifica di uccelli marini, mammiferi marini (Lotze et al., 2011; Coll et al., 2012) e circa il 18% delle specie di pesci endemiche del Mediterraneo (Mouillot et al., 2011; Fouzai et al., 2012). Alcuni habitat del mare Adriatico sono classificati e riconosciuti come Habitat Marini Vulnerabili (VMHs) e/o essenziali (EHs), i quali giocano un ruolo chiave nei processi di popolazione come le fasi di spawning, reclutamento o di foraggiamento (de Juan & Leonart 2010; Colloca et al. 2015). Informazioni piuttosto dettagliate e complete sono disponibili per alcuni degli EHs costieri o tipici di ambienti poco profondi soprattutto nel nord Adriatico. Ben nota è l'estensione e la distribuzione di praterie di *Posidonia oceanica* presenti prevalentemente lungo le coste orientali del mare Adriatico e lungo le coste pugliesi (MEDISEH, 2013) e delle altre fanerogame marine, *Cymodocea nodosa* (prevalente nel nordest adriatico), *Zostera marina* e *Z. noltii* (presenti a spot lungo le coste italiane ed istriane). Le formazioni a coralligeno e maërl, rappresentano un altro habitat sensibile tipico del mar Mediterraneo la cui rilevanza, sia per le comunità di organismi marini che per processi di regolazione di

CO₂, è ben nota (Castellano & Stefanon, 2008; Savini et al., 2012; Martin et al., 2014). Nel nord Adriatico la distribuzione e la presenza degli habitat a coralligeno e maërl è stata descritta per buona parte delle aree italiane, mentre solo segnalazioni puntiformi sono disponibili per le aree croate. Procedendo verso sud, le informazioni diventano sempre meno disponibili e dettagliate ad eccezione delle coste italiane pugliesi, dove sono stati eseguiti studi piuttosto approfonditi (MEDISEH, 2013). Le conoscenze scientifiche risultano invece essere ancora scarse, per quanto riguarda la tipologia, la presenza e la distribuzione di EHs e VMHs negli ambienti adriatici del largo, sebbene negli ultimi anni si è fatto molto per tentare di ridurre questo gap conoscitivo. Recenti lavori, ad esempio, hanno individuato e mappato la presenza nelle diverse porzioni offshore del bacino adriatico, di importanti aree di nursery e di spawning di specie di importanza commerciale tra cui il nasello europeo (*Merluccius merluccius*), il gambero rosso gigante (*Aristeomorpha foliacea*), il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) e lo scampo (*Nephrops norvegicus*) (Colloca et al., 2015). Allo stesso modo, diversi sono gli studi che si stanno occupando di descrivere la presenza e la distribuzione nelle aree adriatiche del largo di habitat-forming species, ovvero quelle specie la cui struttura tridimensionale supporta un'alta diversità locale, migliorando le condizioni fisiche e fornendo rifugio e cibo per tutta una serie di specie associate (Jones et al. 1994; Jones et al. 1997; Bertness & Callaway 1994) come spugne, pennatule e coralli (UNEP/MAP-RAC/SPA. 2015; Bastari unpublished).

Possibili opportunità di conservazione

Il mare Adriatico è considerato uno dei bacini più minacciati di tutto il Mediterraneo e per tale motivo, richiede urgenti azioni di conservazione e gestione (Micheli et al., 2013). Attualmente, meno dell'1% della superficie del mare Adriatico è protetta e, nonostante l'esistenza di convenzioni e direttive europee (come la Convenzione di Barcellona e la Marine Strategy Framework Directive (MSFD)) che prevedono lo sviluppo di una gestione ecosistemica e la definizione di strategie a lungo termine per arrivare a definire dei criteri per uno sfruttamento sostenibile delle risorse marine, le attuali strategie di gestione (in particolare in merito alle attività di pesca) messe in atto in Adriatico, risultano essere quasi completamente inefficienti (Fouzai et al. 2012; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2014). Il raggiungimento di un "buono stato ambientale" che la MSFD pone di raggiungere entro il 2020, e le strategie di gestione delle attività antropiche per garantire un recupero e una ripresa degli stock ittici adriatici risultano essere ancora lontani. Tuttavia numerosi strumenti, processi ed iniziative sono in atto e potrebbero rappresentare nuove ed uniche opportunità per il raggiungimento degli obiettivi di conservazione del bacino Adriatico. Ne sono un esempio la definizione e l'individuazione delle aree protette di speciale importanza del Mediterraneo ("SPAMI"

areas) e delle “Ecologically or Biologically Significant Marine Areas” (EBSAs). Possibili strumenti ed opportunità di conservazione, gestione e di raggiungimento dei target di conservazione internazionali sono stati inoltre proposti da alcuni autori (Bastari et al., 2016), che hanno analizzato i vantaggi, gli svantaggi e le possibilità sia politiche che socio-economiche che potrebbero derivare dall’istituzione di una o più aree protette transfrontaliere nell’Adriatico. L’asse Environmental Quality nell’ambito della Strategia Europea per la Macroregione Adriatico Ionica (EUSAIR) rappresenta un’opportunità politica importante per il raggiungimento di questi obiettivi.

Bibliografia

- Artegiani, A., Paschini, E., Russo, A., Bregant, D., Raicich, F., Pinardi, N., 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I: Air-sea interactions and water mass structure. *J. Phys. Oceanogr.* 27(8), 1492-1514.
- Artegiani, A., Paschini, E., Russo, A., Bregant, D., Raicich, F., Pinardi, N., 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic circulation structure. *J. Phys. Oceanogr.* 27(8), 1515-1532.
- Bastari, A., Micheli, F., Ferretti, F., Pusceddu, A., & Cerrano, C., 2016. Large marine protected areas (LMPAs) in the Mediterranean Sea: The opportunity of the Adriatic Sea. *Mar. Pol.*, 68, 165-177.
- Capozzi, R., Guido, F.L., Oppo, D., & Gabbianelli, G., 2012. Methane-Derived Authigenic Carbonates (MDAC) in northern-central Adriatic Sea: Relationships between reservoir and methane seepages. *Mar. Geol.*, 332, 174-188.
- Casellato, S. & Stefanon, A., 2008. Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: An overview. *Mar. Ecol.*, 29, pp.321-341.
- Coll, M., Santojanni, A., Palomera, I., & Arneri, E., 2009. Food-web changes in the Adriatic Sea over the last three decades. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 381: 17-37. doi:10.3354/meps07944.
- Coll, M., Piroddi, C., Albouy, C., Ben Rais Lasram, F., Cheung, W. W., Christensen, V., ... & Palomares, M. L., 2012. The Mediterranean Sea under siege: Spatial overlap between marine biodiversity, cumulative threats and marine reserves. *Global Ecology and Biogeography*, 21, pp.465-480.
- Colloca, F., Garofalo, G., Bitetto, I., Facchini, M. T., Grati, F., Martiradonna, A., ... & Tserpes, G., 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.
- Conti, A., Stefanon, A., Zuppi, G.M., 2002. Gas seeps and rock formation in the northern Adriatic Sea. *Cont. Shelf Res.* 22(16), 2333-2344.
- Curzi, P., Veggiani, A., 1985. I pockmarks nel mare Adriatico centrale. *Ateneo Parmense Acta Nat.* 21(2-4), 79-90.
- Danovaro, R., Company, J.B., Corinaldesi, C., D’Onghia, G., Galil, B., Gambi, C., et al., 2010. Deep-sea biodiversity in the Mediterranean Sea: the known, the unknown, and the unknowable, *PLoS One*, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0011832>.

- de Juan, S., & Lleonart, J. 2010. A conceptual framework for the protection of vulnerable habitats impacted by fishing activities in the Mediterranean high seas. *Oc. & Coast. Manag.*, 53(11), 717-723.
- D'Onghia, G., Capezzuto, F., Cardone, F., Carlucci, R., Carluccio, A., Chimienti, G., ... & Panetta, P., 2015. Macro-and megafauna recorded in the submarine Bari Canyon (southern Adriatic, Mediterranean Sea) using different tools. *Med. Mar. Sci.*, 16(1), 180-196.
- Ferretti, F., Osio, G. C., Jenkins, C. J., Rosenberg, A. A., & Lotze, H. K., 2013. Long-term change in a meso-predator community in response to prolonged and heterogeneous human impact. *Sci. rep.*, 3, 1057.
- Fouzai, N., Coll, M., Palomera, I., Santojanni, A., Arneri, E., & Christensen, V., 2012. Fishing management scenarios to rebuild exploited resources and ecosystems of the Northern-Central Adriatic (Mediterranean Sea). *J. Mar. Syst.*, 102-104, pp.39-51. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.05.003>.
- Franić, Z., 2005. Estimation of the Adriatic Sea water turnover time using fallout ⁹⁰Sr as a radioactive tracer. *J. Mar. Syst.* 57(1-2), 1-12.
- Guidetti, P., Lorenti, M., Buia, M. C., & Mazzella, L., 2002. Temporal dynamics and biomass partitioning in three Adriatic seagrass species: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*. *Mar. Ecol.*, 23(1), pp.51-67.
- Lotze, H.K., Coll, M. & Dunne, J.A., 2011. Historical Changes in Marine Resources, Food-web Structure and Ecosystem Functioning in the Adriatic Sea, Mediterranean. *Ecosystems*, 14, pp.198-222.
- Mannini, P. & Massa, F., 2000. Brief Overview of Adriatic fisheries landings trends (1972-97). In: Massa, F., Mannini, P. (Eds.), Report of the First Meeting of Adriamed Coordination Comité. FAO-MiPAF Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. GCP/RER/010/ITA/TD-01, pp. 31-49.
- Martin, C. S., Giannoulaki, M., De Leo, F., Scardi, M., Salomidi, M., Knittweis, L., ... & Bavestrello, G., 2014. Coralligenous and maërl habitats: predictive modelling to identify their spatial distributions across the Mediterranean Sea. *Scien. Rep.*, 4.
- McKinney, F.K., 2007. The Northern Adriatic ecosystem - Deep time in a shallow sea. Columbia University Press, New York, 299 pp.
- Mediterranean Sensitive Habitats (MEDISEH), 2013. Edited by Giannoulaki M., A. Belluscio, F. Colloca, S. Fraschetti, M. Scardi, C. Smith, P. Panayotidis, V. Valavanis M.T. Spedicato. DG MARE Specific Contract SI2.600741, Final Report, 557 p.
- Micheli, F., Halpern, B. S., Walbridge, S., Ciriaco, S., Ferretti, F., Fraschetti, S., ... Rosenberg, A. A., 2013. Cumulative human impacts on Mediterranean and Black Sea marine ecosystems: assessing current pressures and opportunities. *PLoS One*, 8(12), e79889.
- Mouillot, D., Albouy, C., Guilhaumon, F., Lasram, F. B. R., Coll, M., Devictor, V., ... & Velez, L., 2011. Protected and threatened components of fish biodiversity in the Mediterranean Sea. *Curr. Biol.*, 21(12), 1044-1050.
- Ott, J. 1992. The Adriatic benthos: problems and perspectives. In: Colombo, G., Ferrari, I., Ceccherelli, V.U., Rossi, R. (Eds). *Marine Eutrophication and Population Dynamics*. 25th European Marine Biology Symposium. Ed Olsen & Olsen. Fredensborg, 367-378.
- Ponti, M., Mescalchin, P., 2008. Meraviglie sommerse delle "tegnùe" - Guida alla scoperta degli organismi marini. La Mandragora Editrice Imola (Bo), 424 pp.
- Ponti, M., Fava, F., Abbiati, M., 2011. Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Mar. Biol.* 158(7), 1447-1459.

- Poulain, P.M., Hariri, S., 2013. Transit and residence times in the surface Adriatic Sea as derived from drifter data and Lagrangian numerical simulations. *Ocean Sci. Discuss.* 10, 197-217.
- Sanfilippo, R., Vertino, A., Rosso, A., Beuck, L., Freiwald, A., & Taviani, M., 2013. *Serpula* aggregates and their role in deep-sea coral communities in the southern Adriatic Sea. *Facies*, 59, pp.663-677.
- Savini, A., Basso, D., Alice Bracchi, V., Corselli, C. & Pennetta, M., 2012. Maërl-bed mapping and carbonate quantification on submerged terraces offshore the Cilento peninsula (Tyrrhenian Sea, Italy). *Geodiversitas*, 34, 77-98.
- Silva, J.P., Hamza, C., Martinos, H., 2014. Strategic environmental assessment Adriatic-Ionian operational programme 2014-2020. MetisGmbH, Vienna, 90 pp.
- Stefanon, A., 1981. Pockmarks in the Adriatic Sea, in: Abstracts Volume of the 2nd European Regional Meeting, International Association of Sedimentologists, Bologna, Italy. Ricci Lucchi, F. (Ed.). Tecnoprint, pp. 189-192.
- Stevens, T., 2002. Rigor and representativeness in Marine Protected Area design. *Coast. Manage.* 30(3), 237-248.
- Trincardi, F., Cattaneo, A., Asioli, A., Correggiari, A., Langone, L., 1996. Stratigraphy of the late-Quaternary deposits in the central Adriatic basin and the record of short-term climatic events. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 55, 39-70.
- UNEP/MAP-RAC/SPA. 2015. Adriatic Sea: Description of the ecology and identification of the areas that may deserve to be protected. By Cerrano, C. Ed. RAC/SPA, Tunis. 2015; 92 pp.
- van Straaten, L.M.J.U., 1970. Holocene and late-Pleistocene sedimentation in the Adriatic Sea. *Geol. Runds.* 60(1), 106-131.
- Vlahović, I., Tišljarić, J., Velić, I., Matičec, D., 2002. The karst dinarides are composed of relics of a single mesozoic platform: Facts and consequences. *Geol. Croat.* 55(2), 171-183.
- Vlahović, I., Tišljarić, J., Velić, I., Matičec, D., 2005. Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 220(3-4), 333-360.

La valutazione degli stock dei piccoli pelagici in Adriatico: l'approccio acustico

di Iole Leonori*, Andrea De Felice, Ilaria Biagiotti,
Giovanni Canduci, Ilaria Costantini and Sara Malavolti
CNR-ISMAR, Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienze Marine,
Largo Fiera della Pesca 1, 60125 Ancona, Italy

*Corresponding author: i.leonori@ismar.cnr.it

Abstract

*The state of small pelagic resources in the Adriatic Sea has been studied by means of acoustic methodology since the 70's. Recently, all the main areas of distribution of these stocks in the Mediterranean Sea are annually surveyed in the framework of EC Data Collection Regulation, according to a common protocol in the ambit of EU MEDIAS (Pan-Mediterranean Acoustic Surveys) project. The aim is to obtain comparable results to allow to the decision makers on fishery resource management to gain a sustainable harvest of the resources. CNR-ISMAR of Ancona is conducting acoustic surveys in the western side of Northern and Middle Adriatic - FAO GSA 17 (Slovenian waters included) and in the whole Southern Adriatic - GSA 18 in cooperation with the local research institutes of Slovenia, Montenegro and Albania, in the framework of FAO AdriaMed project. The eastern side of GSA 17 is covered by IOF institute of Split (Croatia), since 2013 part of the MEDIAS project, so that the whole Adriatic Sea is studied with this methodology. The results show the typical fluctuations in time and space of small pelagic fish species, in particular of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) and their spatial distribution in the study areas in North, Medium and Southern Adriatic Sea.*

Riassunto

Lo stato delle risorse dei piccoli pelagici in Adriatico è stato studiato tramite metodologia acustica a partire dagli anni settanta. Attualmente, i survey acustici vengono condotti annualmente in tutte le principali aree di distribuzioni di questi stock in Mediterraneo nell'ambito del Data Collection Regulation della Comunità Europea, seguendo un protocollo comune nel progetto EU MEDIAS (Pan-Mediterranean Acoustic Surveys). Il fine è di ottenere risultati confrontabili per permettere agli enti predisposti alla gestione della pesca di prendere adeguate decisioni per uno sfruttamento sostenibile delle risorse. Il CNR-ISMAR di Ancona svolge tali campagne nel

versante occidentale del Nord e Medio Adriatico - FAO GSA 17 (inclusa Slovenia) e in tutto il Sud Adriatico - GSA 18, in cooperazione con gli Istituti di ricerca locali di Slovenia, Montenegro e Albania nell'ambito del progetto FAO AdriaMed. Il versante orientale della GSA 17 viene coperto dall'Istituto IOF di Spalato (Croazia), che dal 2013 fa parte del progetto MEDIAS, cosicché tutto l'Adriatico viene studiato con la metodologia acustica. I risultati mostrano le tipiche fluttuazioni nel tempo e nello spazio delle principali specie dei piccoli pelagici, in particolare di alice (*Engraulis encrasicolus*) e sardina (*Sardina pilchardus*) e la loro distribuzione spaziale nelle aree di studio del Nord, Medio e Sud Adriatico.

Introduzione

Il Mare Adriatico, per quello che riguarda i piccoli pelagici, è notevolmente il più produttivo tra i mari Italiani e uno dei più ricchi del Mediterraneo (Sournia, 1973). L'Adriatico fornisce il 66.3 % dello sbarcato di piccoli pelagici dei mari italiani dai mestieri di volante e circuizione, valutato complessivamente in 50336 t, assumendo lo sbarcato della Puglia come proveniente prevalentemente dall'area Adriatica (IREPA Onlus, 2012).

Le risorse dei piccoli pelagici, per la loro natura, sono soggette a notevoli variazioni nel tempo e nella distribuzione geografica per effetto di fattori esterni (fisici, chimici e biologici) e interni (interazione e competizione tra le specie). Di conseguenza le decisioni gestionali necessarie per utilizzare tali risorse in modo ottimale ed ecologico richiedono di conoscere, anno per anno, a quanto ammontano tali risorse, come sono distribuite geograficamente e come sono influenzate dall'ambiente.

Lo stato delle risorse dei piccoli pelagici in Adriatico viene studiato con metodologia acustica sin dal 1976 dal Gruppo di Acustica Marina del CNR-ISMAR di Ancona (Azzali, 1997; Azzali, 2002; Azzali et al., 2002; Azzali et al., 2007, Leonori, 2007; Leonori et al., 2011b; 2012a). Si sono così ottenute serie storiche che mostrano l'andamento per oltre tre decenni della biomassa di alici (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758), sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792) e spratti (*Sprattus sprattus* L., 1758).

La metodologia acustica è un metodo diretto per la valutazione degli stock di piccoli pelagici. Tale metodo permette di stimare l'abbondanza delle principali specie di interesse, monitorando direttamente la popolazione presente in mare, dopo opportuna elaborazione dei dati ottenuti tramite campagne scientifiche annuali di survey acustico.

Dal punto di vista della gestione della pesca risulta particolarmente importante conoscere la distribuzione geografica della biomassa totale e per specie e quali sono le aree della sua massima concentrazione. Tale informazione è deducibile solo tramite le ricerche che utilizzano la metodologia acustica che, allo stato attuale, sembra es-

sere l'unica tecnica in grado di caratterizzare la distribuzione degli organismi pelagici con un'alta risoluzione spaziale e temporale (ICES, 2007).

Negli ultimi 20 anni il campo della tecnologia acustica applicata alla pesca è notevolmente avanzato e la metodologia acustica è ora utilizzata in tutto il mondo per la stima dell'abbondanza degli stock pelagici, per lo studio della loro distribuzione in relazione alle condizioni ambientali, per comprendere la variabilità spaziale e temporale di tali risorse e l'interazione tra le diverse specie.

Per quanto riguarda l'Adriatico, è stata la prima area del Mediterraneo, e una delle prime nel mondo, ad essere campionata col metodo acustico. Il MIPAAF e la Comunità Europea hanno finanziato in tempi diversi questa ricerca. In passato, il survey acustico nel Mare Adriatico è stato limitato al versante italiano fino a che, di recente, grazie alla cooperazione tra l'Italia e le nazioni dell'Adriatico orientale, nell'ambito del Progetto FAO AdriaMed, questa ricerca è stata estesa alle acque slovene (2001, 2007-2008, poi in MEDIAS), croate (2001), montenegrine (2002, 2004-2005; Azzali et al., 2006) e montenegrino albanesi (2008, 2010-2014) (Leonori e De Felice, 2008, 2010 - 2014; Leonori et al., 2011d,e; 2012c; 2015b). Dal 2002, i ricercatori croati dell'IOF di Spalato hanno effettuato con regolarità il survey acustico nel versante orientale della GSA 17 (Leonori et al., 2011c; 2012b).

Nel 2009, ha avuto inizio il progetto MEDIAS GSA 17 e GSA 18 che prevede la realizzazione di campagne annuali di survey acustico in Adriatico occidentale e nelle acque territoriali slovene (Leonori et al., 2010, 2011a, 2012a, 2013-2015a) nell'ambito del Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici (MIPAAF e UE) ed è parte integrante del progetto MEDIAS (Pan - Mediterranean Acoustic Surveys), del Data Collection Regulation Framework" (DCF) della Comunità Europea, che coordina i diversi gruppi di ricerca europei che svolgono survey acustici sui piccoli pelagici nelle principali aree di presenza di tali risorse in Mediterraneo, seguendo un protocollo metodologico comune (MEDIAS 2012, <http://www.medias-project.eu/medias/website>). I paesi europei che aderiscono al progetto MEDIAS sono Italia, Francia, Spagna, Slovenia, Croazia (dal 2013), Grecia e Malta. Inoltre dal 2010 anche Bulgaria e Romania hanno intrapreso questo tipo di ricerca nel Mar Nero. In Figura 1 sono rappresentati i piani dei transetti dei survey acustici MEDIAS nel Mar Mediterraneo.

Il MEDIAS prevede la realizzazione di survey acustici condotti per stimare l'abbondanza degli stock, caratterizzare la loro distribuzione spaziale, studiare il comportamento delle specie, la variabilità spaziale e temporale della distribuzione dei piccoli pelagici in relazione alle condizioni ambientali nelle principali aree di pesca di tali risorse del Mediterraneo, appartenenti all'Unione Europea. Le specie target del progetto sono le principali specie commerciali di piccoli pelagici, ossia l'alice (*Engraulis encrasicolus*) e la sardina (*Sardina pilchardus*).

L'approccio di ricerca è di tipo multidisciplinare e consiste nell'esecuzione del survey acustico in contemporanea con campionamenti biologici e oceanografici al

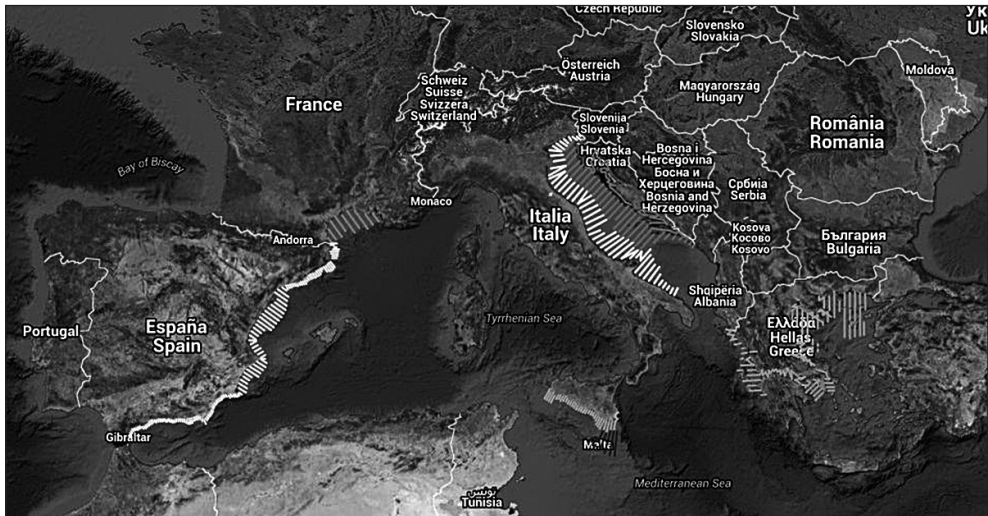


Fig. 1 - Transetti dei survey acustici nel Mar Mediterraneo svolti nell'ambito della DCF della CE. Il campionamento è stato condotto nel Mare Adriatico dal CNR-ISMAR di Ancona lungo le coste di Italia e Slovenia e dell'IOF lungo le coste croate. Il survey acustico è stato condotto dall'IEO lungo le coste spagnole, dall'IFREMER nel Golfo del Leone (Francia), dal CNR-IAMC nel Canale di Sicilia e nelle acque Maltesi, dall'HCMR nel Mare Egeo (Grecia)

fine di stimare con opportuna elaborazione dei dati acustici, biologici ed oceanografici il livello di abbondanza, la distribuzione spaziale e le caratteristiche demografiche delle popolazioni dei piccoli pelagici nell'area di azione della flotta peschereccia e di raccogliere informazioni sui parametri ambientali che le influenzano.

Le informazioni sui piccoli pelagici e sull'ambiente raccolte durante i survey acustici nel Nord e Medio Adriatico (GSA 17) e nel Sud Adriatico (GSA 18) vengono integrate con i dati storici (Azzali et al., 2002; Leonori, 2007; Leonori et al., 2011b; 2012-2015a) acquisiti nelle stesse aree a partire dal 1976 e confrontate con le statistiche della pesca commerciale, allo scopo di affrontare il complesso problema dell'interazione tra i piccoli pelagici, l'ambiente e la pesca.

Materiali e Metodi

Le aree oggetto di studio sono state il Nord e Medio Adriatico (GSA 17) tra Vieste e Trieste, comprese le acque territoriali della Slovenia (in collaborazione con l'Istituto di ricerca sulla pesca della Slovenia), il Sud Adriatico (GSA 18) da Vieste a Brindisi e anche il versante orientale del Sud Adriatico (GSA 18) come estensione del survey MEDIAS in collaborazione con l'Istituto di Biologia Marina di Cattaro (Mon-

tenegro) e l'Università di Tirana (Albania). Il limite del campionamento verso est è costituito dalla Mid-line (Trattato di Osimo, 1975) o dalla isobata dei 200 m nelle aree più meridionali. Le aree sono state calcolate considerando il confine verso il largo esattamente alla fine dei transetti acustici.

Queste aree sono state coperte con un campionamento sistematico costituito da transetti paralleli e perpendicolari alla linea di costa (Fig. 2). La distanza tra due transetti paralleli consecutivi è non superiore a 10 miglia nautiche. La lunghezza massima di un transetto è di circa 40 miglia nautiche. I transetti interessano l'area compresa tra 15-20 metri di profondità (in dipendenza della presenza/assenza di ostacoli, come campi di maricoltura) e la Mid-line o la batimetria dei 200.

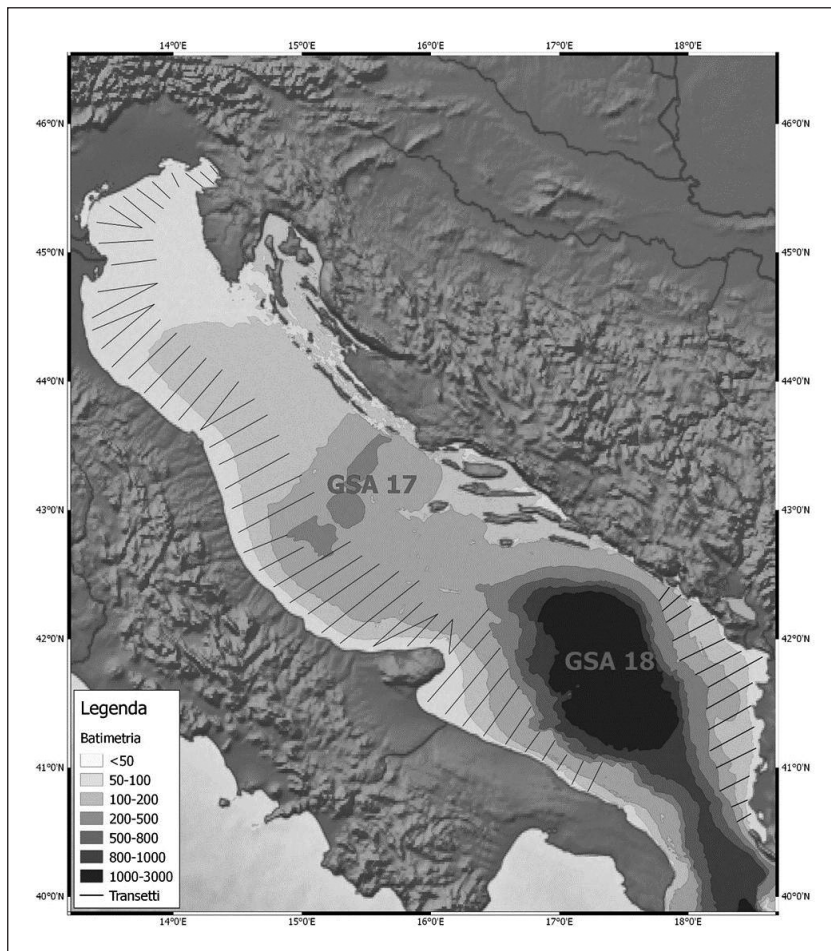


Fig. 2 - Transetti del campionamento acustico condotto dal CNR -ISMAR di Ancona in Adriatico

La campagna oceanografica viene svolta mediante la N/O “G. Dallaporta” (Fig. 3), una nave da ricerca opportunamente equipaggiata ed in grado di operare 24 ore al giorno.

Durante il survey acustico vengono acquisite informazioni riguardanti l’abbondanza delle specie pelagiche mediante continuo monitoraggio lungo transetti acustici tramite ecoscandaglio scientifico EK60 (SIMRAD) operante in multifrequenza (38, 120, 200 kHz) con trasduttori split beam montati a scafo.

La frequenza utilizzata per elaborare i dati di biomassa dei piccoli pelagici è 38 kHz. Le frequenze di 120 kHz e 200 kHz sono state di ausilio per discriminare le specie di piccoli pelagici con vescica natatoria dal resto (rumore, plancton, pesci privi di vescica natatoria).

Periodicamente si effettuano campionamenti biologici tramite cale di pesca per conoscere in dettaglio le proporzioni tra le specie che compongono la biomassa ed acquisire le relative informazioni demografiche, quali lunghezza, peso, sesso, stadi di maturità delle gonadi ed età.

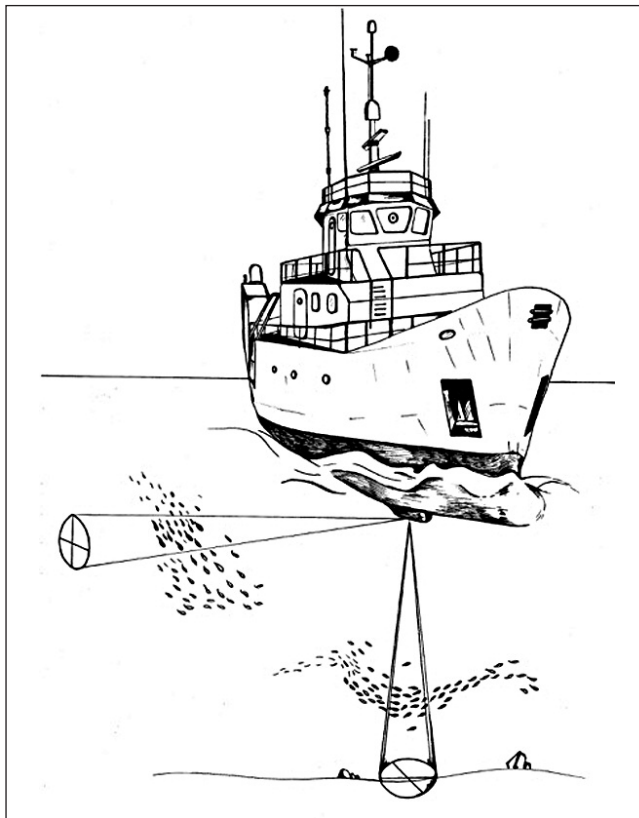


Fig. 3 - Nave da ricerca “G. Dallaporta”

Oltre ai campionamenti biologici con la rete da pesca di tipo “volante monobarca” si effettuano stazioni di sonda multiparametrica CTD per la caratterizzazione dei principali parametri fisici delle masse d’acqua.

Prima di ogni campagna si effettua la calibrazione della strumentazione elettroacustica alle frequenze in uso secondo la procedura “standard target method” (Foote et al., 1987, Simmonds and MacLennan, 2005; Simrad, 1996), che consiste nel posizionare un bersaglio standard (in genere una sfera di rame o tungsteno), con proprietà acustiche note, nel cono acustico del trasduttore e nel modificare le costanti della strumentazione fino ad ottenere misure degli echi riflessi dal bersaglio uguali a quelle attese. Ciò permette di aggiustare il guadagno del trasduttore e di conseguenza la funzione TVG (Time Varied Gain) e la larghezza del raggio acustico per ciascuna frequenza utilizzata.

Le operazioni di pesca con la rete vengono effettuate a differenti orari del giorno (il survey procede in continuo e si interrompe solo per maltempo) e a differenti condizioni di profondità, perché ci possono essere differenze nella distribuzione delle specie per batimetrica che vanno colte. Non ci sono posizioni prefissate, ma in genere si cerca di pescare in zone e in strati di profondità dove lo scandaglio mostra aggregazioni interessanti da identificare o per cui vada confermata una precedente identificazione.

Il corretto posizionamento della rete nello strato d’interesse in colonna d’acqua è assicurato dal sistema Simrad ITI, mediante il quale si può conoscere la profondità della rete in acqua, la sua apertura verticale, l’angolo rispetto alla scia della nave, il pesce in ingresso nella rete, ecc.

La comunicazione per via acustica dei sensori posti a livello della lima dei sugheri della rete (Fig. 4) con i trasduttori installati a scafo della nave da ricerca permette di conoscere l’assetto della rete in pesca. La posizione della rete durante la pesca è anche visualizzata sullo schermo dell’ecoscandaglio scientifico mediante opportuno collegamento.



Fig. 4 - A sinistra Temp Depth Sensor e Trawl Eye Sensor installati sulla lima dei sugheri della rete da pesca, a destra una coffa contenente alici e sardine

I campioni raccolti vengono divisi per specie in modo da conoscere le proporzioni di queste nella biomassa pelagica. Lunghezze e pesi vengono misurati a bordo mediante strumenti di precisione, quali ittiometri e bilance stabilizzate per la pesatura durante la navigazione.

Una parte dei campioni delle principali specie viene congelata secondo modalità standardizzate in ambito DCF per poi essere trattata in laboratorio per la determinazione di sesso, maturità delle gonadi ed età degli individui, quest'ultima determinata mediante lettura degli anelli degli otoliti estratti dai pesci secondo i criteri stabiliti durante il "Workshop On Age Reading of European Anchovy (WKARA)" (ICES, 2009).

Le specie oggetto di studio di questa ricerca in Adriatico, un ecosistema di specie miste, sono essenzialmente di due tipi:

- pelagici puri come l'alice (*Engraulis encrasicolus*), la sardina (*Sardina pilchardus*), lo spratto (*Sprattus sprattus*), l'alaccia (*Sardinella aurita*), il lanzardo e lo sgombro (rispettivamente *Scomber japonicus* e *Scomber scombrus*);
- specie semi-pelagiche come suri e sugherelli (*Trachurus trachurus* e *Trachurus mediterraneus*), bobe (*Boops boops*) e mensole (*Spicara flexuosa* e *Spicara maena*).

Inoltre, vengono svolti anche campionamenti del plancton con stazioni di retino (di tipo WP2) lungo i transetti acustici. I campioni di plancton vengono poi analizzati per la valutazione dell'abbondanza e caratterizzazione in specie, attività svolta in collaborazione con l'OGS di Trieste.

Il campione del retino WP2 viene anche analizzato per l'identificazione e lo studio delle uova e larve di alice presenti e la loro distribuzione spaziale. Tali informazioni, congiuntamente ad analisi più dettagliate a livello di campioni di adulti prelevati con la rete "volante", permette l'applicazione del DEPM: "Daily Egg Production Method" (Lasker, 1985; Somarakis et al., 2004). Questa metodologia è un ulteriore metodo diretto di stima della biomassa dei riproduttori di alice nell'area. Tale attività è stata effettuata annualmente dal 2010 nel sud Adriatico in collaborazione con gli istituti di ricerca di Albania e Montenegro e in contatto con altri esperti di questa metodologia nel Mediterraneo, mentre è in corso di sperimentazione nel centro-nord. Il metodo permette un controllo reciproco con la stima data per via acustica e potenzialmente può rendere più robusta l'informazione complessiva che viene data.

I dati acustici acquisiti derivano dall'emissione di coni acustici sincronizzati, uno per ogni frequenza, con caratteristiche note che vengono riflessi dai bersagli incontrati in colonna d'acqua e dal fondale. Questi echi riflessi vanno a comporre, emissione dopo emissione (ping), l'ecogramma (Fig. 5) che è poi oggetto di scrutinio da parte di ricercatori esperti al fine di rimuovere rumore ambientale ed echi di organismi che non sono di interesse (come il plancton). Per l'elaborazione dei segnali acustici si utilizza il software dedicato Echoview. Al termine dello scrutinio, rimangono solo gli echi relativi alle specie di interesse che vengono integrati entro l'unità di distanza standard di un miglio nautico (Simmonds & MacLennan, 2005).

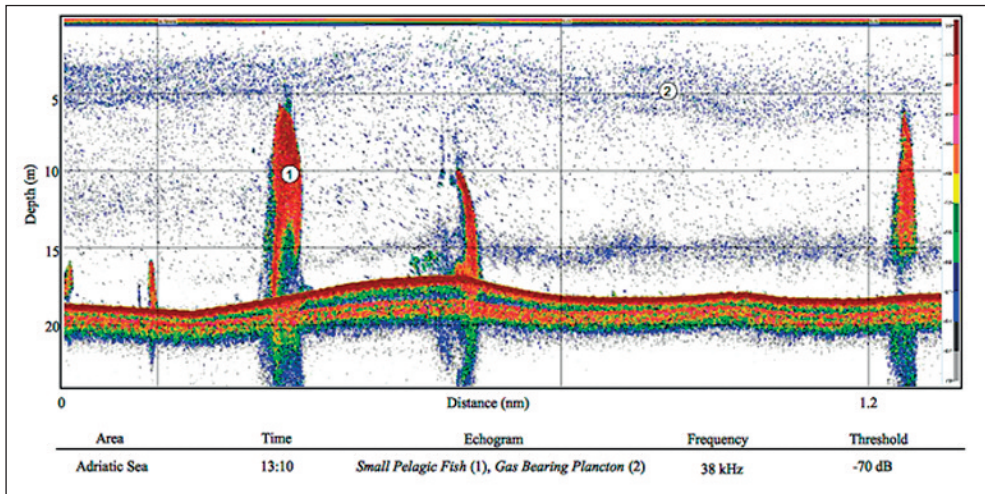


Fig. 5 - Esempio di ecogramma da cui vengono estratti, dopo opportuno scrutinio, i dati di densità dei piccoli pelagici

Il NASC fish ottenuto per ogni miglio, dopo lo scrutinio degli ecogrammi, viene convertito in abbondanza in numero di individui e peso (biomassa), nonché nel NASC per specie relativamente ad alici e sardine, sulla base delle informazioni relative all'insieme delle stazioni di pesca entro ciascuna di queste sub-aree. In questo modo il dato totale risulta suddiviso localmente tenendo conto delle informazioni delle stazioni di pesca più vicine.

Il metodo standard dell'eointegrazione (Simmonds & MacLennan, 2005), viene implementato mediante l'utilizzo della tecnologia Split-beam e Multi-frequenza. Il metodo dell'eointegrazione implica che siano note le relazioni che legano l'abbondanza di ciascuna specie bersaglio al livello dell'eco (ovvero la "backscattering cross sectional area") e la relazione lunghezza peso $W = cL^d$ per trasformare poi il numero di pesci in biomassa. Tale relazione prende il nome di Target Strength (TS) e ha la forma seguente:

$$TS(\text{dB}) = a * \text{Log}(L) + b$$

e nella forma semplificata

$$TS = 20 * \text{Log}(L) + b20$$

Nel caso delle specie target per l'Adriatico (sardine, acciughe), vengono usati i TS, ricavati *ex situ* da appositi esperimenti controllati (gabbia di calibrazione) e *in situ* durante le campagne di survey acustico (Azzali et al., 1997; Azzali, 2002) e rivisti in am-

bito MEDIAS con il progetto UE AcousMed (Giannoulaki et al., 2012). Il b20 dell'equazione in forma semplificata del TS alla frequenza di 38 kHz è -74.6 dB per l'alice e -72.6 dB per la sardina.

Il metodo multifrequenza combinato con l'esame visuale degli ecogrammi permette di discriminare gli echi relativi ai piccoli pelagici con vescica natatoria (compresi all'incirca tra 5 e 50 cm) dal resto (riverbero di altri organismi come il plancton).

Il numero di individui e la biomassa di alici e sardine per classi di taglia vengono determinati sulla base delle distribuzioni di taglia misurate a bordo sul pescato.

Il numero di individui e la biomassa di alici e sardine per classi di età sono valutati attraverso le chiavi età-lunghezza stimate dai campioni congelati ed analizzati in laboratorio.

Risultati

Per dare un'idea delle dimensioni del campionamento in mare, la campagna annuale di survey scientifico MEDIAS lungo il versante ovest della GSA 17 e estesa a tutta la GSA 18, limitatamente alla piattaforma continentale, prevede di percorrere circa 2400 miglia nautiche, trasferimenti esclusi, e di effettuare in media 60 cale con la "volante", circa 200 stazioni CTD e 150 di retino in un'area di 15800 miglia nautiche quadrate.

Le informazioni sui piccoli pelagici e sull'ambiente raccolte durante i survey annuali vengono integrate con i dati storici acquisiti. I risultati che si ottengono permettono di stimare l'andamento negli anni della biomassa delle principali specie di piccoli pelagici e la loro distribuzione spaziale nel periodo del survey.

La serie storica dell'Adriatico nord-occidentale inizia dal 1976 ed è una delle più lunghe al mondo per stime basate su metodologia acustica. L'andamento delle due specie principali, alice e sardina, mette in luce una caratteristica tipica di queste specie che è quella di presentare ampie fluttuazioni nell'abbondanza negli anni (Fig. 6).

Un risultato interessante è costituito dall'alternanza nella dominanza mostrata da alice e sardina nel Mare Adriatico e che fa pensare ad una competizione tra le due specie in termini trofici (Fig. 6).

La comunità dei piccoli pelagici è dominata dagli stock di alici e sardine; ad esempio, nel 2014 queste due specie costituivano da sole circa l'86% della biomassa totale. La restante porzione è costituita dagli spratti e dalle altre specie di piccoli pelagici (soprattutto suri, lanzardi, sgombri, bobbe, menole e alacce). Le fluttuazioni delle singole specie non mostrano periodicità regolare e sono spesso imprevedibili.

La biomassa di alici (Fig. 6) in quest'area è passata da valori alti alla fine degli anni '70 ad un successivo declino che ha portato al collasso dello stock nel 1987; successivamente c'è stata una ripresa, dapprima non costante e poi più decisa dalla seconda

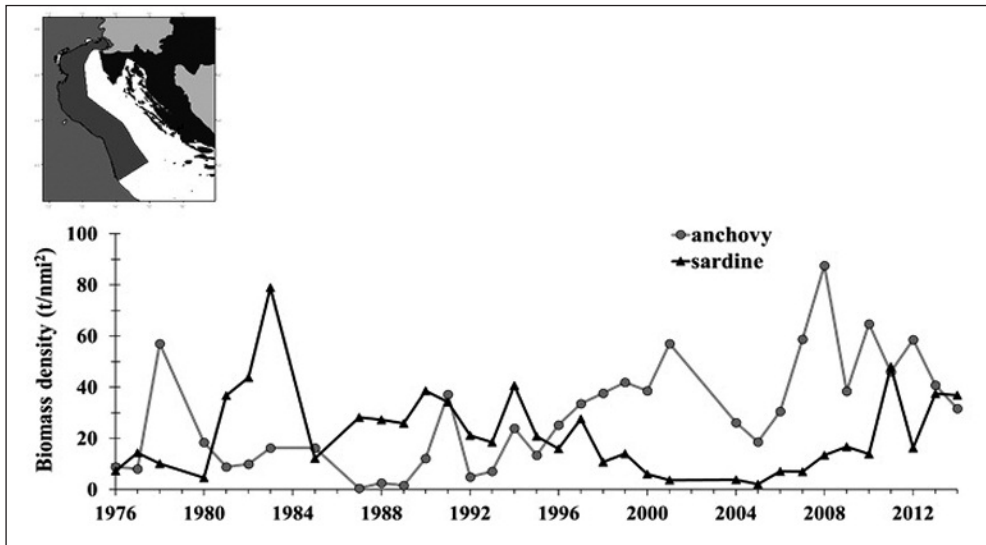


Fig. 6 - Andamento della densità di biomassa di alice e sardina stimata con metodologia acustica nell'Adriatico nord-occidentale, l'area con la serie storica più lunga

metà degli anni '90 fino a tutta la prima decade del nuovo millennio, infine dal 2013 la biomassa di questo stock è in calo.

La sardina invece partendo dai valori bassi di biomassa della seconda metà degli anni '70 ha raggiunto livelli molto alti nei primi anni '80 e in particolare nel 1983; successivamente si è attestata su valori medi fino a metà degli anni '90 per poi scendere a livelli piuttosto bassi per diversi anni fino al 2011 da quando si è registrato un deciso aumento di questo stock (Fig. 6).

Nel 2014 la composizione della popolazione di alici in termini di abbondanza per classi di lunghezza presenta per un ampio intervallo di classi di taglia, da 4 a 15 cm, con classi più rappresentative comprese tra 8.5 e 14 cm e una moda a 12.5 cm. L'abbondanza delle sardine nel 2014 ha un intervallo complessivo di distribuzione di taglia che va da 8.5 a 16 cm con classi più rappresentate tra 11 e 15 cm.

Per quanto riguarda la struttura delle popolazioni di alici e sardine studiata dal 2009, la struttura di *E. encrasicolus*, in termini di abbondanza numerica per classi di età, vede la netta prevalenza delle classi 0 e 1. Nel 2014 le classi d'età trovate vanno da 0 a 3 e prevalgono le classi 1 e 2, con classe 0 che scende significativamente rispetto agli anni precedenti. Per *S. pilchardus*, come per l'alice, nel 2014 si ha una dominanza delle classi d'età 1 e 2 rispetto alla classe 0.

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale, alici e sardine mostrano ancora una volta alcune differenze tra loro. Le alici in genere hanno ampia diffusione da costa a largo, anche se le maggiori abbondanze si trovano tra la costa e l'isobata degli 80

metri (Fig. 7). I giovanili sono più concentrati nelle aree costiere, mentre gli adulti stanno al largo.

Le sardine hanno una distribuzione prevalentemente costiera che in genere arriva al massimo fino ai 70-100 metri, mentre sono spesso del tutto assenti oltre queste profondità (Fig. 7).

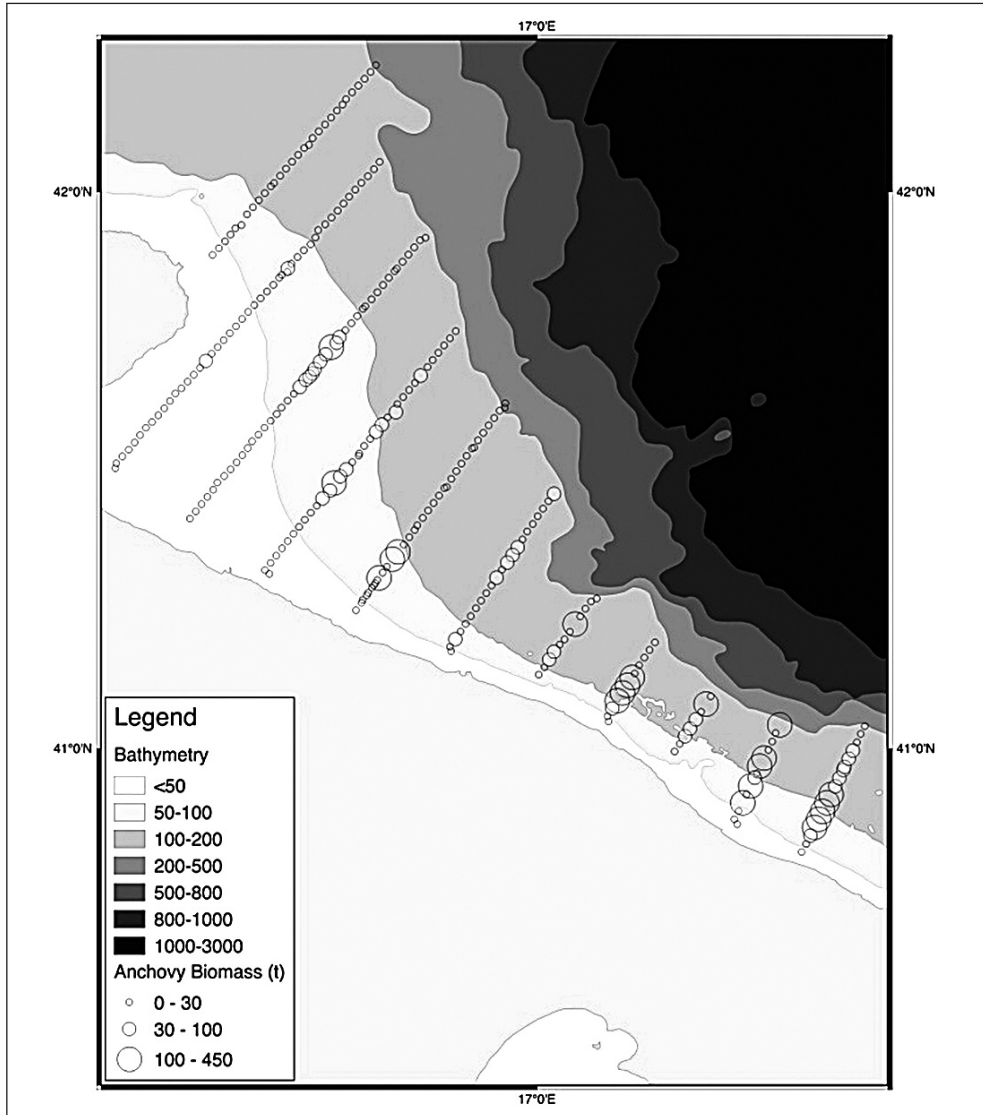


Fig. 7 - Bubble plot relativi alla distribuzione spaziale della biomassa di alici (a sinistra) e sardine (a destra) lungo il versante occidentale dell'Adriatico

Conclusioni

I risultati degli studi acustici effettuati a partire dal 1976 sulle popolazioni di piccoli pelagici in Adriatico hanno mostrato che queste popolazioni, anche in questa area, sono affette da notevole variabilità sia nel tempo che nello spazio (fino a 20 volte, Azzali, 2002; Leonori, 2007; Leonori & De Felice, 2007a, b; Leonori et al., 2010; 2011a, 2013-15) con periodicità ancora sconosciuta (> 10 anni). Tale variabilità sembra principalmente dovuta a fattori ambientali (Azzali et al., 2002; 2007; Leonori et al., 2007; 2011b). Diverse ricerche sono state fatte negli anni per valutare le possibili cause di tale variabilità sia in Adriatico che in altre aree. Alcuni studi hanno messo in luce come la distribuzione spaziale e il livello di biomassa di alcune specie siano influenzati dai parametri ambientali (Gutierrez et al., 2007; Lloret et al., 2004; Salat, 1996). In Mediterraneo è stato recentemente studiato l'Essential Fish Habitat dell'alice utilizzando i risultati dei survey acustici e i dati ambientali da satellite e batimetrici tramite i GAMs (Generalized Additive Models) ed è emerso che la profondità e la clorofilla superficiale sono i parametri che maggiormente influenzano la distribuzione spaziale dell'alice (Giannoulaki et al., 2013). Analoghi risultati sono stati ottenuti per la sardina anche se in questo caso la profondità e la temperatura superficiale sono state le variabili ambientali che hanno maggiormente influito sulla distribuzione spaziale di questa specie in Mediterraneo (Tugores et al., 2011). Considerando gli stadi giovanili di sardina si è notato che le aree più idonee alla loro presenza si estendevano all'aumentare della loro abbondanza (Giannoulaki et al., 2011).

Altri studi hanno cercato di investigare l'effetto dei cambiamenti climatici sui piccoli pelagici (Checkley et al., 2009, Alhait et al., 2012) ed in particolare sul reclutamento del pesce (Brunel & Boucher, 2007).

L'alice è una specie che vive 5-6 anni (in Adriatico difficilmente si pescano esemplari al di sopra di 3-4 anni) ed è caratterizzata da un'alta variabilità nel reclutamento che sembra essere controllata da fattori ambientali (Allan et al., 2001; Coombs et al., 2003; Lasker, 1978; Lloret et al., 2004, Regner, 1996). La sardina vive un po' più a lungo (circa 8 anni); anche per questa specie si sono trovati elementi che mostrerebbero una certa relazione tra reclutamento e fattori ambientali (Santos et al., 2001; Jablonski, 2007).

L'alternanza tra le due specie che risulta in Adriatico è stata descritta anche in altri sistemi come competizione tra due specie principali di piccoli pelagici (Alheit and Niquen, 2004; Barange et al., 2005; Katara et al., 2011).

Le stime di biomassa dei piccoli pelagici in Adriatico, effettuate mediante la metodologia acustica, da anni costituiscono il "tuning" nei modelli analitici basati sulla ricostruzione degli stock negli anni a partire dalle stime dello sbarcato commerciale Santojanni et al., 2011; Carpi et al., 2015). Questi modelli oltre ad includere quindi

informazioni biologiche sulle specie e informazioni sulla flotta peschereccia operante sulle risorse (si veda sull'argomento il contributo in questo stesso volume) richiedono anche uno o più indici indipendenti dalle attività di pesca quale è ad esempio il survey acustico e la DEPM. In questo modo si ha un miglioramento della visione restituita dal modello e una fruttuosa integrazione delle conoscenze.

I dati elaborati vengono mostrati e discussi ogni anno in ambito dei Working Group del Progetto FAO AdriaMed in collaborazione con i ricercatori di Croazia, Albania e Montenegro per poi venire presentati annualmente durante il Working Group on Small Pelagic Species del GFCM (General Fisheries Commission for the Mediterranean). La finalità è di elaborare uno o più stock assessment (Carpi et al., 2015) per le GSA 17 e 18 e identificare un possibile piano di gestione multiennale per la pesca. I risultati ottenuti vengono sottomessi al SAC (Scientific Advisory Committee) il quale può formulare o meno delle raccomandazioni riguardanti gli stock assessment presentati per il Mediterraneo che i Paesi dovranno recepire e adottare.

Alcune importanti attività inerenti questa ricerca sono state intraprese di recente in collaborazione con l'Università Politecnica delle Marche. La prima collaborazione, su cui si sta svolgendo un dottorato di ricerca, riguarda studi di genetica di popolazione ed ha per oggetto l'alice. Lo scopo è quello di approfondire la conoscenza delle caratteristiche genetiche presenti in questa specie in individui prelevati da diverse zone dell'Adriatico (Ruggeri et al., 2016a,b). La seconda collaborazione è finalizzata ad aumentare la conoscenza di aspetti di biologia molecolare nell'alice ed in particolare l'aspetto relativo all'attivazione dei geni durante la fase riproduttiva. Anche su quest'argomento è in corso un dottorato di ricerca (Miccoli et al., 2016a,b).

Bibliografia

- Alheit, J., Niquen, M., 2004. Regime shifts in the Humboldt Current ecosystem. *Prog Ocean.* 60, 201-222.
- Alheit, J., Pohlmann, T., Casini, M., Greve, W., Hinrichs, R., Mathis, M., O'Driscoll, K., Vorberg, R., Wagner, C., 2012. Climate variability drives anchovies and sardines into the North and Baltic Seas. *Prog Ocean.* 96, 128-139.
- Allan G., Petigas P., Lazure P. 2001. The influence of mesoscale ocean processes on anchovy (*Engraulis encrasicolus*) recruitment in the Bay of Biscay estimated with a three-dimensional hydrodynamic mode. *Fishery Oceanography.* 10(2): 151-163.
- Azzali M. 1997. Acoustic T-ECHO cruises in Adriatic Sea performed by IRPEM-CNR (Ancona). *T-ECHO AIR CT92 0314 - Final report & technical annexes - Section Biological Acoustic.* 43 pp.
- Azzali M., Cosimi G., Luna M. 1997. La biomassa, la struttura delle aggregazioni e la distribuzione geografica delle popolazioni di acciughe e sardine nel Basso Adriatico, stimate con la metodologia acustica. *Rapporto finale MIPAF:* 57 pp.

- Azzali M. 2002. Valutazione acustica della biomassa, distribuzione e struttura delle popolazioni pelagiche in Adriatico, in relazione con i dati ambientali ricavati da satellite. *Rapporto finale MIPAF*. 118 pp.
- Azzali M., De Felice A., Cosimi G., Luna M., Parmiggiani F. 2002. The state of the Adriatic Sea centered on the small pelagic fish populations. P.S.Z.N.: *Marine Ecology*, 23, Suppl. 1:78-91
- Azzali M., De Felice A., Leonori I. 2006. Report to the Government of Montenegro on the quantitative acoustic estimation of pelagic biomass as a whole and per species in the area in front of Montenegro. *Final report*: 11 pp.
- Azzali M., Leonori I., De Felice A. 2007. Fluttuazioni spazio-temporali della biomassa dei piccoli pelagici nel Mare Adriatico in relazione ai cambiamenti climatici. In Carli B., Cavarretta G., Colacicco M., Fuzzi S. *Clima e Cambiamenti Climatici: le attività di ricerca del CNR*. Eds. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Roma: 547-550.
- Barange, M., Coetzee, J., Twatwa, N., 2005. Strategies of space occupation by anchovy and sardine in the southern Benguela: the role of stock size and intra-species competition. *ICES J Mar Sci.* 62, 645-654.
- Brunel T., Boucher J. 2007. Long-term trends in fish recruitment in the north-east Atlantic related to climate change. *Fishery oceanography*. 16(4): 336-349.
- Carpi P., Santojanni A., Donato F., Colella S., Čikeš Keč V., Zorica B., Leonori I., De Felice A., Tičina V., Modic T., Pengal P., Arneri E. 2015. A joint stock assessment for the anchovy stock of the northern and central Adriatic Sea: comparison of two catch-at-age models. *Sci. Mar.* 79 (1): 57-70.
- Checkley, D., Alheit, J., Oozeki, Y., Roy, C. 2009. Climate change and small pelagic fish. *Cambridge University Press*; Cambridge, UK; pp. 392.
- Coombs S.H., Giovanardi O., Halliday N.C., Franceschini G., Conway D.V.P., Mansueto L., Barret C.D., McFadzen I.R.B. 2003. Wind mixing, food availability and mortality of anchovy larvae *Engraulis encrasicolus* in the northern Adriatic Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 248: 221-235.
- Foote, K. G., Knudsen, H. P., Vestnes, G., MacLennan, D. N., and Simmonds, E. J., 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. *ICES Cooperative Research Report*, 144. 69 pp.
- Giannoulaki, M., Pyrounaki, M., Liorzou, B., Leonori, I., Valavanis, V., Tsagarakis, K., Bigot, J.L.; Roos, D., De Felice, A., Campanella, F., Somarakis, S., Arneri, E., Machias, A. 2011. Habitat suitability modelling for sardine juveniles (*Sardina pilchardus*) in the Mediterranean Sea” *Fish. Oceanogr.* 20:5, 367-382.
- Giannoulaki M., M.M. Pyrounaki, A. Machias, K. Tsagarakis, M. Iglesias, P. Tugores, J. Miquel, N. Díaz, A. Ventero, I. Leonori, A. De Felice, I. Biagiotti, F. Campanella, G. Canduci, C. Vasapollo, Bonanno, G. Basilone, M. Barra, B. Patti, S. Genovese, M. D’Elia, S. Mazzola, P. Petitgas, M. Doray, J. L. Bigot, D. Roos. 2012. “AcousMed: Harmonization of the Acoustic Data in the Mediterranean 2002-2006”. Negotiated Procedure No MARE/2009/09. Final Report. Iraklion. 212 pp.
- Giannoulaki, M., Iglesias, M., Tugores, P., Bonnano, A., Patti, B., De Felice, A., Leonori, I., Bigot, J.L., Tičina, V., Pyrounaki, M.M., Tsagarakis, K., Machias, A., Somarakis, S., Schismenou, E., Quinci, E., Basilone, W., Cuttitta, A., Campanella, F., Miguel, J., Oñate, D., Roos, D., and Valavanis V. 2013. Characterising the potential habitat of European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Mediterranean Sea, at different life stages. *Fisheries Oceanography*. 22(2): 69-89. ISSN: 1054-6006.
- Gutierrez M., Swartzman G., Bertrand A., Bertrand S. 2007. Anchovy (*Engraulis rigens*) and sardine (*Sardinops sagax*) spatial dynamics and aggregation patterns in the Humboldt Current ecosystem, Peru, from 1983-2003. *Fishery oceanography*. 16(2): 155-168.

- ICES. 2007. Collection of acoustic data from fishing vessels. *ICES Coop. Res. Rep.* 287. 83 pp.
- ICES. 2009. Report of the Workshop on Age reading of European anchovy (WKARA), 9-13 November 2009, Sicily, Italy. *ICES CM 2009/ACOM*: 43. 122 pp.
- IREPA Onlus. 2012. Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2011. Napoli: *Edizioni Scientifiche Italiane*, 252 pp.
- Jablonski S. 2007. The Brazilian sardine. Is there any room for modelling? *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2(2): 86-93.
- Katara, I., Pierce, G.J., Illian, J., Scott, B.E., 2011. Environmental drivers of the anchovy/sardine complex in the Eastern Mediterranean. *Hydro*. 670: 49-65.
- Lasker R. 1978. The relation between oceanographic conditions and larval anchovy food in the California current: identification of factors contributing to recruitment failure. *Report P-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 173: 212-230.
- Lasker R., 1985. An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy (*Engraulis mordax*). NOAA Technical Report, NMFS 36: 99 pp.
- Leonori I. 2007. Valutazione di quelle caratteristiche dei piccoli pelagici e del loro ambiente utili a programmare l'attività di pesca in Adriatico. *Relazione Finale Programma di ricerca n. 6A67, VI Piano triennale L.N. 41/82*. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Roma: 133 pp.
- Leonori, I., De Felice, A. 2007a. Assessment of small pelagic fish by acoustic methods in south western Adriatic Sea. *Working Document. GFCM SCSA*, Working Group on the Small Pelagic, Athens, 13-14 September 2007.
- Leonori, I., De Felice, A. 2007b. Assessment of small pelagic fish by acoustic methods in north western Adriatic Sea. *Working Document. GFCM SCSA*, Working Group on the Small Pelagic, Athens, 13-14 September 2007.
- Leonori I., De Felice A. 2008. Acoustic Survey for the evaluation of pelagic resources in the eastern part of Southern Adriatic (GFCM Geographical Subarea n.18). *FAO AdriaMed-08 Final Report. CNR-ISMAR, Ancona*: 21 pp.
- Leonori I., De Felice A. 2010. Acoustic Survey and eggs and larvae survey for the evaluation of pelagic resources in the eastern part of Southern Adriatic (GFCM Geographical Subarea n.18). *FAO AdriaMed-10 Final Report*: 22 pp.
- Leonori I., Azzali M., De Felice A., Parmiggiani F., Marini M., Grilli F., Gramolini R. 2007. Small pelagic fish biomass in relation to environmental parameters in the Adriatic Sea. *Proceedings Joint AIOL-SItE Meeting*, 17-20 September 2007, Ancona. Available online at <http://www.ecologia.it/congressi/XVII/articles/>: 213-217.
- Leonori I., De Felice A., Cingolani L., Giuliani G., Campanella F., Biagiotti I., Caccamo G. Canduci G., et al. 2010. MEDIAS GSA 17 e GSA 18. Pan-Mediterranean Acoustic Surveys in the Adriatic Sea. FAO Sub areas 37.2.1 and 37.2.2. *Rapporto Finale Anno 2009*. Programma Nazionale raccolta dati alieutici 2009-2010 EC-DCR - MIPAAF. CNR-ISMAR, Ancona: 129 pp.
- Leonori I., De Felice A. 2011. Acoustic Survey and eggs and larvae survey for the evaluation of pelagic resources in the eastern part of Southern Adriatic (GFCM Geographical Subarea n.18). *FAO AdriaMed-2011 Final Report. CNR-ISMAR, Ancona*: 21 pp.

Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Canduci G., Cingolani L., Giuliani G., Campanella F., Caccamo G., Penna P. et al. 2011a. MEDIAS GSA 17 e GSA 18. Pan-Mediterranean Acoustic Surveys in the Adriatic Sea. FAO Sub areas 37.2.1 and 37.2.2. *Rapporto Finale* Anno 2010. Programma Nazionale raccolta dati alieutici 2009-2010, EC-DCR - MIPAAF. CNR-ISMAR, Ancona. 138 pp.

Leonori I., De Felice A., Campanella F., Biagiotti I., Canduci G. 2011b. Assessment of Small Pelagic Fish Biomass in the Adriatic Sea by means of Acoustic Methodology. In: E. Brugnoli, G. Cavarretta, S. Mazzola, F. Trincardi, M. Ravaoli, R. Santoleri (Eds.), *Marine research at CNR*. Roma, ISSN 2239-5172 Volume DTA/06-2011. 2019-2029. <http://dta.cnr.it/>.

Leonori I., Ticina V., De Felice A. 2011c. Towards the assessment of small pelagic fish biomass in the entire Adriatic sea by means of acoustic methodology. *Working Document, GFCM SCSA*, Working group on stock assessment of Small Pelagic Species, Chania, Crete (Greece), 24-29 October 2011. <http://www.gfcm.org>.

Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Canduci G., Mandic M., Pesic A., Joksimovic A., Regner S. Kolutari J. Anchovy in GSA18 - South Adriatic, 2011d. Working Document, GFCM SCSA, Working group on stock assessment of Small Pelagic Species, Chania, Crete (Greece), 24-29 October 2011. <http://www.gfcm.org>.

Leonori I., De Felice A. 2012. To perform the appraisal of small pelagic fish resources in the waters in front of Montenegro and Albania of the Adriatic Sea (GFCM GSA 18) through acoustic and eggs and larvae surveys (Task 1). FAO AdriaMed - LoA PO 290989. Final Report. CNR-ISMAR, Ancona. 23 pp.

Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Canduci G., Cingolani L., Giuliani G., Vasapollo C., Malavolti S., Penna P., Caccamo G., Grilli F., Paschini E. 2012a. MEDIAS GSA 17 e GSA 18. Pan-Mediterranean Acoustic Surveys in the Adriatic Sea. FAO Sub areas 37.2.1 and 37.2.2. *Rapporto Finale* Anno 2011. Programma Nazionale raccolta dati alieutici 2011-2013, EC-DCR - MIPAAF. CNR - ISMAR, Ancona. 134 pp.

Leonori I., Tičina V., De Felice A., Vidjak O., Grubišić L., Pallaoro A. 2012b. Comparisons of two research vessels' properties in the acoustic surveys of small pelagic fish. *Acta Adriatica*. 53(3): 389-398.

Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Giovanni Canduci G., Donato F., Mandić M., Pešić A., Joksimović A., Kolutari J. 2012c. Evaluation of anchovy biomass in Southern Adriatic Sea by means of acoustics and daily egg production method. Proceedings of the International Conference on Marine and Coastal Ecosystems (MarCoastEcos2012): increasing knowledge for a sustainable conservation and integrated management. 25-28 April 2012, Tirana, Albania.

Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Canduci G., Campanella F., De Marco R., Giuliani G., Malavolti S., Vasapollo C., Caccamo G., Grilli F., Paschini E. 2013. MEDIAS GSA 17 e GSA 18 - Pan-Mediterranean Acoustic Survey in the Adriatic Sea. FAO sub areas 37.2.1 and 37.2.2. *Rapporto Finale* Anno 2012. Programma nazionale raccolta dati alieutici 2011-2013. EC-DCR - MIPAAF. CNR-ISMAR, Ancona. 153 pp.

Leonori I., De Felice A. 2014. To perform the appraisal of small pelagic fish resources in the waters in front of Montenegro and Albania of the Adriatic Sea (GFCM GSA 18) through acoustic and eggs and larvae surveys. FAO AdriaMed - LoA PO 310410. Final Report, CNR ISMAR, Ancona. 20 pp.

Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Canduci G., Campanella F., De Marco R., Giuliani G., Malavolti S., Vasapollo C., Costantini I., Caccamo G., Penna P., Grilli F., Paschini E. 2014. MEDIAS GSA 17 e GSA 18 - Pan-Mediterranean Acoustic Survey in the Adriatic Sea. FAO sub areas 37.2.1 and 37.2.2. *Rapporto Finale* Anno 2013. Programma nazionale raccolta dati alieutici 2011-2013. EC-DCR - MIPAAF. CNR ISMAR, Ancona. 144 pp.

- Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Canduci G., Costantini I., Giuliani G., De Marco R., Malavolti S., Miccoli A., Caccamo G., Penna P., Grilli F., Paschini E. 2015a. MEDIAS GSA 17 e GSA 18 - Pan-Mediterranean Acoustic Survey in the Adriatic Sea. FAO sub areas 37.2.1 and 37.2.2. Rapporto Finale Anno 2014. Programma nazionale raccolta dati alieutici 2014-2016. EC-DCR - MIPAAF. CNR-ISMAR, Ancona. 158 pp.
- Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Canduci G., Costantini I., Grilli F., Caccamo G., Gabrielli G. 2015b. To perform the appraisal of small pelagic fish resources in the waters in front of Montenegro and Albania of the Adriatic Sea (GFCM GSA 18) through acoustic and eggs and larvae surveys in 2015. Final Report of FAO AdriaMed Research Project PO 315677. 20 pp.
- Lloret J., Palomera I., Salat J., Sole I. 2004. Impact of freshwater input and wind on landings of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in shelf waters surrounding the Ebre (Ebro) River delta (North-western Mediterranean). *Fishery Oceanography*. 13(2): 102-110.
- MEDIAS, 2012. MEDIAS handbook. Common protocol for the Pan-Mediterranean Acoustic Survey (MEDIAS), March 2012. pp.19. <http://www.medias-project.eu/medias/website>.
- Miccoli A, Leonori I, Estonba A, De Felice A, Piccinetti CC, Carnevali O. 2016. Clupeiformes' Egg Envelope Proteins characterization: The case of *Engraulis encrasicolus* as a proxy for stock assessment through a novel molecular tool. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 100: 95-108. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2016.04.006>.
- Miccoli A, Olivotto I, De Felice A, Leonori I, Carnevali O. 2016b. Characterization and transcriptional profiles of *Engraulis encrasicolus*' GnRH forms. *Reproduction*. 152: 727-739. DOI: 10.1530/REP-16-0405.
- Regner S. 1996. Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in Adriatic Sea. *Sci. Mar.* 60 (2): 167-177.
- Ruggeri P, Splendiani A, Di Muri C, Fioravanti T, Santojanni A, Leonori I, De Felice A, Biagiotti I, Carpi P, Arneri E, Nisi Cerioni P, Giovannotti M, Caputo Barucchi V. 2016a. Coupling Demographic and Genetic Variability from Archived Collections of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *PLoS ONE* 11(3): e0151507. doi:10.1371/journal.pone.0151507.
- Ruggeri P, Splendiani A, Occhipinti G, Fioravanti T, Santojanni A, Leonori I, De Felice A, Arneri E, Procaccini G, Catanese G, Tičina V, Bonanno A, Nisi Cerioni P, Giovannotti M, Grant WS, Caputo Barucchi V. 2016b. Biocomplexity in Populations of European Anchovy in the Adriatic Sea. *PLoS ONE* 11(4): e0153061. doi:10.1371/journal.pone.0153061.
- Salat J. 1996. Review of hydrographic environmental factors that may influence anchovy habitats in northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, 60(2): 21-32.
- Santojanni A., Angelini S., Basilone G., Biagiotti I., Bonanno A., Carpi P., De Felice A., Leonori I., Patti B., Petrillo M., Sbrana M., 2011. I piccoli pelagici nei mari circostanti l'Italia. In: Cataudella S., Spagnolo M. (a cura di), Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani, capitolo 2.4, pp. 188-194, Ministero Italiano delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, 904 pp.
- Santos, A. M. P., Borges, M. F., and Groom, S. 2001. Sardine and horse mackerel recruitment and upwelling off Portugal. *ICES J Mar Sci.*, 58: 589-596.
- Simmonds E.J., MacLennan D.N. 2005. Fisheries Acoustics; 2nd edition, Eds. *Blackwell Science*, Oxford. 437 pp.
- Simrad, 1996. SIMRAD EK500 Scientific Echo Sounder - Operator manual. *Simrad AS*. Horten, Norway.

Somarakis S., Palomera I., Garcia A., Quintanilla L., Koutsikopoulos C., Uriarte A., Motos L. 2004. Daily egg production of anchovy in European waters. *ICES Journal of Marine Science*, 61:944-958. doi:10.1016/j.icesjms.2004.07.018.

Sournia A., 1973. La production primaire planctonique en Mediterranee: essai de mise a jour. *Bull. Etude Commun. Medit.* 5: 1-128.

Tugores Ferra, M.P., Giannoulaki, M., Iglesias, M., Bonanno, A., Tičina, V., Leonori, I., Machias A., Tsagarakis K., Diaz, N., Giraldez, A., Patti, B., De Felice, Basilone G., Valavanis, V. 2011. Habitat suitability modelling for sardine in a highly diverse ecosystem: the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 443: 181-205.

La valutazione degli stock dei piccoli pelagici in Adriatico: l'approccio della dinamica di popolazione

di Alberto Santojanni, Silvia Angelini, Andrea Belardinelli, Piera Carpi, Sabrina Colella, Camilla Croci, Filippo Domenichetti, Fortunata Donato, Michela Martinelli, Monica Panfilì, Carlo Tesauro
CNR-ISMAR, Ancona, Largo Fiera della Pesca, 2 - 60125 Ancona

Abstract

Anchovy (Engraulis encrasicolus) and sardine (Sardina pilchardus) are small pelagic species and their populations in the Adriatic Sea are very important both ecologically and economically. Since the middle of 1970s, CNR-ISMAR of Ancona has carried out research on the dynamic of these populations, also including studies on their biology (e.g. growth, reproduction), ecology and genetic structure. In particular, the stock assessments of northern and central Adriatic anchovy and sardine, i.e. Geographical Sub-Area 17 according to General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM), are based on catch data of the fishing fleets of Italy, Croatia and Slovenia, along with abundance at sea estimated by means of acoustic methods. These stock assessments are performed using population dynamics mathematical models, which account for the fundamental processes in the stock at sea and allow to estimate not only total stock and spawning stock biomass but also fishing mortality rates, useful to evaluate the impact of fishing pressure in a management perspective. Recent stock assessments, presented and endorsed in the ambit of GFCM at the end of 2014, are based on total catch at age data (i.e. numbers of caught fish are distributed in age classes) from 1975/76 to 2013, with average values in the last period 2011-2013 being around 30.000 and 60.000 tonnes for anchovy and sardine, respectively. These analyses indicate that both species, in the GSA 17, suffer fishing pressure in recent years so that the management advice, in particular for anchovy, is reduction of fishing mortality.

Sommario

L'alice o acciuga (*Engraulis encrasicolus*) e la sardina (*Sardina pilchardus*) sono specie del gruppo dei piccoli pelagici e le loro popolazioni nel Mare Adriatico sono molto importanti dal punto di vista sia economico che ecologico. A partire dalla metà degli anni settanta, il CNR-ISMAR di Ancona ha condotto ricerche sulla dinamica di queste popolazioni, riguardanti anche la biologia (es. crescita, riproduzione), l'ecologia e la struttura genetica. In particolare, le valutazioni degli stock (stock asses-

ment) dell'alice e della sardina nell'Adriatico centrale e settentrionale, ossia la Geographical Sub-Area 17 come indicato dalla General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM), sono basate sui dati di cattura delle flotte pescherecce di Italia, Croazia e Slovenia, unitamente alle stime di abbondanza in mare ottenute con metodi acustici. Tali stock assessment sono effettuati mediante modelli matematici di dinamica di popolazione, che tengono conto dei processi fondamentali nello stock in mare e consentono di stimare non solo la biomassa di tutto lo stock e di quello dei riproduttori ma anche i tassi di mortalità per pesca, utili per valutare in un'ottica gestionale l'impatto della pressione di pesca. Recenti stock assessment, presentati e riconosciuti nell'ambito del GFCM alla fine del 2014, sono basati su dati di cattura totale per età (ossia con i numeri di pesci catturati ripartiti in classi di età) dal 1975/76 al 2013, dove la media dell'ultimo periodo 2011-2013 risulta intorno a 30.000 e 60.000 tonnellate rispettivamente per l'alice e per la sardina. Queste analisi indicano che entrambe le specie, nella GSA 17, soffrono una notevole pressione di pesca in anni recenti, sicché il consiglio che viene dato, a fini gestionali, in particolare per l'alice, è ridurre la mortalità per pesca.

L'alice o acciuga (*Engraulis encrasicolus*) e la sardina (*Sardina pilchardus*) sono due specie (**Figura 1**) appartenenti al gruppo dei piccoli pelagici, caratterizzate da popolazioni di grande importanza ecologica nel Mare Adriatico e più in generale nel Mediterraneo (Coll *et al.*, 2007). I loro stock sono importanti anche dal punto di vista commerciale, soprattutto nell'Adriatico centrale e settentrionale, area che, secondo la classificazione della General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM), costituisce la Geographical Sub-Area 17 o GSA 17, con limite meridionale indicativamente rappresentato dal Promontorio del Gargano.

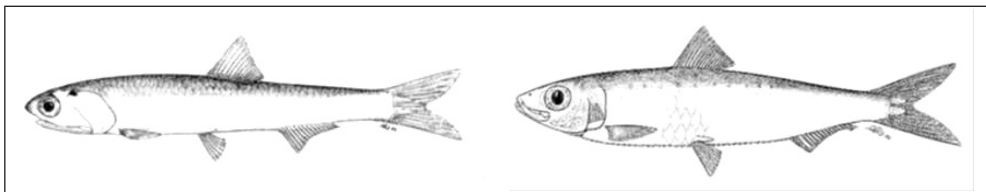


Fig. 1 - Alice o acciuga (*Engraulis encrasicolus*) a sinistra e sardina (*Sardina pilchardus*) a destra

Alcune cifre possono aiutare a illustrare il citato aspetto economico. In base al Programma Nazionale di Raccolta Dati Alieutici (Data Collection Framework), finanziato dalla Unione Europea (UE) e dal Ministero Italiano delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAAF), le catture totali sbarcate nel 2014 dalla flotta peschereccia italiana della GSA 17 sono risultate essere pari a 85.144 tonnellate

(Nota: non è detto che tutta la cattura di una specie venga sbarcata: parte di essa o persino tutta può essere rigettata in mare in quanto non commerciabile). A tale valore globale le alici e le sardine hanno contribuito più di tutte le altre specie, rispettivamente con ben 19.436 e 19.104 tonnellate (**Tabella 1**). Con riferimento alla flotta peschereccia dell'Adriatico meridionale o GSA 18 (flotta che peraltro tende a pescare nella GSA 17), le corrispondenti catture sbarcate di alici e sardine sono inferiori: nel 2014 queste sono state pari rispettivamente a 3.367 e 2.368 tonnellate (**Tabella 1**); inoltre, tali valori sono da considerare su un totale relativo a tutte le specie di 19.755 tonnellate, per cui il rapporto tra l'insieme di alici e sardine e il suddetto totale è 0,29, contro lo 0,45 che si ottiene invece per la GSA 17.

Tab. 1 - Cattura in tonnellate di alici e sardine sbarcata nel 2014 dai diversi sistemi di pesca della flotta italiana, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17) e nell'Adriatico meridionale (GSA 18). Sorgente dei dati: Data Collection Framework (UE, MIPAAF). Si veda anche la Figura 2

Specie	Volante	Lampara	Altri sistemi	Totale
Alice - GSA 17	17.993	1.396	47	19.436
Sardina - GSA 17	18.667	410	28	19.104
Alice - GSA18	2.768	562	37	3.367
Sardina - GSA 18	1.936	421	12	2.368
Alice - GSA 17 e 18	20.760	1.959	84	22.803
Sardina - GSA 17 e 18	20.603	830	40	21.472
Alice - Tutte le GSA	21.511	9.891	440	31.842
Sardina - Tutte le GSA	20.984	4.593	152	25.729

Per entrambe le specie, sia nella GSA 17 che nella GSA 18, la quasi totalità delle catture è da attribuire al sistema di pesca denominato volante. Il secondo sistema di pesca che contribuisce alle catture è la lampara o circuizione, diffuso nelle marinerie a sud di Ancona. Il peso degli altri sistemi di pesca, che essenzialmente consistono nella pesca a strascico, risulta invece poco rilevante (**Tabella 1, Figura 2**). Il *modus operandi* dei due sistemi di pesca principali è sinteticamente illustrato nella **Figura 3**: le volanti trainano in coppia una rete aperta "a mezz'acqua" e le lampare circondano con la rete il pesce dopo averlo attratto con una sorgente luminosa (Cingolani *et al.*, 1996; Russo *et al.*, 2015).

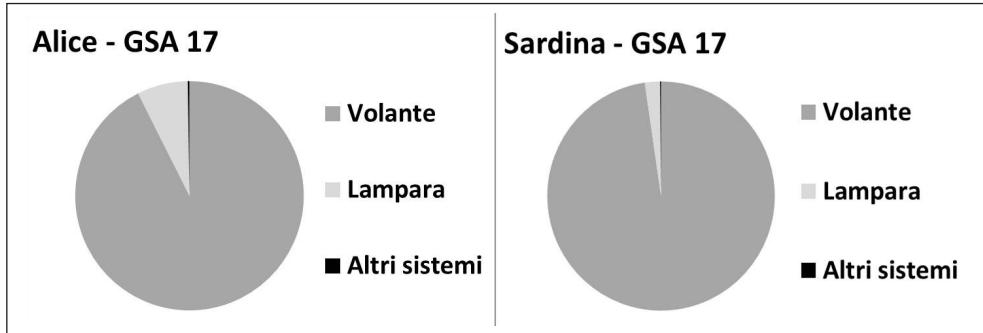


Fig. 2 - Ripartizione della cattura (in peso) di alici (a sinistra) e sardine (a destra) sbarcata nel 2014 dai diversi sistemi di pesca della flotta italiana, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17). I valori utilizzati sono riportati nella Tabella 1. Sorgente dei dati: Data Collection Framework (UE, MIPAAF)

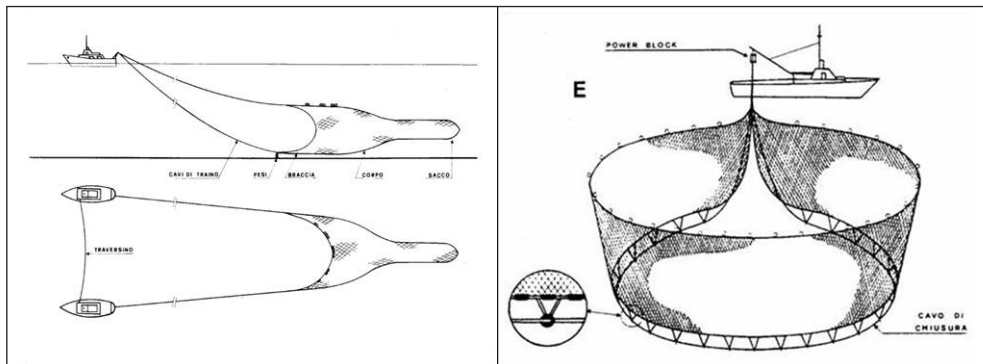


Fig. 3 - Sistemi principali utilizzati per la pesca dei piccoli pelagici in Adriatico: coppia di volanti (a sinistra) e lampara o circuizione (a destra)

Merita di essere ricordato che alcuni dei valori di cattura sbarcata menzionati sono riportati anche nei lavori di Santojanni *et al.* (2015a,b), relazioni inerenti il campionamento biologico delle catture della pesca italiana nel 2014, effettuato con riferimento ai dati di lunghezza, età, peso, sesso, stadio di maturità sessuale di un ampio elenco di specie ittiche. Tali relazioni sono redatte dal CNR-ISMAR di Ancona per il MIPAAF sin dal 2002, ossia da quando è stato istituito il Programma Nazionale di Raccolta Dati Alieutici. Le catture sbarcate e non, soprattutto se opportunamente espresse in numero di individui e ripartite in classi di lunghezza o in classi di età per specie e per sistema di pesca, sono uno dei dati più importanti che si devono ottenere nell'ambito del suddetto Programma e, come si vedrà di seguito, costituiscono il dato fondamentale richiesto dai modelli matematici di dinamica di popolazione impiegati nella valutazione dello stato degli stock ittici o stock assessment.

Affinché sia possibile gestire le risorse ittiche è quindi necessario disporre di una serie di informazioni non limitate agli aspetti, certamente molto importanti, relativi allo sforzo di pesca, a sua volta determinato in generale dalla dimensione della flotta peschereccia (es. numero e stazza delle imbarcazioni), dal tempo dedicato alla ricerca del pesce e alla sua cattura (es. giornate di pesca) e dalla tecnologia impiegata allo scopo, dalle dimensioni della rete alle strumentazioni a bordo per individuare i banchi di pesce. È infatti fondamentale conoscere l'abbondanza degli stock in mare nel tempo e, come viene sempre più incoraggiato dalla ricerca scientifica, anche in relazione allo spazio, dal momento che le risorse solitamente presentano una distribuzione in mare non uniforme. A proposito si pensi alla "preferenza" da parte delle popolazioni ittiche di particolari aree, come ad esempio quelle di riproduzione o spawning, che per i piccoli pelagici dell'Adriatico sono state studiate da diversi autori nell'arco di tanti anni (Morello & Arneri, 2009; Santojanni *et al.*, 2011).

L'abbondanza delle risorse ittiche, quando è intesa in termini assoluti, viene espressa in tonnellate di biomassa. Alternativamente, l'abbondanza può essere pensata in termini relativi, come, ad esempio, nel caso del rapporto tra la cattura e lo sforzo di pesca impiegato dalla flotta peschereccia per ottenere la medesima. In tal caso è sempre possibile esaminare come varia la consistenza di uno stock nello spazio e nel tempo in termini di aumento, diminuzione, stabilità.

L'abbondanza dello stock può essere stimata sia con metodi diretti che con metodi indiretti. Nel primo caso si conducono campagne scientifiche in mare, che, nel caso dei piccoli pelagici, implicano l'utilizzo di metodologie acustiche. I metodi indiretti si basano invece su modelli matematici di dinamica di popolazione che descrivono i processi fondamentali che avvengono nello stock in mare, quali accrescimento corporeo, mortalità e riproduzione degli individui che lo compongono, come illustrato nella **Figura 4** (Hilborn & Walters, 1992; Quinn & Deriso, 1999; Haddon, 2001). Quando si applicano i metodi indiretti, per i quali gli individui catturati rappresentano a livello demografico i decessi nello stock dovuti alla pesca, in genere è più facile ottenere anche la stima del cosiddetto tasso di mortalità per pesca F , da distinguere da quello di mortalità naturale M , dovuto invece all'azione di predatori diversi dall'uomo o di parassiti o dei più svariati fattori ambientali. La stima del tasso di mortalità per pesca F costituisce un dato prezioso in quanto consente di quantificare l'impatto a livello demografico sullo stock da parte dell'attività di pesca e, quindi, di effettuare la vera e propria valutazione dello stato della risorsa o stock assessment. Infine, tale dato diviene ancor più prezioso se i modelli matematici alla base della metodologia impiegata consentono di differenziare i valori di F in funzione della taglia o dell'età degli animali; si può capire così se, per esempio, vi è una forte pressione di pesca a scapito di giovani individui, che, se lasciati vivere e arrivare alla fase riproduttiva, potrebbero invece dare il loro contributo al mantenimento dello stock.

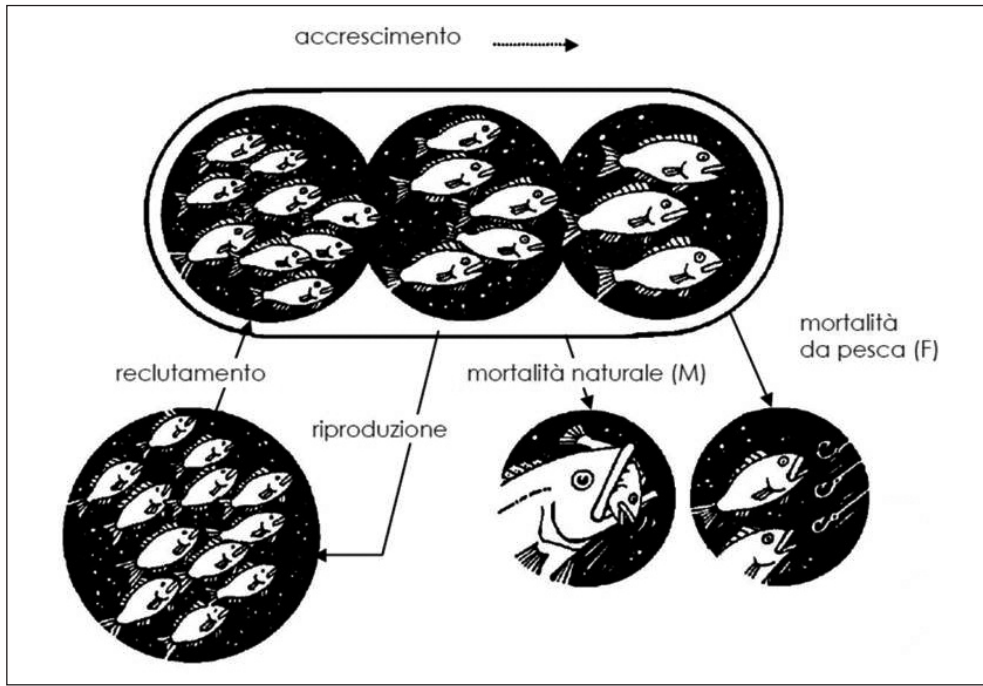


Fig. 4 - Variabili fondamentali che governano la dinamica di uno stock ittico. Le reclute sono gli individui, per lo più giovani, che entrano a far parte dello stock, la frazione di popolazione sfruttata dalla pesca. La mortalità è distinta in mortalità per pesca F e mortalità naturale M (si veda il testo)

Dalla metà degli anni settanta il CNR-ISMAR di Ancona è impegnato in ricerche di biologia, ecologia e genetica di popolazione di queste risorse con particolare riferimento alla GSA 17, ma soprattutto sulla stima della loro abbondanza mediante metodi acustici (si veda sull'argomento il contributo in questo stesso volume) nonché sulla valutazione del loro stato con modelli matematici di dinamica di popolazione (Santojanni *et al.*, 2006; 2011; Carpi *et al.*, 2015b).

I modelli matematici di dinamica di popolazione utilizzati richiedono diversi tipi di informazione, che per le alici e le sardine della GSA 17 sono:

1) numero di pesci catturati distribuiti in classi di età, che nella fattispecie riguardano le flotte pescherecce di Italia, Croazia e Slovenia;

2) tassi di mortalità naturale M per classe di età, che consentono di calcolare quanti pesci muoiono per cause diverse dalla pesca nelle singole classi di età: si avranno M più elevati nelle classi più giovani, in quanto formate da individui di taglia più piccola, i quali hanno maggiori probabilità di essere predati; non a caso tra i metodi che si prefiggono di stimare M risultano alcune relazioni empiriche tra M e determinati parametri che descrivono l'accrescimento corporeo dei pesci (Carpi *et al.*, 2015b);

3) abbondanza del numero di pesci in mare per classe di età, stimata con metodi acustici nel corso di campagne in mare con cui ovviamente si cerca di coprire l'intera GSA 17.

I valori annuali delle catture totali di alici e sardine della GSA 17, dalla metà degli anni settanta al 2013, sono riportati rispettivamente in **Figura 5** e in **Figura 6**. I grafici mostrano come le catture totali delle alici siano da attribuire prevalentemente alla flotta italiana piuttosto che a quelle del versante orientale dell'Adriatico, sebbene in anni recenti il contributo di quest'ultimo, essenzialmente croato, sia andato aumentando. Il contrario accade per la sardina, per la quale è la Croazia (la ex Jugoslavia nel passato) a superare l'Italia. Tali differenze possono essere determinate sia dalla diversa distribuzione delle due specie nell'area interessata che dal mercato che è in stretta relazione con lo sforzo di pesca. Le catture totali sia dell'alice che della sardina presentano profonde fluttuazioni negli anni, riflettendo almeno in parte quanto si verifica per le rispettive popolazioni in mare, ma anche le possibili variazioni di intensità dello sforzo di pesca; a proposito si pensi alle conseguenze socio-economiche degli eventi bellici degli anni novanta verificatisi nei paesi del versante orientale del-

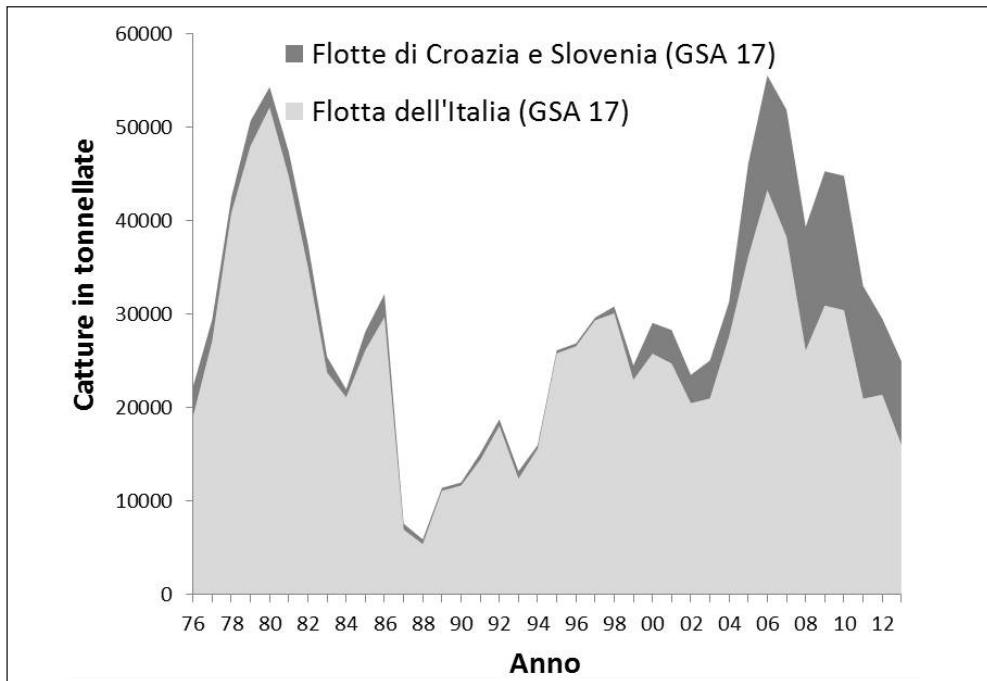


Fig. 5 - Valori annuali della cattura totale di alici nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17), con i contributi delle rispettive flotte del versante occidentale (Italia) e orientale (Croazia e Slovenia).

Sorgente dei dati: GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

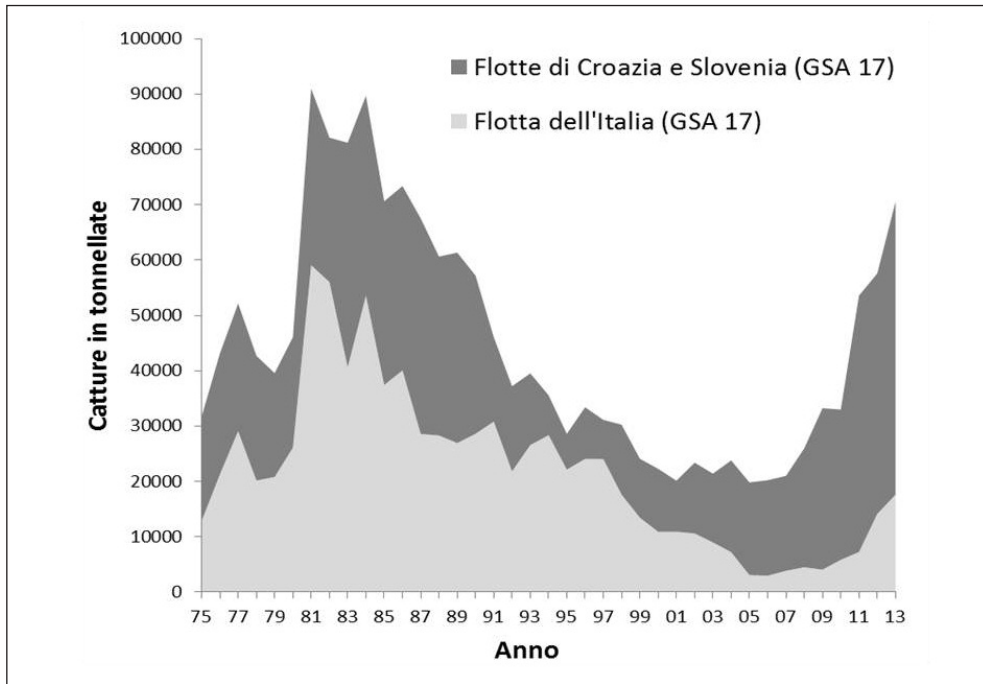


Fig. 6 - Valori annuali della cattura totale di sardine nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17), con i contributi delle rispettive flotte del versante occidentale (Italia) e orientale (Croazia e Slovenia).
Sorgente dei dati: GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

l'Adriatico. Con riferimento ai tre anni più recenti, 2011-2013, i valori medi delle catture totali sono intorno a 30.000 tonnellate per le alici e a 60.000 tonnellate per le sardine; sempre con riferimento agli anni più recenti, per l'alice si osserva un trend di diminuzione sia ad ovest che ad est, mentre per la sardina se ne osserva uno di aumento, molto pronunciato ad est.

Nelle analisi con i modelli matematici di dinamica di popolazione, come specificato sopra, le catture totali in peso sono convertite in numeri di pesci per classe di età. Allo scopo sono necessarie informazioni sulla lunghezza, il peso e l'età degli individui presenti nelle catture. Mediante le prime due grandezze, lunghezza e peso, si possono ottenere le catture espresse in numero di individui per classe di lunghezza: alcuni esempi, relativi agli anni 2011, 2012 e 2013, sono mostrati in **Figura 7** e in **Figura 8**, rispettivamente per alici e sardine. Le distribuzioni in classi di lunghezza possono essere convertite in analoghe distribuzioni in classi di età mediante opportune relazioni, denominate chiavi, tra lunghezza ed età. La conoscenza di tali relazioni implica un approfondimento della modalità che caratterizzano l'accrescimento corporeo dei pesci e prima ancora un non facile lavoro di determinazione dell'età dei medesimi,

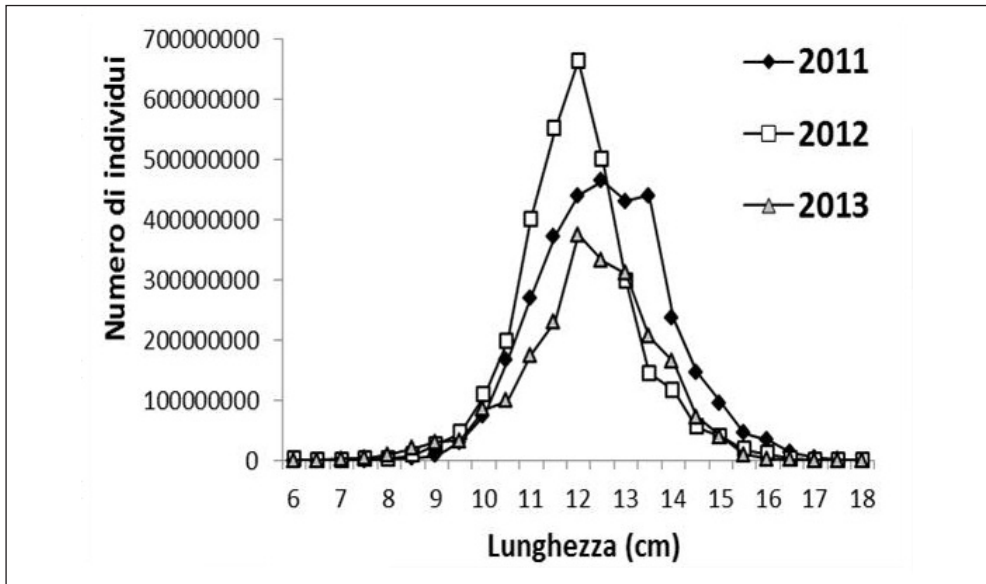


Fig. 7 - Distribuzione in classi di lunghezza della cattura totale di alici negli anni 2011, 2012 e 2013, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17). Sorgente dei dati: dati di base per la preparazione delle GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

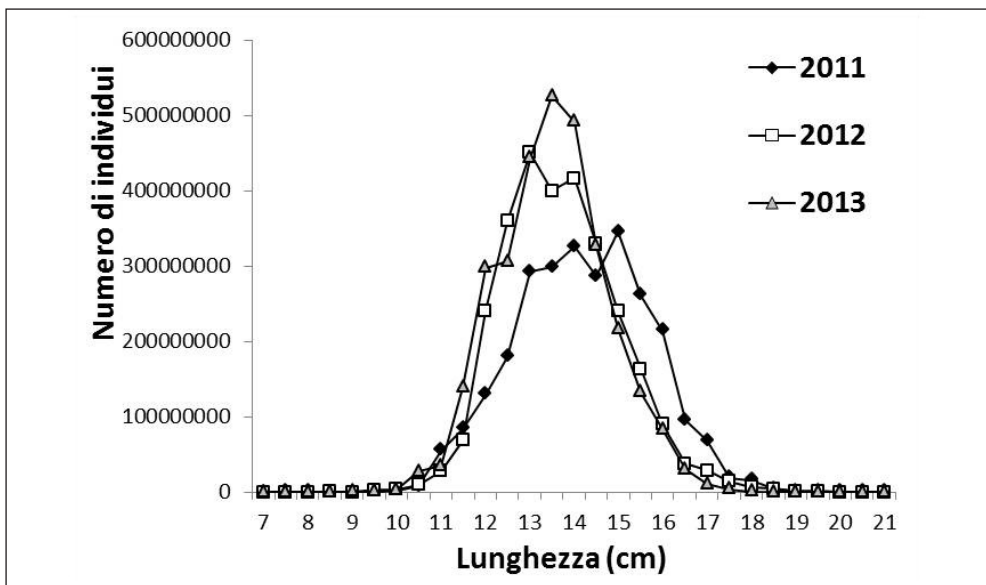


Fig. 8 - Distribuzione in classi di lunghezza della cattura totale di sardine negli anni 2011, 2012 e 2013, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17). Sorgente dei dati: dati di base per la preparazione delle GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

effettuato nella fattispecie mediante la lettura di segnali (anelli) presenti negli otoliti, strutture facenti parte dell'orecchio interno sia dell'alice che della sardina così come di molte altre specie ittiche. Le alici campionate nelle catture della GSA 17 sono essenzialmente appartenenti alla classe 0, alla quale appartengono individui che non hanno raggiunto il primo compleanno, nonché alle classi 1 e 2, alle quali si aggiunge la classe 3 che in anni recenti risulta però in netta minoranza; le più elevate classi di età osservate arrivano a 4, 5 e 6 anni. Nel caso della sardina, rispetto all'alice, la classe 0 è meno rappresentata mentre acquista maggior peso la classe 1; le più elevate classe di età osservate superano i 7 anni.

Tra i dati biologici degli animali presenti nelle catture che usualmente vengono raccolti vi sono, oltre alla lunghezza e all'età, il sesso e lo stadio di maturità sessuale. Conoscere la taglia alla quale il 50% degli individui (L50) di una popolazione raggiunge la maturità sessuale costituisce un'informazione direttamente utile per la gestione degli stock ittici, le cui misure saranno ovviamente orientate a far sì che vengano lasciati in mare gli individui al di sotto della taglia suddetta, individui che, se riusciranno a crescere e a riprodursi, contribuiranno al mantenimento della risorsa. Per analoghi motivi, nelle stime di abbondanza in mare dello stock è importante quantificare qual è la proporzione che può contribuire alla riproduzione: conoscendo la taglia (o l'età) di maturità sessuale è quindi possibile calcolare quanti sono i riproduttori e, più precisamente, la cosiddetta Spawning Stock Biomass (SSB) cui si fa grande riferimento negli stock assessment. Nel caso delle alici e delle sardine della GSA 17, le stime riportate nella letteratura scientifica, sebbene caratterizzate da una certa variabilità, sembrano indicare una taglia di L50 intorno agli 8 cm per entrambe le specie (Morello & Arneri, 2009; Santojanni *et al.*, 2011).

Al termine di questa panoramica sulle informazioni necessarie per gli stock assessment di alici e sardine della GSA 17, di seguito si riassumono brevemente i risultati delle valutazioni più recenti. Esse sono basate sui dati sopra descritti e sull'applicazione del metodo denominato State-space Assessment Model o SAM e sono state presentate nell'ambito del GFCM alla fine del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014) e dal medesimo approvate. Tutto questo lavoro di ricerca scientifica, dalla raccolta di buona parte dei dati in poi, è stato svolto dal CNR-ISMAR di Ancona in collaborazione con l'Institute of Oceanography and Fisheries di Spalato e il Fisheries Research Institute di Lubiana.

Il valore della biomassa dei riproduttori o Spawning Stock Biomass mediamente presente in mare nel corso dell'anno, dalla metà degli anni settanta al 2013, è riportato in **Figura 9** e in **Figura 10**, rispettivamente per alici e sardine. Negli stessi grafici, tali valori sono confrontati con quelli delle catture totali in peso (nel caso delle alici le catture contengono anche una frazione di non riproduttori, data da circa un 25% della classe di età 0). Per entrambe le specie si osservano profonde fluttuazioni dell'abbondanza dei riproduttori: se da una parte è vero che alcuni suoi picchi si in-

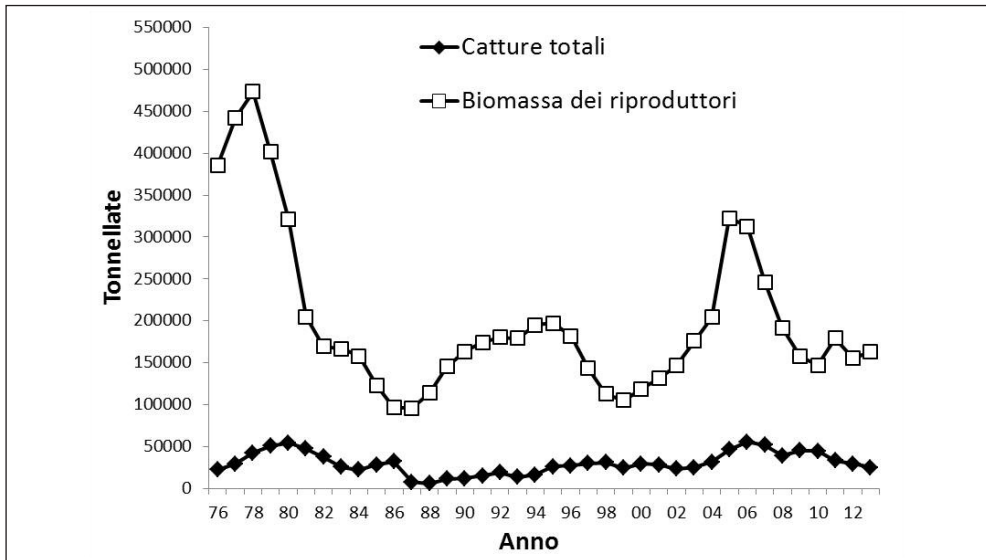


Fig. 9 - Valori annuali della cattura totale di alici unitamente alla rispettiva biomassa dei riproduttori stimata con modelli matematici di dinamica di popolazione, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17). Sorgente dei dati: GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

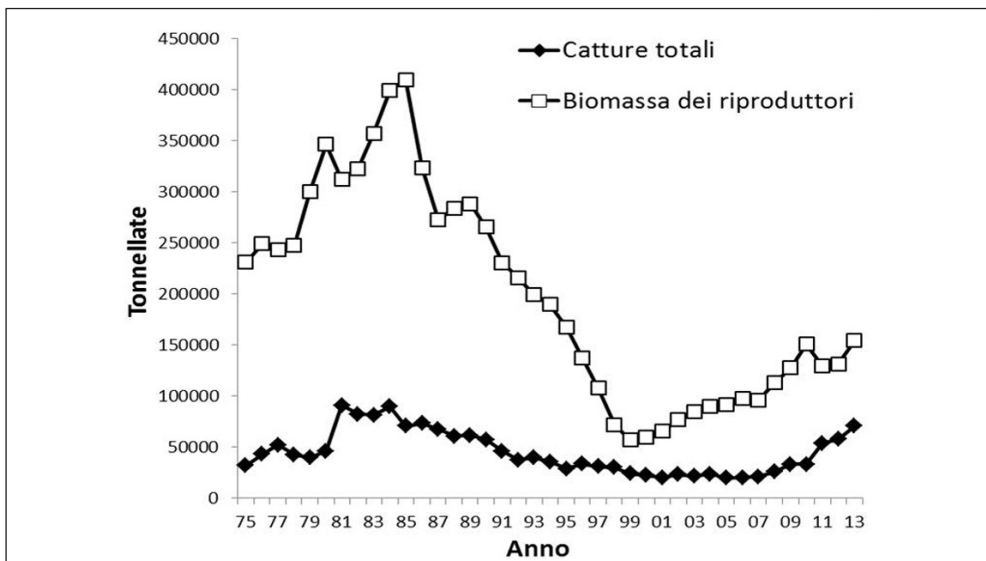


Fig. 10 - Valori annuali della cattura totale di sardine unitamente alla rispettiva biomassa dei riproduttori stimata con modelli matematici di dinamica di popolazione, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17). Sorgente dei dati: GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

nalizzano molto al di sopra dei livelli del prelievo dovuto alla pesca, è altrettanto vero che in alcuni casi ci si avvicina pericolosamente ai medesimi, come si può osservare, ad esempio, per la sardina alla fine degli anni novanta.

I valori annuali dei tassi di mortalità per pesca F , calcolati come medie per le diverse classi di età presenti nelle catture, sono mostrati invece in **Figura 11** e in **Figura 12**, rispettivamente per alici e sardine: in entrambi i casi F aumenta dalla seconda metà degli anni novanta, con raggiungimento di valori elevati in anni recenti, soprattutto per l'alice. Uno studio su stock di piccoli pelagici di tutto il mondo suggerisce che, al fine di evitare il collasso di queste risorse, è bene che il rapporto tra F e la mortalità totale $Z = (F + M)$ non superi il valore 0,40 (Patterson, 1992); indici quali $F/Z = 0,40$ sono denominati biological reference points e sono molto importanti per poter trarre conclusioni sulla necessità di rafforzare le misure gestionali atte a preservare un dato stock. Nella fattispecie, F/Z supera 0,40 negli anni più recenti, in particolare per l'alice. Analisi che hanno utilizzato altri biological reference points, basati sui livelli della biomassa dei riproduttori e sull'idea di lasciare in mare un'adeguata quantità di questi ultimi, hanno ulteriormente sottolineato la situazione di difficoltà

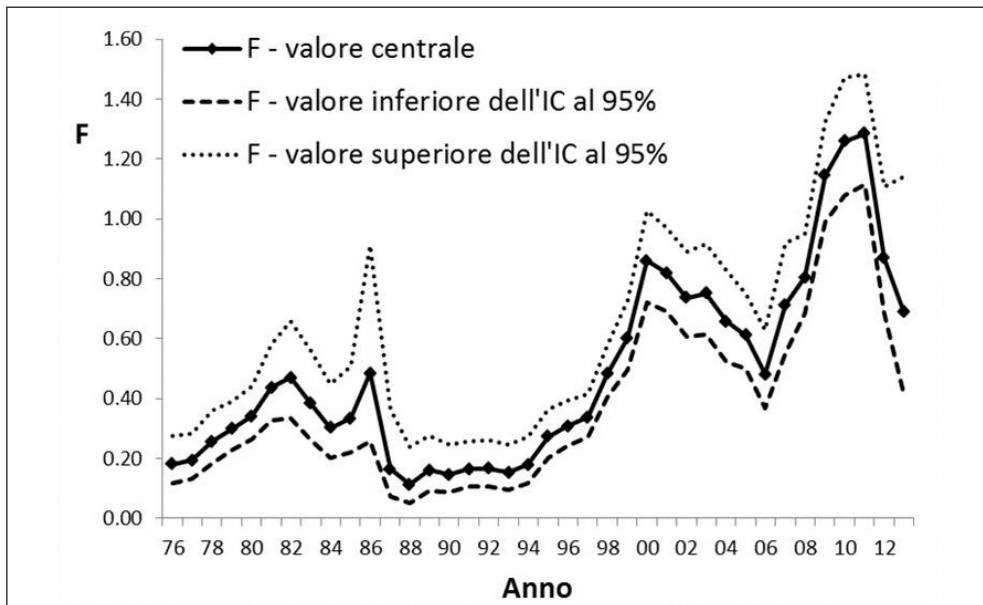


Fig. 11 - Valori annuali del tasso di mortalità per pesca F stimato per lo stock di alici con modelli matematici di dinamica di popolazione, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17). Ogni valore è calcolato come media delle singole stime ottenute per classe di età. I margini di incertezza delle stime (valori centrali) sono rappresentati dai limiti inferiori e superiori di intervalli di confidenza calcolati al 95% delle probabilità. Sorgente dei dati: GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

in cui versa lo stock di alici; ad analoga conclusione si è pervenuti anche osservando le stime del numero di reclute in mare, ossia dei giovani individui che ogni anno entrano a fare parte dello stock: per le alici, l'andamento recente del reclutamento è infatti di diminuzione (quello dei riproduttori è relativamente stabile come da **Figura 9**). Si aggiunga infine che, per entrambe le specie, da alcuni anni non si osservano più con la stessa frequenza del passato gli individui con le taglie e le età più elevate.

Si è così concluso che lo stock di alici e lo stock di sardina della GSA 17 - soprattutto il primo - sono in condizioni di sovrasfruttamento e che è necessaria una riduzione della mortalità per pesca. Sforzi ulteriori si stanno facendo in questi mesi, sulla base di valutazioni aggiornate al 2014 recentemente presentate nell'ambito del GFCM, per quantificare l'entità più ragionevole, anche sul piano pratico, di tale riduzione.

Naturalmente, le ricerche di dinamica di popolazione non si esauriscono in questa linea, sia pur fondamentale. Si ritiene che, in generale, la dinamica di alici e sardine sia influenzata sensibilmente da fattori ambientali (Ganias, 2014). Questi, solo per fare uno degli esempi più classici, possono influenzare la disponibilità di cibo, che

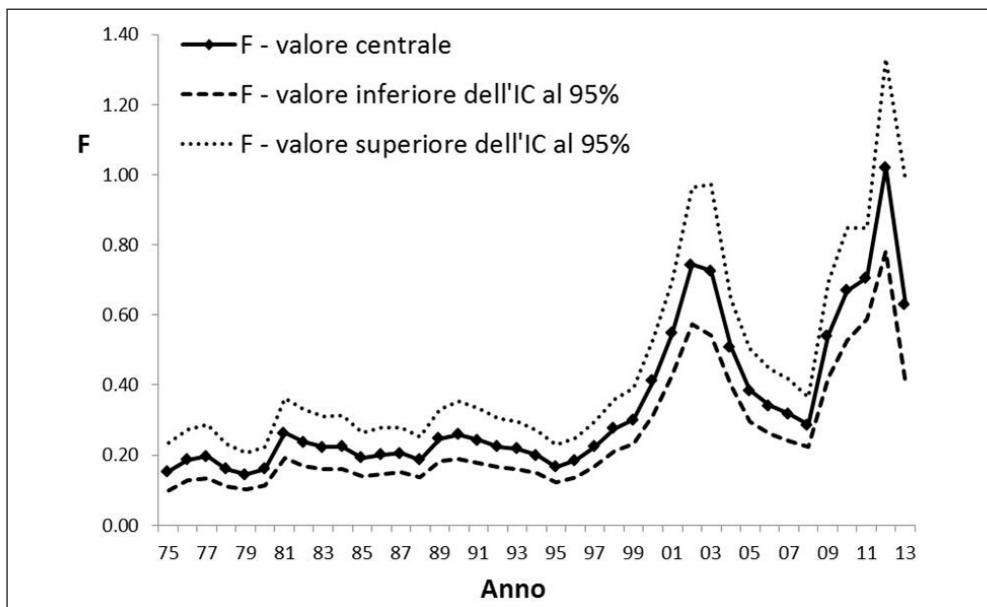


Fig. 12 - Valori annuali del tasso di mortalità per pesca F stimato per lo stock di sardine con modelli matematici di dinamica di popolazione, nell'Adriatico centrale e settentrionale (GSA 17).

Ogni valore è calcolato come media delle singole stime ottenute per classe di età. I margini di incertezza delle stime (valori centrali) sono rappresentati dai limiti inferiori e superiori di intervalli di confidenza calcolati al 95% delle probabilità. Sorgente dei dati: GFCM stock assessment forms del 2014 (GFCM, Roma, 24-27 novembre 2014)

a bassi livelli può causare un'elevata mortalità negli stadi di vita più giovani della generalità delle specie ittiche. Con riferimento al contesto dell'Adriatico, si è compreso che l'apporto di sostanze nutritive dai fiumi (es. Po) nell'ecosistema può avere effetti importanti sulla sua rete trofica (Mozetič *et al.*, 2010) e potrebbe avere un ruolo non trascurabile nella dinamica di specie ittiche quali l'alice (Santojanni *et al.*, 2006). In una delle ricerche più recenti (Carpi *et al.*, 2015a) si è cominciato a studiare l'aggregazione delle alici della GSA 17 nello spazio oltre che nel tempo, in funzione di alcune variabili ambientali quali, ad esempio, la temperatura dell'acqua. 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.

L'approfondimento di questi studi potrebbe portare i ricercatori a comprendere quali sono le condizioni ambientali più favorevoli per i due stock: a giudicare dal fatto che le fluttuazioni della loro abbondanza appaiono piuttosto antitetiche su più ampia scala temporale, è possibile che uno scenario favorevole all'alice sia sfavorevole alla sardina e viceversa. Ciò non sminuisce ovviamente l'importanza del prelievo dalla popolazione effettuato dall'attività di pesca e della necessità di misure gestionali. Se l'ambiente "rema contro" uno stock ittico, si può avere un motivo in più per appellarsi al principio di precauzione nella sua gestione e quanto meno controllare che la mortalità per pesca non superi determinati valori.

Bibliografia

- Carpi P., Martinelli M., Belardinelli A., Russo A., Arneri E., Coluccelli A., Santojanni A., 2015a. Coupling an oceanographic model to a Fishery Observing System through mixed models: the importance of fronts for anchovy in the Adriatic Sea. *Fish. Oceanogr.*, 24(6): 521-532.
- Carpi P., Santojanni A., Donato F., Colella S., Čikeš Keč V., Zorica B., Leonori I., De Felice A., Tičina V., Modic T., Pengal P., Arneri A., 2015b. A joint stock assessment for the anchovy stock of the Northern and Central Adriatic Sea: comparison of two catch at age models. *Sci. Mar.*, 79(1): 57-70.
- Cingolani N., Giannetti G., Arneri E., 1996. Anchovy fisheries in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 60(Supl.2): 269-277.
- Coll M., Santojanni A., Arneri E., Palomera I., Tudela S., 2007. An ecological model of the Northern and Central Adriatic Sea: analysis of the ecosystem structure and fishing impacts. *J. Mar. Syst.*, 67: 119-154.
- Ganias K. (editor), 2014. Biology and ecology of sardines and anchovies. CRC press, 382 pp.
- Haddon M., 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman and Hall / CRC press, pp. 406.
- Hilborn R., Walters C.J., 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, pp. 570.
- Morello E.B., Arneri E., 2009. Anchovy and sardine in the Adriatic Sea - An Ecological Review. *Oceanogr. Mar. Biol.*, 47: 209-256.
- Mozetič P., Solidoro C., Cossarini G., Socal G., Precali R., Francé J., Bianchi F., De Vittor C., Smoldaka N., Fonda Umami S., 2010. Recent trends towards oligotrophication of the Northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series. *Estuar. Coast.*, 33: 362-375.
- Patterson K., 1992. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 2: 321-338.
- Quinn II T.J., Deriso R.B., 1999. Quantitative fish dynamics. Oxford University Press, 542 pp.
- Russo T., Pulcinella J., Parisi A., Martinelli M., Belardinelli A., Santojanni A., Cataudella S., Colella S., Anderlini L., 2015. Modeling the strategy of mid-water trawlers targeting small pelagic fish in the Adriatic Sea and its drivers. *Ecol. Model.*, 300: 102-113.
- Santojanni A., Angelini S., Basilone G., Biagiotti I., Bonanno A., Carpi P., De Felice A., Leonori I., Patti B., Petrillo M., Sbrana M., 2011. I piccoli pelagici nei mari circostanti l'Italia. In: Cataudella S., Spagnolo M. (a cura di), Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani, capitolo 2.4, pp. 188-194, Ministero Italiano delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, 904 pp.
- Santojanni A., Angelini S., Belardinelli A., Carpi P., Colella S., Croci C., Domenichetti F., Donato F., Martinelli M., Panfili M., Tesaro C., 2015a. Programma nazionale per la raccolta dei dati alienitici - Campionamento biologico delle catture della pesca professionale di demersali e piccoli pelagici in alto e medio Adriatico (GSA 17), anno 2014. EU Data Collection Framework. CNR-ISMAR, Ancona. Relazione finale, 189 pp.
- Santojanni A., Angelini S., Belardinelli A., Carpi P., Colella S., Croci C., Domenichetti F., Donato F., Martinelli M., Panfili M., Tesaro C., 2015b. Programma nazionale per la raccolta dei dati alienitici - Campionamento biologico delle catture della pesca professionale di piccoli pelagici in basso Adriatico (GSA 18), anno 2014. EU Data Collection Framework. CNR-ISMAR, Ancona. Relazione finale, 48 pp.
- Santojanni A., Arneri E., Bernardini V., Cingolani N., Di Marco M., Russo A., 2006. Effects of environmental variables on recruitment of anchovy in the Adriatic Sea. *Clim. Res.*, 31(2-3): 181-193.

Andamento e stato delle risorse demersali in Adriatico nel periodo 2004-2012 e considerazioni alieutiche, economiche ed ecologiche

di L. Bolognini, G. Bombace, F. Grati, G. Scarcella

Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR - Istituto di Scienze Marine, ISMAR, Ancona

Abstract

The present short communication takes into consideration the status of demersal resources harvested by trawling Italian fleet, in the Central-Western seabed of the Northern Adriatic Sea.

The evolution of landings and effort in a 45 years period from 1969 to 2013 (Report Bombace) evidenced a period of good productivity, lasted 16 years, characterized by increasing fishing effort and decreasing CPUE, followed by a decrease from more than 100,000 t / year (years 1982-1984) to around 36,000 t / year (years 2000-2013). It is also noted that not only in GSA 17, but also in the southern Adriatic and in the other Italian sub-basins, demersal resources are overexploited (Bombace and Grati, 2007).

Only in the latter period (2004-2013) the decline of catches showed a more moderate trend, while in the last year (2013), the fishing effort reaches its minimum (188,694 KW, slightly less than the beginning (1969) of this long cycle in which the fishing effort was of 196,225 KW. The CPUE reassemble, reaching the level of 191 kg / kW / year 2013, compared to 113.7 kg / kW / year 2000; minimum for all Adriatic).

To understand on which stocks depend a possible turnaround, to be verified in the coming years, we focused on this last period (2004-2012) for which there are regional data. Finally, comparison and integration of statistical data relating to regional landing with the data and observations of experimental samples in the field, allows for some stocks, such as sole and hake, an ecological reading of environmental statistics of capture and catch / effort, which concerns the areal distribution of the two stocks and also the peculiarity of distribution related to ecologically disturbed areas. Moreover, the different distribution of size classes in the two biota, eastern and western part of Northern Adriatic Sea, reveals a biological and ecological role, but complementary in the two environments (ADRIAMED 2013 Scarcella et al., 2014).

A first economical observation for the period 2004-2012 is the following: in GSA 17 (Geographical Sub Area by GFCM) reduction of demersal catches carry on, except in the last year. The loss, (the difference between the years 2004 and 2012) was 11,009 tons. (42%) and 70.495 million of Euro (35.5%). As regards the Adriatic, the loss of demersal catches was 26,041 tons (44.9). In the last year we are observed a slight recovery. It is due to the hake, sole and caramote prawn.

Regarding the Adriatic resources management, the existence of two biomes, Western and Eastern, different for geomorphological, ecological and biological characteristic, while complementary, postulates two management guidelines: in the East, to defend the adult stock to avoid in problems of recruits overfishing, in the West, to protect the immature juveniles, to avoid problems of growth overfishing.

Introduzione

I dati statistici relativi alle catture di pesca (sbarcato), correlati allo sforzo di pesca impiegato per produrle, cioè il rapporto di Cattura su Unità di sforzo (CPUE, C/f), unitamente agli aspetti qualitativi delle catture (specie pescate, frequenza ecc.) ed agli aspetti territoriali come anche ai punti di sbarco correlati, possono dare una idea sui lineamenti ecologici ed alieutici di un bacino, oltre che una valutazione sullo stato delle sue risorse. I dati statistici della pesca professionale possono integrare i dati sperimentali del campionamento biologico e possono sostenerli o confutarli.

Sulla base dell'approccio statistico, una nota venne pubblicata nel n 51 del Notiziario della Società Italiana di Biologia Marina (SIBM), sull'andamento e lo stato delle risorse demersali del Mediterraneo dei mari italiani e dell'Adriatico, relativamente ad un lungo periodo storico che andava dal 1969 al 2003 (Bombace e Grati, 2007). Con una successiva nota, pubblicata anch'essa nel n 64 del Notiziario SIBM, venne sottolineato il declino della produzione della Pesca e dell'Acquacoltura dei mari italiani, lo stato degli stock dei piccoli pelagici in Adriatico e le conseguenze economico-sociali che ne sono derivate in termini di dismissione dell'attività di pesca, con oltre 4.000 natanti in disarmo in quest'ultimo decennio (Bombace et al., 2013). Infine, in una nota ulteriore (Bombace 2014) vennero aggiunti altri 7 anni alla serie storica di dati statistici relativi alle catture demersali ed agli altri parametri alieutici (sforzo di pesca e CPUE), in Adriatico, chiudendo così un periodo temporale di 43 anni (1969-2012). In quest'arco di tempo si evidenziano periodi diversi nell'andamento dei parametri e degli indici alieutici, come si dirà in seguito.

Va sottolineato tuttavia, sul piano storico e metodologico che, fino all'anno 2003, le statistiche della Pesca in Italia, venivano redatte dall'ISTAT (Istituto Centrale di Statistica Italiano) e pubblicate su Annuari (Annuario Statistico della Pesca e della Caccia). Ma l'ISTAT era solo un centro di organizzazione ed elaborazione dei dati raccolti. Questi provenivano essenzialmente dai Mercati ittici e dai centri di sbarco dei prodotti della pesca sparsi lungo i litorali italiani (n 800 circa centri di sbarco tra piccoli, medi e grandi) in circa 8.000 km di coste. I dati di sbarcato erano suddivisi per litorale marittimo, secondo i Compartimenti Marittimi stabiliti dal Ministero competente per il settore Pesca. Fino alla fine degli anni '90 il Ministero competente fu il Ministero della Marina Mercantile (Direzione Generale Pesca Marittima). A partire dal 2000 le competenze passarono al MIPAAF (Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali) in uniformità a quanto avviene per i Paesi Comunitari. Ma, si rilevavano grandi vuoti, incertezze ed arbitrarietà a livello dei dati statistici.

Le indagini condotte dall'IRPEM (Istituto Ricerche Pesca Marittima del CNR), con la ricerca denominata PESTAT durata diversi anni (Bazigos et al., 1984; Cin-

golani et al., 1986), misero in evidenza che in un Paese in cui il settore è polverizzato in tanti punti di sbarco, con una flottiglia da pesca molto varia dal punto di vista dimensionale, con una diversità di specie oggetto di cattura che in Mediterraneo si aggirano sulle centinaia, anche se le statistiche le raggruppano in una cinquantina per ovvi motivi di semplificazione, con 6-7 mestieri di pesca, non era possibile fare una statistica censitaria. Occorreva fare anche, ad integrazione, una statistica campionaria. La Ricerca, la CE, e le Organizzazioni della pesca si mossero tutte in questo senso. A partire dagli anni 2.000 le cose sono cambiate, in meglio, a livello delle Statistiche della Pesca e dell'Acquacoltura in Italia, anche se alcuni aspetti rimangono ancora da affinare per quanto riguarda talune elaborazioni. Le statistiche vengono ora redatte dall'IREPA (Istituto Ricerche Economiche sulla Pesca e l'Acquacoltura) in stretta intesa con il MIPAAF. I dati di sbarcato vengono stabiliti, sia tenendo conto del prodotto commercializzato dai Mercati, sia sulla base di indagini campionarie, seguendo le catture di natanti campione. I dati di sbarcato (corrispondenti più o meno alle catture) sono ora divisi per mestiere di pesca, per cui si hanno dati di cattura per lo strascico, per la circuizione, per le draghe, per la piccola pesca ecc. Vengono infine forniti dati economici relativamente ai prezzi all'ingrosso, ai mercati ed alla commercializzazione e vengono fatte delle elaborazioni di sostenibilità. Ma, i dati sono ora ventilati per Regioni e non più per Compartimenti marittimi. Il biologo di pesca che utilizza questi dati, per le sue specifiche elaborazioni deve operare delle conversioni e degli adattamenti per raccordare i dati di quest'ultimo decennio (IREPA-MIPAAF) ai dati storici degli ultimi quaranta anni del secolo scorso (ISTAT).

Per completezza di questa introduzione va detto che le specie considerate oggi nelle statistiche della Pesca Italiana comprendono:

- 27 Specie o Gruppi di specie affini riguardanti i PESCI;
 - 10 Specie o Gruppi di specie affini riguardanti i MOLLUSCHI;
 - 8 Specie o Gruppi di specie affini riguardanti i CROSTACEI
- In totale quindi 45 Specie o Gruppi di Specie.

Va sottolineato ancora che il termine "Regione" qui va inteso in senso istituzionale-amministrativo e non in senso biogeografico. L'Italia, sul versante Adriatico comprende n 7 Regioni costiere, di cui 6 afferenti alla GSA 17 e 1 afferente alla GSA 18.

Materiali e Metodi

Come già detto nell'Introduzione, l'approccio statistico di lungo periodo, per valutare il trend delle risorse demersali catturate e sbarcate, ha comportato l'utilizzo di dati statistici di fonte diversa, come segue:

- periodo 1969-2003, per il Mediterraneo, fonte FAO - CGPM. Per lo stesso periodo, per i mari italiani, fonte ISTAT;
- periodo 2004-2012, per l'Adriatico e la GSA 17, fonte IREPA-MIPAAF.

È stata eseguita una operazione di standardizzazione, commutando definitivamente lo sforzo di pesca, prima indicato in HP, in KW, come da direttiva della CE. Inoltre va detto che per il primo periodo (1969-2003), lo sforzo di pesca a strascico è stato stimato nell'80 % dello sforzo globale di pesca operante, mentre nel secondo periodo (2004 ad oggi) lo sforzo di pesca a strascico e le catture relative, sono stati valutati mediante campionamenti ed estrapolazioni. Va sottolineato ancora, che come indice dello Sforzo Globale di Pesca (FE = Fishing Effort) è stata scelta la potenza motore (prima HP e dopo KW), essendo questo l'indice più pertinente per indicare l'attività di cattura della pesca a strascico.

Per l'approfondimento e le elaborazioni a livello della GSA 17 (parte italiana) e dell'Adriatico, sono state scelte delle Specie Target e precisamente n 5 Specie di Pesci, n 4 Specie di Molluschi Cefalopodi, n 3 Specie di Crostacei. In totale n 12 Specie o gruppi di Specie affini. Si tratta delle specie demersali più rappresentative, dal punto di vista della pesca professionale a strascico.

Su questa base, è stato operato un confronto statistico-economico tra il 2004 ed il 2012, per evidenziare le perdite di risorse e di ricavi, nell'ambito della GSA 17.

Per una integrazione dei dati provenienti dalle indagini biologiche campionarie, relativamente ad alcuni stock importanti per l'Adriatico, quali sono gli stock di Sogliole e di Naselli, si è operato infine un confronto (periodo 2004-2012) tra l'andamento delle catture totali (sbarcato), dello sforzo di pesca globale impegnato, delle catture di Naselli e di Sogliole e delle CPUE (C/f) relative a ciascun gruppo. I dati statistici di sbarco-cattura, divisi per Regioni, disegnano i confini geografici di distribuzione dei due stock in Adriatico e nella GSA 17 in particolare.

Sarebbe erroneo cercare dati definitivi ed assoluti nell'approccio statistico volto alla valutazione delle risorse, anche se oggi i dati di base sono più affidabili. Il Sistema Pesca ha troppe variabili ed è molto variegato. Tuttavia è possibile operare delle elaborazioni che ci danno dei trends che, unitamente ai dati ed alle indicazioni provenienti da altri approcci, quelli diretti (campionamento biologico, rendimenti di pesca, in funzione del tempo o di spazi unitari ecc.) o indiretti (modelli matematici, dinamica di popolazione ecc.) riescono a disegnare lo stato della situazione e metterci in grado di formulare una migliore gestione delle risorse demersali da strascico, nella fattispecie.

D'altra parte, ogni approccio, considerato a solo, ha i suoi punti deboli.

Va infine aggiunto che, in questo lavoro, non sono comprese le catture demersali provenienti dalla piccola pesca con attrezzi fissi.

Va ancora precisato che la GSA 17, contemplata nel lavoro, riguarda le aree di pesca spazzate dalla flottiglia a strascico italiana, fino al limite delle acque territoriali dei Paesi rivieraschi. Le catture a strascico di questi Paesi (Croazia 14,5 % e Slovenia 0,5) costituiscono all'incirca il 15 %, contro l'85% dello sbarcato a strascico italiano, (Piccinetti et al., 2012).

Con l'espressione "parametri alieutici" si intendono le Catture (sbarcato), lo Sforzo di pesca e le Catture per Unità di sforzo, indicato con CPUE o C/f.

Il presente lavoro, oltre che dare una valutazione sullo stato delle risorse demersali e loro evoluzione, consente di disegnare i lineamenti ecologici e di distribuzione spaziale di taluni stock (Sogliole e Naselli), attraverso i dati quantitativi di sbarcato, integrando in questo modo i dati provenienti dai campionamenti biologici in mare. In sostanza, si evidenzia la possibilità di una lettura biologica ed ecologica dei dati di pesca. Così i dati statistici di cattura-sbarco, registrati per Regioni, disegnano ad esempio i confini geografici di distribuzione degli stock di Sogliola e di Merluzzo, mentre le CPUE per Regioni indicano le densità di abbondanza nei territori di pesca. Perfino alcune "anomalie" ecologiche, riscontrate nei campionamenti in mare (Progetto Solemon, Grati et al., 2013), hanno trovato riscontro a livello dei dati statistici. Come anche, un picco simultaneo di cattura (biomassa) in territori di pesca differenti, ci suggerisce che trattasi certamente dello stesso stock, come si vedrà in seguito.

Considerazioni generali di lungo periodo

Osservando la fig.1, riguardante l'andamento dei parametri alieutici delle risorse demersali della fascia centro-occidentale adriatica, per un lungo periodo di 44 anni (1969-2013; v. relaz. Bombace nel presente convegno), si può notare come, rispetto ai periodi precedenti, l'ultimo periodo 2004-2012 presenti una caduta più moderata delle catture (-18.200 t), rispetto ai due decenni precedenti, in cui la perdita nelle catture, dal 1984 al 2004, era stata complessivamente di t 58.000. Infine, nell'anno 2013, di cui si hanno solo i dati globali e non quelli per regioni, si ha una moderata crescita delle catture, da t 31.895 del 2012 a t 39.697 del 2013 ed anche delle Catture/Unità di sforzo da Kg136,8/KW/anno a Kg190,7/KW/anno, mentre lo Sforzo globale di pesca si riduce a KW 188.694, cioè poco più basso di quello che si aveva all'inizio di questo lungo periodo in cui era di KW 196.225. Se questo andamento dovesse continuare nei prossimi anni, saremmo all'inizio di una inversione di tendenza.

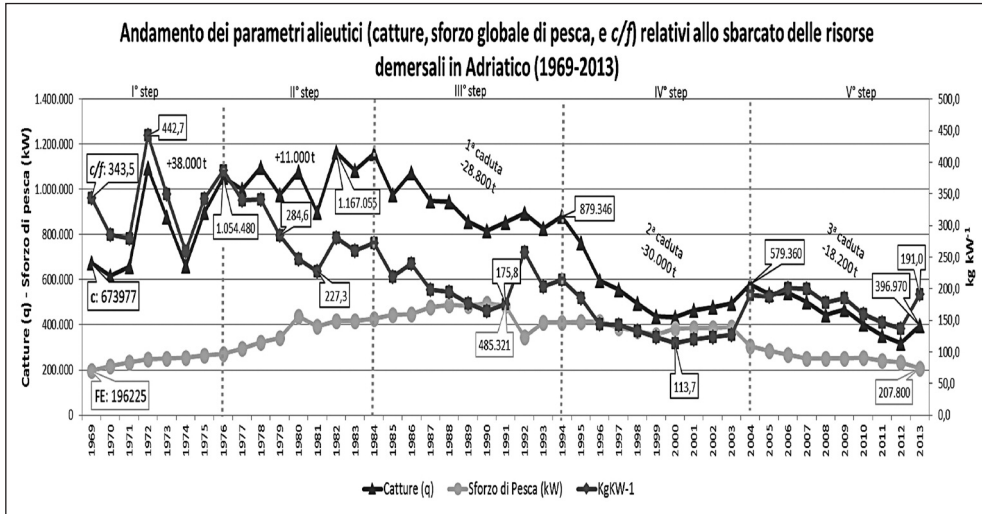


Fig. 1

Considerazioni economiche ed ecologiche sul periodo 2004-2012

Abbiamo voluto approfondire quanto è successo nel periodo 2004-2012, a livello delle catture di alcune specie target demersali, sviluppando alcune considerazioni economiche ed ecologiche.

GSA 17

Nella Tab.1 viene fatto il raffronto tra il 2004 ed il 2012. Per tutte le specie target considerate, il raffronto è negativo, salvo che per le Mazzancolle. In nove anni, la caduta delle catture è stata di t 11.009, pari al 42%, per un valore di Euro 70.495.000, pari al 35,5%.

Per tutto l'Adriatico (GSA17 più Puglia adriatica), la caduta delle catture (Tab.2), a livello delle specie target interessate, è stata di t 15.664, pari al 38,6 %, con una perdita di valore di Euro 82.273.000 pari al 29,3 %.

Regione Marche

Volendo focalizzare lo sguardo a livello di Regione Marche (Tab.3), dal 2004 al 2012, la riduzione di catture per le specie prese in esame, è stata di t 4.075 (43,5 %),

per un valore di Euro 34.719.000 (42,3 %). Le uniche catture che si sono accresciute nel periodo considerato sono quelle relative ai Crostacei Mazzancolle (*Penaeus kerathurus*) e Pannocchie (*Squilla mantis*).

Tab. I

Confronto tra 2004 e 2012 nella GSA 17 - Risorse sbarcate e Ricavi (*)									
Specie target demersali		2004		2012		Variazione		Variazione	
		t	000 €	t	000 €	t	t %	000 €	€ %
Pesci	Triglie	3883	16262	1926	6251	1957	-50,4%	10011	-61,6%
	Naselli	3045	24335	1794	14251	1251	-41,1%	10084	-41,4%
	Sogliole	2639	34531	1821	26264	818	-31,0%	8267	-23,9%
	Testole	908	2767	588	2008	320	-35,2%	759	-27,4%
	Pescatrici	480	4691	350	3778	130	-27,1%	913	-19,5%
tot. Pesci		10955	82586	6479	52552	4476	-40,9%	30034	-36,4%
Molluschi	Calamari	932	11717	382	5320	550	-59,0%	6397	-54,6%
	Moscardini	1839	9285	766	4089	1073	-58,3%	5196	-56,0%
	Seppie	4439	30217	2609	19131	1830	-41,2%	11086	-36,7%
	Totani	951	3955	680	2711	271	-28,5%	1244	-31,5%
Tot. Molluschi		8161	55174	4437	31251	3724	-45,6%	23923	-43,4%
Crostacei	Mazzancolle	169	4028	324	5711	-155	+91,7%	+1683	+41,8%
	Pannocchie	5013	28709	3150	22487	1863	-37,2%	6222	-21,7%
	Scampi	1904	28036	803	16037	1101	-57,8%	11999	-42,8%
Tot. Crostacei		7086	60773	4277	44235	2809	-39,6%	16538	-27,2%
Tot. Generale		26202	198533	15193	128038	11009	-42,0%	70495	-35,5%
Tot. Demersali GSA 17		35223		19836		-15387	-43,6%		
Tot. Demersali Adriatico		57936		31895		-26041	-44,9%		
(*) sbarcato in tonnellate (t) e Ricavi in migliaia di Euro (000 €) - (Fonte IREPA, elaborazione e commento Autori)									

Tab. II

Confronto tra 2004 e 2012 nella GSA 17 e nella Puglia (totale Adriatico) Risorse sbarcate e Ricavi (*)									
Specie target demersali		2004		2012		Variazione		Variazione	
		t	000 €	t	000 €	t	t %	000 €	€ %
GSA 17	Pesci	10.955	82.586	6.479	52.552	4.476	-40,9%	30.034	-36,4%
	Molluschi	8.161	55.174	4.437	31.251	3.724	-45,6%	23.923	-43,4%
	Crostacei	7.086	60.773	4.277	44.235	2.809	-39,6%	16.538	-27,2%
Tot. GSA 17		26.202	198.533	15.193	128.038	11.009	-42,0%	70.495	-35,5%
Puglia	Pesci	7.401	42.556	6.246	41.497	1.155	-15,6%	1.059	-2,5%
	Molluschi	2.930	17.891	2.226	16.230	704	-24,0%	1.661	-9,3%
	Crostacei	4.056	21.747	1.260	12.689	2.796	-68,9%	9.058	-41,7%
Tot. Puglia		14.387	82.194	9.732	70.416	4.655	-32,4%	11.778	-14,3%
Tot. Generale		40.589	280.727	24.925	198.454	15.664	-38,6%	82.273	-29,3%
Tot. Demersali Adriatico		57936		31895		-26041	-44,9%		

(*) sbarcato in tonnellate (t) e Ricavi in migliaia di Euro (000 €) - (Fonte IREPA, elaborazione e commento Autori)

Tab. III

Regione Marche									
Specie target demersali		2004		2012		Variazione		Variazione	
		t	mln €	t	mln €	t	t %	mln €	mln € %
Pesci	Triglie di fango	1989	10,81	647	2,982	-1342	-67,5%	7,828	-72,4%
	Naselli	1544	11,697	886	6,676	-658	-42,6%	5,021	-42,9%
	Sogliole	872	14,253	585	11,064	-287	-32,9%	3,189	-22,4%
	Testole	485	1,394	270	0,968	-215	-44,3%	0,426	-30,6%
	Pescatrici	337	3,377	185	2,086	-152	-45,1%	1,291	-38,2%
tot. Pesci		5227	41,531	2573	23,776	-2654	-50,8%	17,755	-42,8%
Molluschi	Calamari	243	4,084	32	0,547	-211	-86,8%	3,537	-86,6%
	Moscardini muschiati	657	2,386	206	0,804	-451	-68,6%	1,582	-66,3%
	Seppie	963	7,063	513	4,295	-450	-46,7%	2,768	-39,2%
	Totani	470	1,781	286	0,885	-184	-39,1%	0,896	-50,3%
Tot. Molluschi		2333	15,314	1037	6,531	-1296	-55,6%	8,783	-57,4%
Crostacei	Mazzancolle	59	1,621	132	2,025	+73	+123,7%	+0,404	+24,9%
	Pannocchie	1164	8,345	1348	9,44	+184	+15,8%	+1,095	+13,1%
	Scampi	591	15,325	209	5,645	-382	-64,6%	9,68	-63,2%
Tot. Crostacei		1814	25,291	1689	17,11	-125	-6,9%	8,181	-32,3%
Tot. Generale		9374	82,136	5299	47,417	-4075	-43,5%	34,719	-42,3%
<p><i>Prodotto sbarcato espresso in tonnellate (t) e milioni di euro (MLN €); confronto tra gli anni 2004 e 2012 relativo alla regione Marche (fonte dati Irepa; rielaborazione degli Autori)</i></p>									

Andamento del pool demersale e degli stock di Sogliole e Naselli nel periodo 2004-2012

Questo capitolo si potrebbe intitolare “lettura bioecologica delle statistiche della pesca”. Di che si tratta: oggi, oltre le statistiche generali sui dati di sbarcato per GSA e bacini, si hanno dati statistici di sbarcato relativi alle Regioni costiere. Questo fatto consente di dare una connotazione geografica “regionale” alle catture di una determinata area marina correlata ai punti e porti di sbarco. È vero che in mare non ci sono “confini regionali”, per cui non si può dire in modo netto: “queste sono risorse dei territori marini marchigiani o romagnoli o veneti o di altra regione.”

Tuttavia, essendo le consuetudini di pesca legate ad uscite giornaliere (notturne) e, data la distanza relativa delle aree di pesca dai porti di sbarco e, tra l’altro, essendo sempre viva la preoccupazione dei pescatori di arrivare primi alle vendite mattutine, è lecito e plausibile pensare che le catture sbarcate presentino una forte connotazione territoriale regionale, a seconda della flottiglia afferente a quella data Regione od a quell’altra. Certo, ci possono essere delle commistioni territoriali delle aree di pesca ai bordi di queste zone “regionali” marine, ma esse si compensano a vicenda. Certo si è che le statistiche di sbarco, a livello regionale, offrono al biologo marino possibilità e spunti di lettura e riflessioni di tipo ecologico, che la ricerca sul campo può verificare e validare e viceversa.

Un esempio di quanto detto verrà illustrato successivamente (Figg.4 e 5).

Sembra opportuno commentare ora, alcune figure. La fig.2 rappresenta l’andamento dello sforzo di pesca, delle catture demersali (sbarcato) totali, di naselli e di sogliole nella GSA 17.

Si può notare come lo Sforzo di pesca globale del naviglio a strascico, a partire dal 2007 si sia stabilizzato attorno a 150.000 KW. Le catture totali sono passate da t 35.223 a t 19.836. Tuttavia, qualcosa di diverso si intravede a livello di sogliole e merluzzi o naselli.

Sogliole: nel 2004 lo sbarcato di *Solea solea* nella GSA 17, ammonta a t 2.639, tocca il minimo nel 2008 con t 1.256 e dopo rimonta gradualmente per portarsi a t 1.821 nel 2012. Purtroppo non si dispone dei dati di sbarco degli anni successivi. Ma, talune informazioni relative alle vendite nei mercati all’ingrosso, ci suggeriscono che lo stock sia in ripresa.

Merluzzi o Naselli: lo sbarcato di *Merluccius merluccius* ci mostra, nella stessa fig.2, un picco di catture nel 2006 con t 4.396 rispetto a t 3.045 del 2004 (+ 1351 tonnellate) e dopo un calo ininterrotto fino al 2011 con t 1.474 ed una rimonta nel 2012 con t 1.794. Non abbiamo dati relativi agli anni successivi ed è veramente arduo fare previsioni, data l’etologia di questa specie. Com’è noto, ci sono certamente due ambienti che vengono coinvolti nella vita di questi animali. Per quello che ci suggerisce l’esperienza di pesca e di ricerca in altre parti del Mediterraneo, i riproduttori di questa specie hanno il loro habitat sui fondi batiali, risalgono sui fondi circalitorali del margine della platea al momento della riproduzione e qui si riscontrano le nur-

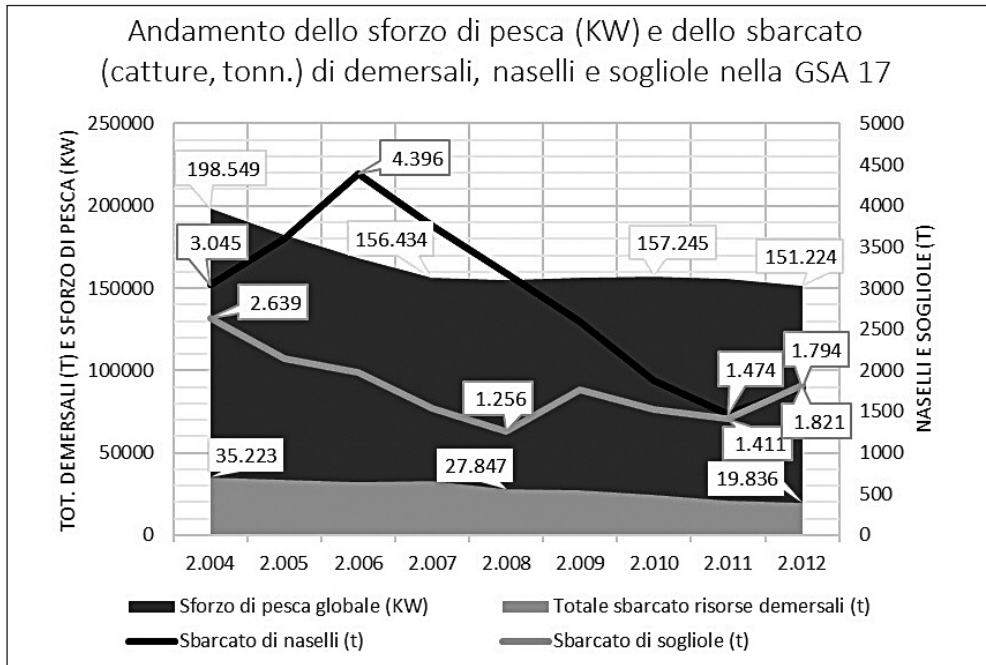


Fig. 2

series. In quest'area i giovani si accrescono mentre, man mano guadagnano i fondi batiali della scarpata dove permangono fino alla prima maturità sessuale. Infine, rimontano verso i fondi di platea, come fecero e fanno le classi più adulte, per la loro prima riproduzione. Esiste comunque una ricca letteratura sul Merluzzo mediterraneo (Rapp. Annuale Ris. Biol. Mari Ital. 2009 ed Annuario stato Ris. Biol. Biol. Mar. Medit. 2015) ed uno stringato quadro sinottico, relativo alle fasi di vita, alle aree, alle taglie ed ai valori di mortalità naturale (M) e mortalità da pesca (F) è stato dato per le zone di pesca nord-siciliane (Bombace e Lucchetti 2011). Questo paradigma migratorio è confermato dall'esperienza di pesca e di ricerca in tutto il Mediterraneo, anche per dossi e scarpate di aree tettonicamente corrugate, al largo delle coste (Arena e Li Greci 1973) in cui è possibile una escursione verticale in funzione dello stato di maturazione gonadica e si verifica anche nel sistema batiale e circolatorale del Basso Adriatico. Ma, per la GSA 17, dove manca un vero e proprio sistema batiale, come si realizza questo comportamento che sembra avere una base genetica? L'unica zona che arieggia un sistema batiale può essere la cosiddetta Fossa di Pomo, anche se le sue profondità possono definirsi epibatiali. Comunque qui riproduttori maturi sono stati trovati da ricercatori adriatici nel presente, ma anche nei decenni passati (Zupanovic 1968). Ma, è mai possibile che tutto lo stock di naselli della GSA 17 possa essere alimentato dall'area Pomo? Non lo crediamo e la fig.6 suggerisce altre ipo-

tesi, inclusa quella di altre sub aree di riproduzione e di possibili comportamenti adattativi dei riproduttori di Merluzzo. D'altra parte la Fossa di Pomo sembra essere per diverse specie un'area povera quanto a produttività, per affollamento e costrizione di popolazioni, al punto da produrre forme "nane" a livello ad es. della popolazione di Scampi (*Nephrops norvegicus*), (Frogliola e Gramitto 1987), ma in grado di riprodursi. Ancora più difficile sembra individuare le nurseries di questa specie e pescarne le larve (Arneri e Morales-Nin, 2000).

Ma, veniamo al commento di alcune figure. Nella fig.3, vengono dati i valori di Cattura/Sforzo di pesca espressi in Kg/KW/anno, per il periodo considerato, per il pool demersale, per Sogliole e Naselli, nella GSA 17. Gli indici di abbondanza evidenziano meglio quanto già descritto nella figura precedente.

Andamento delle catture sbarcate per Regioni ed interpretazione ecobiologica delle statistiche della pesca.

Sogliole

Nella fig.4 è rappresentato l'andamento dello sbarcato di Sogliole, espresso in tonnellate (t), nelle diverse regioni costiere adriatiche, nel periodo 2004 - 2012.

Si può notare quanto segue: sul piano quantitativo, in ordine d'importanza, le Regioni interessate sono Marche, Veneto ed Emilia-Romagna. I territori di pesca corrispondenti a queste regioni rappresentano l'area basale dello stock di *Solea solea* in Adriatico. Le Regioni Abruzzo a Sud e Friuli Venezia Giulia a Nord, rappresentano aree limitrofe che segnano i confini dell'areale di distribuzione dello stock di Sogliole. Le altre regioni (Molise, Puglia), non registrano catture significative in termini di mercato e quindi in termini di stock. Ovviamente esiste la specie, rappresentata a livello individuale.

Queste osservazioni ci dicono che sul piano bio-geografico lo stock è definibile come centro-settentrionale.

L'areale regionale marchigiano è certamente il più importante per quantitativi pescati. Nel 2004 lo sbarcato regionale superava le t 800/anno e si è mantenuto su questo livello fino al 2006. Si è avuta nei due anni successivi una caduta ed il minimo è stato registrato nel 2008, con meno di t 400/anno. Dal 2008 in poi, è partita una ripresa dello stock e quindi dello sbarcato che, nel 2012 si attesta sulle t 600/anno. Più o meno lo stesso trend si registra per l'areale di pesca facente capo alla Regione Veneto. Per l'areale di pesca, corrispondente invece alla Regione Emilia-Romagna si registra un continuo declino e la ripresa arriva più tardiva rispetto alle altre due regioni. Essa parte dal 2011 e nel 2012 si attesta sul livello di t 400/anno.

Ma, a questo punto è opportuno chiedersi come possa accadere che l'area regionale romagnola che geograficamente sta in mezzo, tra l'area marchigiana e l'area ve-

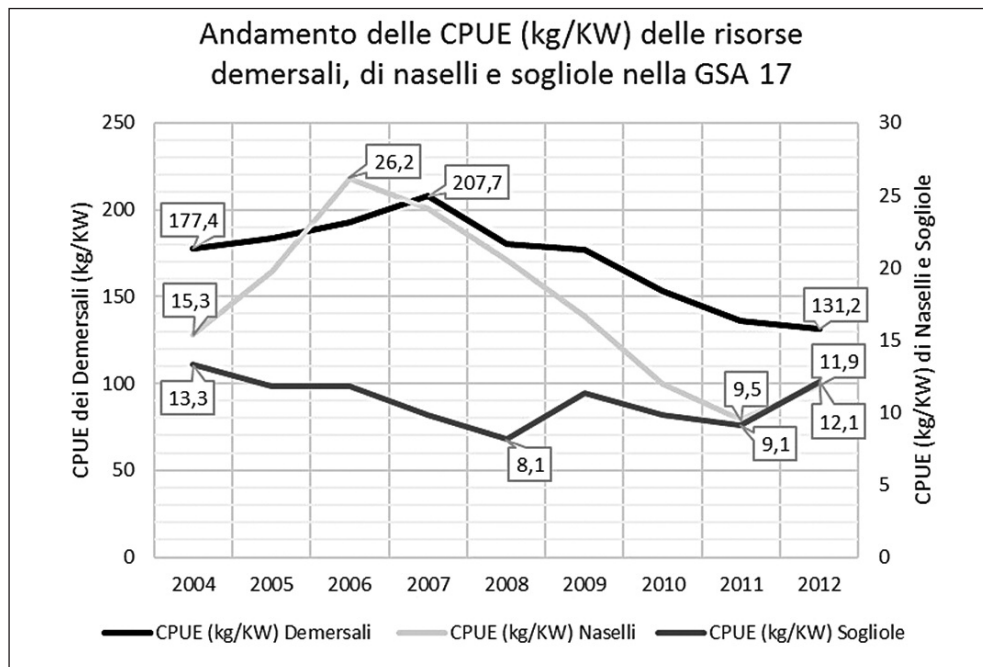


Fig. 3

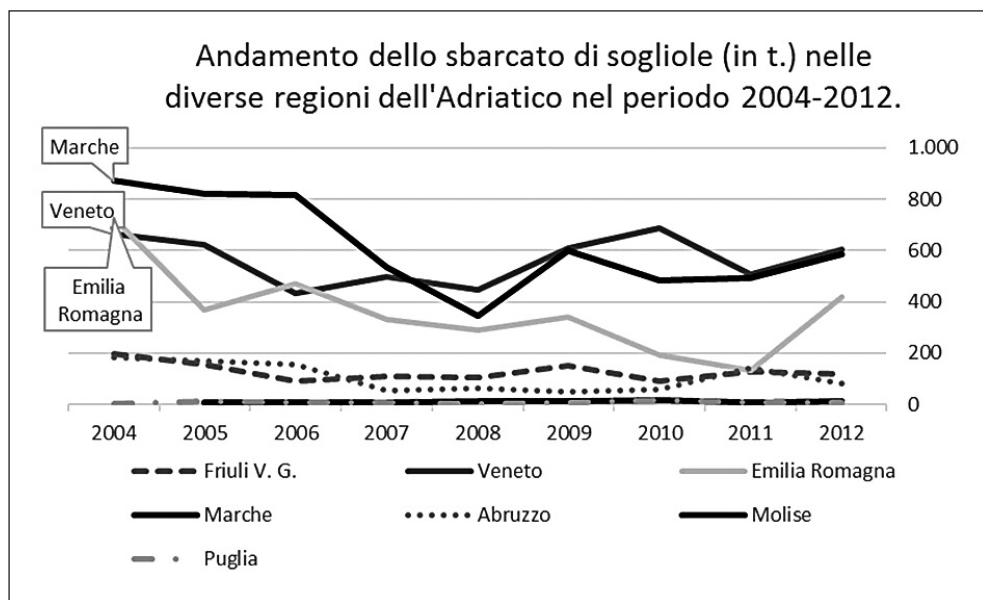


Fig. 4

neta, registri un quantitativo di sbarcato che è, mediamente, la metà (circa t 300/anno) rispetto alle due aree regionali vicine, cioè quella veneta a Nord e quella marchigiana a Sud. Come si spiega questa “anomalia” nell’areale di distribuzione dello stock di Sogliola? E questa ha riscontro nella realtà? Ebbene, basta rifarsi alle più recenti ricerche sul campo riguardanti lo stock di Sogliola in Adriatico (Grati et al.2013, Scarcella et al.2014), per constatare che il dato statistico rivela un “vuoto” reale di produzione e pesca e quindi di sbarcato che, i campionamenti di pesca a scopo scientifico, rivelano. Quest’area “vuota” (fig. 5) potrebbe corrispondere ad una zona ecologicamente disturbata che ingloba la *plume* del Po e che le sogliole, animali eminentemente bentonici, cercano di evitare per non subire gli stress conseguenti ad apporti fluviali, spesso impetuosi, traumatici ed irregolari costituiti dai materiali più diversi.

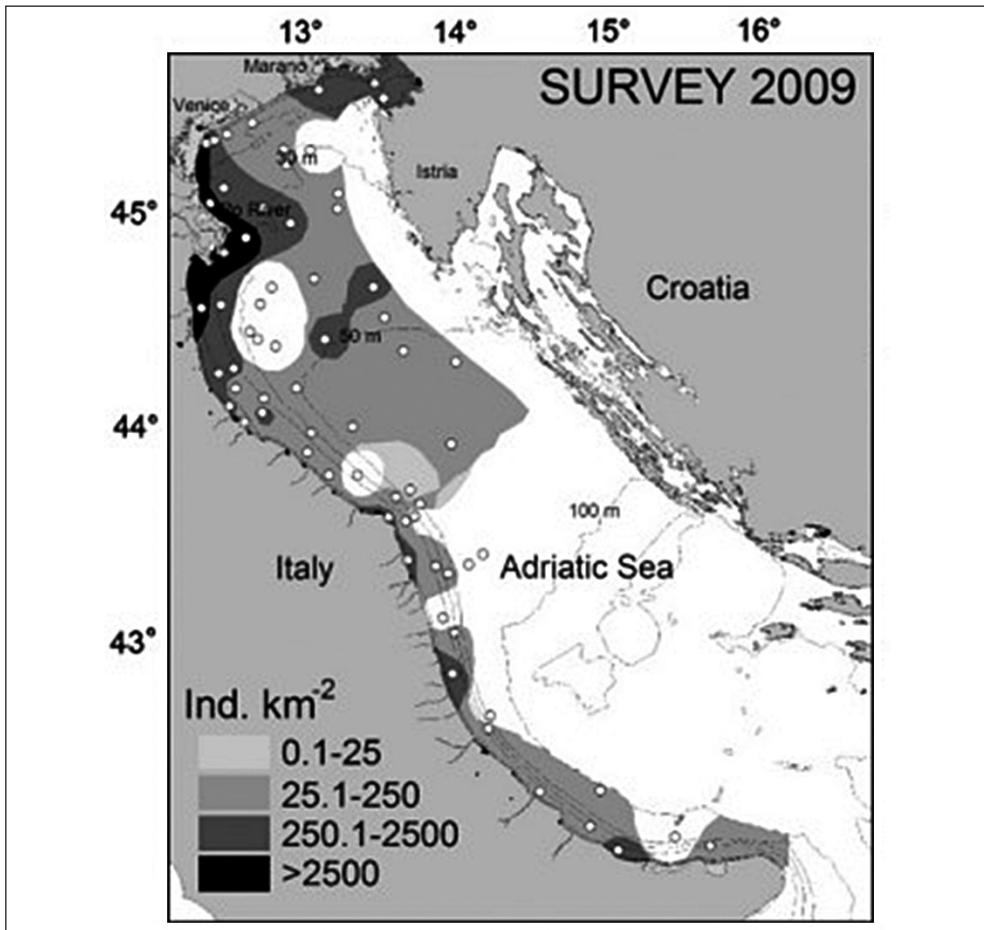


Fig. 5 - Distribuzione spaziale di giovani e adulti di sogliola in Adriatico (da Grati et al., 2013)

Naselli o Merluzzi

La fig.6, rappresenta l'andamento dello sbarcato di naselli o merluzzi, nelle diverse regioni dell'Adriatico, nel periodo 2004 - 2012. Appare evidente che la maggiore produzione si ha a livello dell'area regionale pugliese, dove esiste un vero sistema battiale che è l'habitat naturale per la fase di vita degli adulti di *Merluccius merluccius*. Il quantitativo prodotto nell'area regionale del Basso Adriatico, fino al 2010 è all'incirca il doppio (oltre 4.000 t/anno) rispetto alla produzione marchigiana. Due fatti sono da rimarcare: il picco nell'anno 2006 che porta lo sbarcato pugliese da 4.000 t/anno ad oltre 6.000 t/anno e la caduta repentina ed inspiegabile nel 2011 che porta la produzione sbarcata a livelli minimi. Infine la ripresa nel 2012, ma non sappiamo, per assenza di dati, se essa è continuata. Si può osservare ancora che il picco di crescita nel 2006, molto evidente nell'area regionale pugliese, in modo attenuato è avvenuto anche nelle altre aree regionali adriatiche. Lo stesso dicasi per il fenomeno della caduta nel 2011. Sul piano della lettura bio-ecologica dei dati statistici, questo ci dice che lo stock è unitario e che è possibile immaginare, per gli anni precedenti il picco un successo del reclutamento simultaneo nelle diverse aree regionali adriatiche. Infine, i quantitativi sbarcati di modesta entità a livello delle aree regionali di Emilia-Romagna, Veneto e Friuli Venezia Giulia dimostrano che lo stock è, quanto ad area di di-

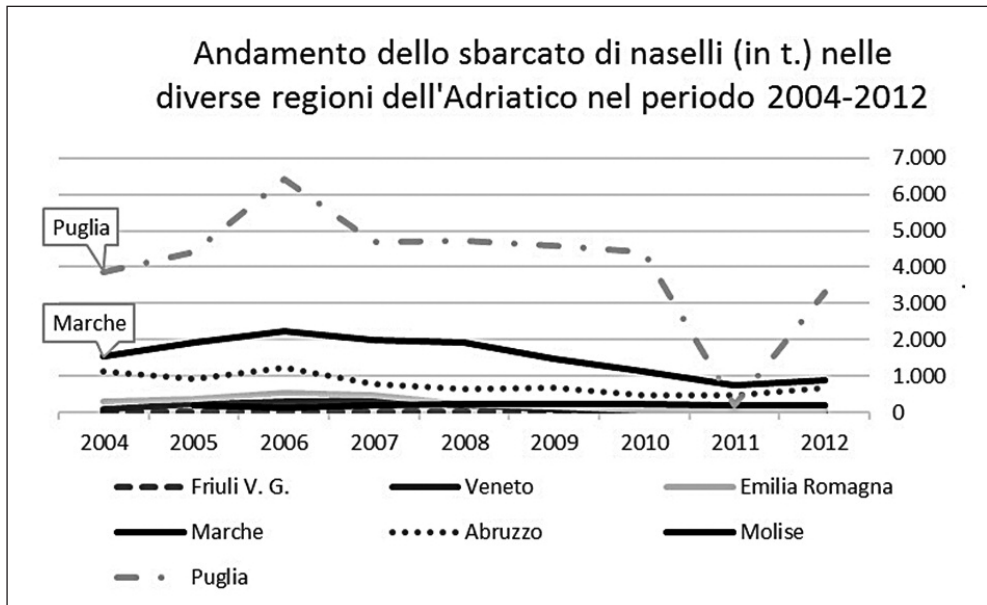


Fig. 6

stribuzione, Sud-Centrale o se si vuole meridional-centrale. Il quantitativo sbarcato nell'area regionale pugliese, in assoluto il più importante dell'Adriatico ci suggerisce che il centro di espansione e riproduzione della popolazione è certamente nel sistema batiale del Basso Adriatico. Ciò non toglie che altre aree minori di riproduzione possano trovarsi nelle parti più profonde del Medio ed Alto Adriatico e la Fossa di Pomo è sicuramente una di queste.

I due biomi dell'Adriatico

Considerando la latitudine, il bacino Adriatico è stato diviso in due GSA (Geographical Sub Area) la n. 17 che comprende il Medio e l'Alto Adriatico e la n18 che comprende il Basso Adriatico. Ciò è stato fatto in funzione di alcune affinità a livello batimetrico e della natura dei fondali, ma anche in funzione di favorire la collaborazione scientifica tra Paesi dirimpettai. Tuttavia, sul piano bioecologico si registrano notevoli diversità tra la fascia Orientale e quella Occidentale del bacino, talchè è plausibile una divisione ideale longitudinale in un bioma o biota Est ed un bioma Ovest.

Il bioma Est si presenta con una morfologia costiera molto articolata, con numerose isole, piccole, medie e grandi (1.300 circa), separate da canali, con coste rocciose a falesia, con fondali e substrati duri, detritici e con insediamenti florofaunistici particolari. Scarsa la sedimentazione fangosa. Tutta la fascia costiera orientale è interessata da correnti che vanno in senso Sud-Nord, tra cui un ramo della corrente levantina che trasporta e favorisce la dispersione di specie lessepiane provenienti dal bacino orientale del Mediterraneo e dal Mar Rosso, via Canale di Suez. La salinità è maggiore che nelle acque del bioma occidentale. Qui, la fisionomia costiera è di tipo alluvionale, influenzata com'è dall'acqua del Po e dalle foci dei numerosi fiumi e corsi d'acqua che sboccano lungo la costa italiana. Ma parte della costa presenta anche una fascia a terrazzi, con qualche promontorio (Gabicce, Conero e Gargano), mentre la corrente è discendente e la salinità più bassa che nel bioma orientale, a causa della diluizione provocata dagli apporti fluviali. La costa a Sud del Gargano presenta, a livello pugliese, un tavolato roccioso più o meno basso, poroso, cavitario che forma degli habitat favorevoli all'insediamento del Cefalopode *Octopus vulgaris* il comune polpo che alimenta una industria artigianale di conservazione. Eppure questi due biomi così ecologicamente diversi appaiono complementari per ciò che riguarda la biologia di alcuni stock ittici comuni (shared stock).

Le recenti ricerche su alcuni stock ittici adriatici (Grati et al., 2013; Scarcella et al., 2014) evidenziano che le classi di età adulte si ritrovano essenzialmente nel bioma orientale, mentre le classi giovanili e le nurseries in generale, si rinvencono

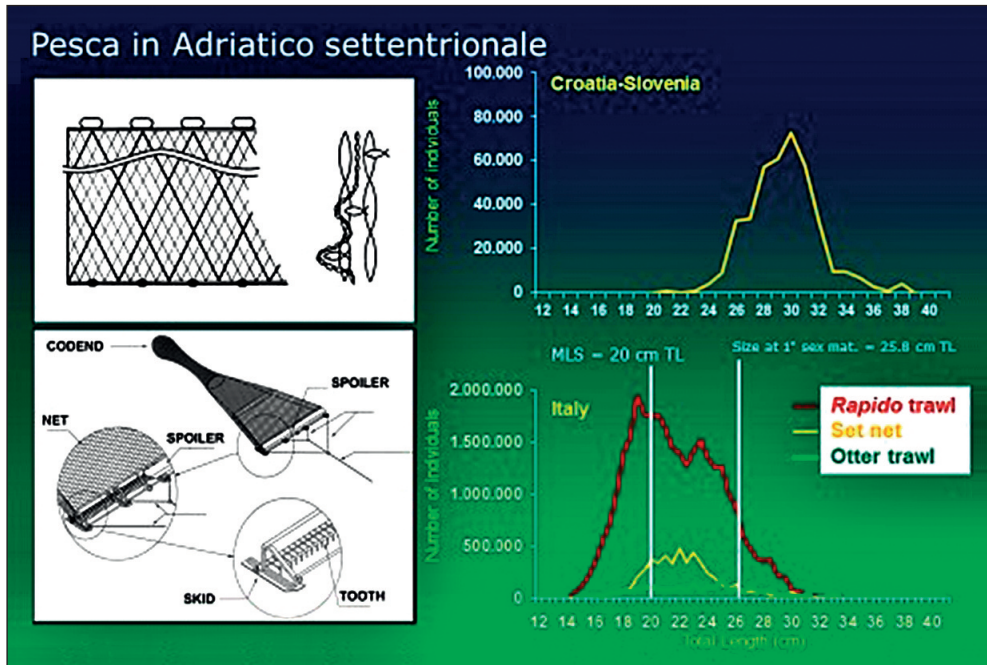


Fig. 7 - da: **Zone rifugio per la sogliola in alto e medio Adriatico: ossimoro o caso di studio?**
Scarcella G. et al., 45° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina, Venezia, 19-23 maggio 2014

nel bioma occidentale, lungo le coste alluvionali, le foci fluviali e nelle zone lagunari. La fig.7, tratta dal lavoro di Scarcella et al. (2013), illustra quanto avviene a livello di taglie nelle catture di *Solea solea* L. nei due biomi, mentre la fig.8, illustra lo stesso fenomeno per le catture di *Chelidonichthys lucerna* nei due biomi adriatici (ADRIAMED 2013). Ma, questo paradigma si attaglia a tutti gli stock demersali adriatici? No sicuramente, come si conosce per la triglia di fango (*Mullus barbatus barbatus*) o per le due specie di rospi (*Lophius piscatorius* e *Lophius budegassa*) né certamente per il nasello o merluzzo (*Merluccius merluccius*), la cui biologia ed etologia si manifesta più in senso Sud-Nord che in senso Est-Ovest. Una ricerca internazionale su questi aspetti ci sembra auspicabile, anche al fine di meglio orientare le indicazioni gestionali che, nel bioma orientale debbono mirare a proteggere gli adulti riproduttori e quindi evitare i problemi di recruits overfishing, mentre nel bioma occidentale debbono impedire la cattura delle forme giovanili, immature, per evitare o ridurre i problemi di growth overfishing già ampiamente diffusi e documentati.

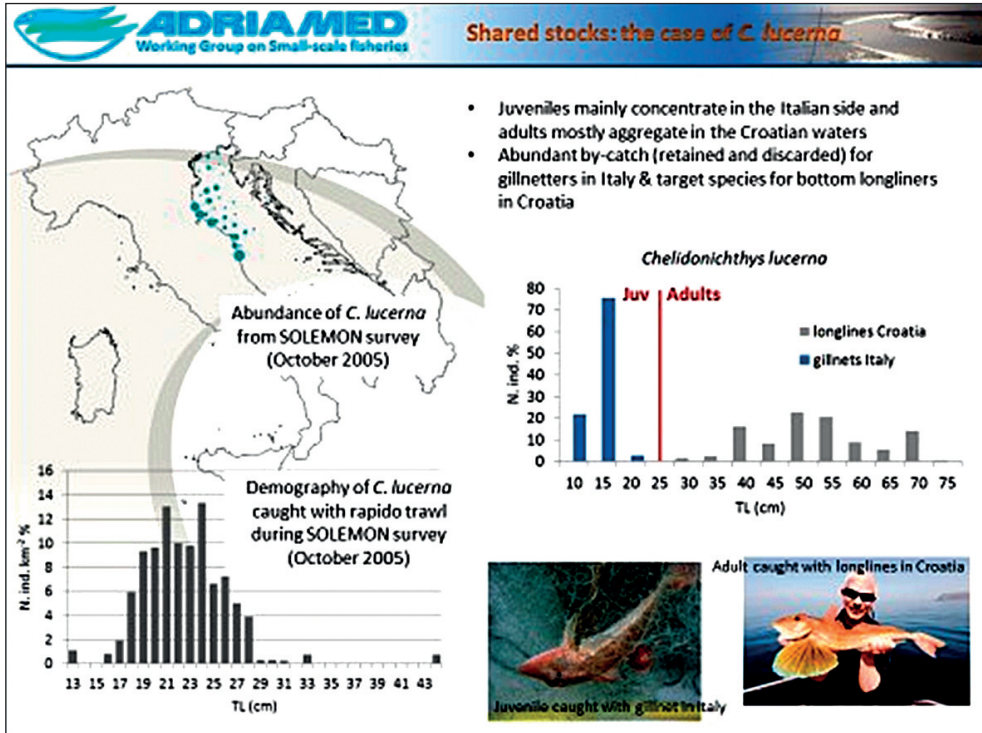


Fig. 8 - da: **Small-scale fisheries in the Adriatic Sea: information gaps at biological, socio-economic and environmental level**; Grati, F. et al., AdriaMed Working Group on Small Scale Fisheries, Split, Croatia 16-17 Dicembre 2014

Conclusione

La raccolta dei dati statistici relativi alle catture sbarcate, ha subito diversi cambiamenti nel tempo. Oggi le statistiche sulla produzione sono più affidabili per via del rilevamento sulle catture che viene fatto su battelli campione e quindi estrapolazione alla flottiglia da pesca in esercizio. Vengono tenuti presenti, come raffronto, anche i dati relativi alle vendite dei prodotti ittici, astati nei mercati.

Considerando la curva dei parametri alieutici (fig.1) per un lungo periodo (1969-2012), relativa alle risorse demersali, pescate nella fascia centro-occidentale dell'Adriatico, (relaz. Bombace), si evince quanto segue:

- dal 1969 al 1984, si è avuta una stabilizzazione delle catture, attorno a t 100.000/anno; nel decennio successivo si è registrata una caduta delle catture per t 28.800 e, nel periodo successivo, fino al 2003 si è avuta una ulteriore caduta dello sbarcato per t 30.000. In sostanza, dal 1984 al 2003 sono venute meno t 58.000 di risorse.

- Nell'ultimo periodo preso in considerazione (2004 - 2012) si è assistito ad un moderata perdita di risorse demersali per t18.200, mentre nel 2013 si assiste ad una moderata crescita delle catture (e quindi della biomassa in mare) da t 31.895 a t 39.697, mentre lo sforzo globale di pesca (global fishing effort) è oggi (2013) poco meno di quello iniziale (1969) e cioè 188.694 KW contro 196.225 KW.
- In quest'ultimo ventennio i costi economici e sociali pagati dal settore pesca, sono stati notevoli, con cessazione di attività, perdita di posti di lavoro e disarmo di natanti.

Per un approfondimento dei fenomeni, si è focalizzata l'attenzione sull'andamento di alcune specie target demersali, nel periodo 2004 - 2012, prendendo in considerazione anche alcuni aspetti economici. I risultati sono i seguenti:

- GSA 17: declino delle catture per t 11.000 circa, per un valore di Euro 70.495.000.
- Adriatico: per tutto il bacino, la caduta delle catture, sempre relativamente alle specie target più importanti è di t 15.664, per un valore di Euro 82.273.000.
- Marche: la pesca regionale, ha perso t 4.075 di pescato demersale, per un valore di Euro 34.719.000. Quanto sopra risulta dal raffronto tra l'anno 2004 e l'anno 2012.

Per quanto riguarda l'andamento delle catture di sogliole e naselli, nel periodo considerato e per la GSA 17, si osserva quanto segue:

- il periodo può dividersi in due parti. Nell'insieme il pool demersale decresce, mentre l'andamento delle catture di sogliole mostra un declino fino al 2008 e dopo invece rimonta fino al 2012. Non ci sono dati globali di sbarcato per gli anni seguenti, ma dai dati parziali delle vendite di mercato si nota un recupero di questo stock. Per quanto riguarda le catture dei naselli, si ha un picco di crescita nel 2006 e dopo un declino delle catture fino al 2011. Negli anni successivi si registra un recupero dello stock. Questo per quanto riguarda l'andamento di due importanti stock ittici. Per i Cefalopodi continua la situazione di declino, mentre per i Crostacei risultano in crescita le catture di mazzancolle e pannocchie. Lo sforzo globale di pesca è diminuito ulteriormente, attestandosi su 151.224 KW.

Lettura bio-ecologica delle statistiche di pesca.

Le statistiche di sbarcato qui definite come catture, formulate per regioni costiere, consentono una lettura bio-ecologica delle stesse. Così appare chiaramente che lo stock di sogliole dell'Adriatico è una popolazione centro-settentrionale, mentre il nasello è uno stock meridional-centrale, costituito cioè da una popolazione che ha il suo nucleo fondamentale nell'Adriatico meridionale, dove esiste un sistema batiale vero e proprio. Così il picco di catture del 2006 è particolarmente evidente a livello del territorio di pesca pugliese, è sincrono a livello dei territori delle altre regioni, ma si manifesta con intensità via via decrescenti man mano che ci si allontana dal nucleo pugliese (fig.6).

Un altro esempio di lettura ecologica delle statistiche di pesca si può registrare ancora a proposito dei dati regionali di sbarcato di sogliole. I dati mostrano subito una “anomalia” statistica a livello del territorio di pesca della regione Emilia-Romagna laddove la catture sono all’incirca la metà rispetto a quelle dei territori corrispondenti alla regione Veneto a Nord ed alla regione Marche a Sud. L’anomalia è reale e si riscontra sul terreno. Essa corrisponde alla plume del Po, notoriamente area disturbata per gli apporti di materiali vari durante i diversi regimi di afflusso delle acque fluviali.

In Adriatico si evidenziano due Biomi, orientale ed occidentale che postulano, a livello di risorse ittiche, due diversi indirizzi gestionali.

Bibliografia

AA.VV. 2009 - Rapporto annuale sullo stato delle Ris. Biol. dei mari circostanti l’Italia. *MIPAAF SIBM*: 230 pp.

AA.VV. 2015 - Annuario sullo stato delle Ris. e sulle Strutture produttive dei mari italiani. *Biol. Mar. Medit. Vol.22 (Suppl.1)*. Edit. Mannini e Sabatella.

ADRIAMED, 2013 - Small-scale fisheries in the Adriatic Sea information gaps at biological, socio-economic and environmental level.

Arena P. e Li Greci F., 1973 - Indagine sulle condizioni faunistiche e sui rendimenti di pesca dei fondi batiali della Sic. Occid. e della bordura settentr. dei banchi della soglia Siculo-Tunisina. *Quaderni Labor. Tecnol. Pesca*, Vol.I°, 5:157-201.

Arneri E e Morales-Nin 2000 - Aspects of the early life history of European hake from the central Adriatic. *J. Fish.Biol.*, 56:1368-1380.

Bazigos G.P., Cingolani N., Coppola S.R., Levi D., Mortera J., Bombace G. 1984 - Studio di Fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della Pesca (PESTAT) Parte I, *Quad. Istit. Ric.Pesca Maritt.Ancona*, 4 (1 Suppl.): 374 pp.

Bombace G. e Grati F.2007 - Che succede alle risorse di pesca del Mediterraneo? *Notiz. SIBM*, 51:29-38.

Bombace G. e Lucchetti A. 2011 - Elementi di Biologia della Pesca. Edagric.Ilsole24ore; Bologna: 384 pp.

Bombace G., Cingolani N., Santojanni A., 2013 - Declino delle risorse della pesca marittima e dell’acquacoltura. Quali cause? Necessità di una discussione all’interno della comunità scientifica. *Notiz. SIBM*, 64:62-67.

Bombace G. 2014 - Ancora sullo stato delle risorse demersali dei mari italiani e dell’Adriatico in particolare. *Notiz. SIBM* 65: 36-38.

Bombace G. 2015 - Su alcuni aspetti ecologici e di pesca dell’Adriatico. Inaugur. Anno Accad. 2014, Acc.March.Scienze, Lett. ed Arti. (in press).

Cingolani N., Coppola S.R., Mortera J.1986 - Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione Campionaria delle statistiche di pesca (PESTAT) Parte II - Statistica Catt.e Sforzo di pesca, *Quad. Istit. Ric. Pesca Maritt.*, Ancona 5 (28), (I Suppl.): 750 pp.

Frogia C. e Gramitto M.E. 1987 - An estimate of growth and mortality parameters for Norway Lobster (*Nephrops norvegicus*) in Central Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.*, 394:189-203.

Grati F., Scarcella G., Polidori P., Domenichetti F., Bolognini L., Gramolino R., Vasapollo C., Giovannardi O., Raicevich S., Celic Igor, 2013 - Multi annual investigat. of the spatial Distributions of the juvenile and adult sole (*Solea solea* L.) in the Adriatic Sea (Northern Medit.); *Journal of Sea Research* 84: 122-132

Piccinetti C., Vrgoc N., Marceta B., Manfredi C. 2012 - Recent state of demersal resource in the Adriatic Sea; *Instit. Ocean.and Fish. Split* : 224 pp

Scarcella et al. 2014 - Common sole in the northern and central Adr. Sea: spatial management scenarios to rebuild the stock. *J. Sea Res.* 89:12-22.

Zupanovic S., 1968 - Study of hake (*Merluccius merluccius* L), biology and population dynamics in the Central Adriatic. *FAO-GFCM, Stud. Rev.*32:1-24.

The Current Status of the Adriatic sea Fish Biodiversity

di Jakov Dulčić¹, Nedo Vrgoč² & Lovrenc Lipej²

¹ *Institute of Oceanography and Fisheries, Šet. I. Meštrovića 63, 21000 Split, Croatia. e-mail: dulcic@izor.hr; vrgoc@izor.hr*

² *Marine Biological Station, National Institute of Biology, Fornace 41, 6330 Piran, Slovenia. e-mail: lipej@mbss.org*

Introduction

Apart from the Black Sea, the Adriatic Sea is the northernmost part of the Mediterranean. This fact influences some important physical properties of even its southernmost areas. The Adriatic is a shallow sea. Most of the bottom, about 102 415 km² or 74 %, is less than 200 m deep. The depth gradually decreases from south to north. The Jabuka/Pomo Pit (280 m) and South Adriatic Pit (1 330 m) are the only areas depth over 200 m, (in average 251 m), therefore, most of the bottoms are on the continental shelf and a significantly smaller part on the continental slope (> 200 m deep). The Adriatic Sea covers about 800 km by latitude and from 100 to 200 km by longitude. In the south, the Adriatic Sea is separated from the Ionian Sea, by the 72 km wide Strait of Otranto, where a submarine sill of 800 m exists.

Adriatic sea is generally divided into three geographic regions: the Northern Adriatic, the middle Adriatic and the Southern Adriatic (Gačić et al., 2001). The North Adriatic is very shallow and strongly influenced by the rivers of northern Italy, and the Po in particular. More than thousand large and small islands are present the eastern coast, while along the western shore there are only few. The eastern and western coasts differ in morphological and topographic properties: the eastern coast is composed of limestone, its steep and narrow shelf deepens fast while the western coast has a wider shelf because of sediments brought by the river. The largest river input into the Adriatic comes from the Po River, with annual mean inflow of 1700 m³ s⁻¹. High variability of this inflow is the major factor that determines a number of parameters like temperature, salinity and transparency in the North Adriatic. The sea bottom of the Adriatic shelf is covered with recent sediments of various structural and mineral-petrographic composition. The muddy and sandy sediments cover the largest part of the shelf. Indeed this type of sediment covers

almost the entire the south and central Adriatic region, together with the channel area of the north-eastern Adriatic, Gulf of Trieste and a narrow belt along the north-eastern side of the Italian coast. The muddy sediments also cover the most of the northern, a smaller part of the central and only some limited areas of the southern Adriatic.

The present-day flora and fauna of the Adriatic Sea resulted from the numerous geological, geographical, climatic and biological influences occurring during its formation (Jardas, 1996). The influence of geographical, geomorphological, climatic and other environmental factors is crucial even today; indeed the peculiarities of the Adriatic ichthyofauna actually depend on these factors. Although the Adriatic Sea is a part of the Mediterranean, it is an independent biogeographical and ecological subunit, which is manifested in the composition and properties of its life communities (biocenosis) (Lipej and Dulčić, 2010).

The marine biodiversity of the Mediterranean Sea is nowadays facing substantial the structural changes in flora and fauna (Coll et al., 2011). It is rapidly changing due to the increasing advance of non-indigenous fishes (Zenetos et al., 2010). Such changes were recorded in the Adriatic Sea, as well. During the last few decades, various factors including climate change, anthropogenic activity and “lessepsian migration” have altered the composition of Adriatic ichthyofauna (Dulčić and Grbec, 2000; Lipej and Dulčić, 2004; Pečarević et al., 2013). Furthermore, extensive investigations carried out in the last decades allowed us to recognize species previously not recorded or reported in this area (Dulčić and Dragičević, 2011).

The aim of this paper is to present the current status of knowledge of Adriatic fish biodiversity with particular interest to recent ecological and biological phenomena.

2. Adriatic Sea - Oceanographic Properties

The thermohaline properties of the Adriatic Sea are determined mainly by the air-sea interaction, water exchange through the Otranto Strait, river discharge, mixing, currents, and topography of the basin. The annual temperature range at the surface is 18 °C in the South and 25 °C in the North Adriatic. As a whole, the Adriatic is a temperate warm sea. The extremes of surface temperature have a large range, from 6 °C to 29 °C. Temperatures of even the deepest layers are for the most part above 10 °C. The south Adriatic is 8-10 °C warmer than its central and northern parts during winter. In other seasons the horizontal temperature distribution is more uniform. Generally, the open sea is warmer than the coastal waters. At the Split-Gargano transect the highest temperature occurs in the central part, the lowest surface temperatures occurs are near the eastern coast, and the lowest bottom temperatures are found towards the western coast.

Salinity of the Adriatic is relatively high and its ranges are significant. The southern part has salinity between 38.4 to 38.9 psu, and is especially high in the intermediate layer. In the northern part and in the coastal zones salinity is lower, and also more variable. The lowest salinity is found close to the Po River mouth. It could be generally said that the Adriatic Sea water salinity decreases from south to north and from the open sea to the coast. Long-term measurements in the coastal and open waters of the middle and southern Adriatic have shown a salinity-increased trend up to 1993/94 (Zore-Armanda *et al.*, 1999). This phenomenon probably, together with considerable year-to-year variability in three time series (Dubrovnik, Split, Trieste) of sea surface temperature (SST), plays an important role in the apparition of some rare fish in the Adriatic (Dulčić *et al.*, 1999a).

Currents are generally low speed and variable in direction. The current field shows a simple cyclonic circulation regime. Generally, streamlines follow the isobath lines along both coasts, but wavelike patterns or meanders appear, influenced by the topography of the middle Adriatic (Palagruža sill). Meteorological conditions favourable for the formation of water masses are outbreaks of cold and dry winter weather, when the bora wind (cold, north to northeast wind) is blowing. Three water types of Adriatic origin have been identified (Zore-Armanda, 1963; Artegiani *et al.*, 1997) and characterized with respect to the temperature and salinity (NAdDW: North Adriatic Deep Water; MAdDW: Middle Adriatic Deep Water; SAdDW: South Adriatic Deep Water).

Due to its high density, the NAdDW fills up the Jabuka/Pomo Pit and only occasionally spreads to the South Adriatic. The MAdDW is formed in the Jabuka/Pomo Pit area, when there is no intensive northwestward flow, i.e. during the period of a low Mediterranean water inflow. The SAdDW originates in the South Adriatic Pit. Due to its high density, this water spreads into the bottom layer of the eastern Mediterranean. The fourth water type is not of Adriatic origin. The Levantine Intermediate Water (LIW) is formed in the Levantine Basin. This water experiences a salinity decrease on its way to the Adriatic, and eventually enters the Adriatic through the Strait of Otranto. This water type can be recognized in the intermediate layer of the South and Middle Adriatic as mLIW (modified LIW) water type (Orlić *et al.*, 1992). Seasonal distributions of water masses are closely related to the current fields.

The Adriatic shows considerable year-to-year variations in the oceanographic parameters, as highlighted by the amount of LIW present. The horizontal pressure difference varies between the northern and the southern Adriatic, which influence the intensity of water exchange between the Adriatic and the eastern Mediterranean as a consequence of the presence of a large pressure centre over the wider Mediterranean region. Year-to-year fluctuations of water exchange between these basins influence long-term fluctuations of a variety of parameters like salinity, temperature, transparency and nutrient salts density, the latest having a consequence on chlorophyll con-

centration fluctuations. In addition, the man-made impact on at least some of the oceanographic properties has become clear over the past three decades. Nowadays, Adriatic oceanography, especially in the North Adriatic area, faces the necessity of dealing with increasingly urgent problems of the sea pollution, which might influence toxic phytoplankton blooms as well as biodegradation of the environment thus having consequences on biodiversity too.

Analysis of 20-year time-series of the vertically averaged salinity and nutrient data in the Southern Adriatic shows that the two parameters are subject to strong decadal variability (Civitarese et al., 2010). In addition, it is documented that nutrient and salinity variations are out of phase. Nutrients in the Ionian and in the Adriatic vary in parallel except that generally the nutrient content in the Adriatic is lower than in the Ionian, a fact that has been attributed to primary producer consumption following the winter convective mixing. As shown earlier, North Ionian Gyre (NIG) changes its circulation sense on a decadal scale due to the Bimodal Oscillating System, i.e. the feedback mechanism between the Adriatic and Ionian. Cyclonic circulation causes a downwelling of the nitracline along the borders of the NIG and a decrease in the nutrient content of the water flowing into the Adriatic across the Otranto Strait, and vice versa (Civitarese et al., 2010). In addition, the highly oligotrophic central area of the Ionian shows annual blooms only during cyclonic NIG circulation. Inversion of the sense of the NIG results in the advection of Modified Atlantic Water or of the Levantine/Eastern Mediterranean waters in the Adriatic. The presence of allochthonous organisms from Atlantic/Western Mediterranean and Eastern Mediterranean/temperate zone in the Adriatic are concurrent with the anticyclonic and cyclonic circulations of the NIG, respectively (Civitarese et al., 2010). A number of historical observations suggest the possible impact of the change in the Ionian circulation on the abundance and species composition of marine organisms in the eastern part of the Adriatic Sea, i.e. the area characterized mostly by the northward flux of water of Ionian origin (Civitarese et al., 2010).

The Adriatic Sea, especially its northern part, is one of the richest fishing grounds in the Mediterranean. The rich river inflows over the shallow shelf of the north Adriatic and in addition the mixing of bottom sediments make this area highly productive. The central and southern Adriatic are less productive, but their exposure to the influence from the north Adriatic and to the periodically stronger influence of the Mediterranean waters, enable high productivity in these areas as well. Open Adriatic waters are, therefore, distinguished as areas for pelagic fisheries. The areas off Ancona and around Palagruža Sill both are known as rich fishing grounds, especially for pelagic fisheries. The coastal area of the eastern Adriatic is traditionally the most important fishing area for the category of professional, sport and other fishermen who use small-scale fishing gears in their fishing activities. The coastal area is characterised by greater productivity rate compared to the open sea

thanks to relatively lower depth, vicinity of the land and fresh-water inflow. In the eastern Adriatic channel areas and in the areas under the influence of fresh-water inflow, coves, bays and mouth of rivers, where the coastal fishing takes place, mean gross primary production ranges between 60 and 150 gC m⁻² year⁻¹, while in the open sea it is 55 gC m⁻² year⁻¹.

3. Adriatic Ichthyofauna

How many species?

The Adriatic Sea could be considered as a well studied Mediterranean area with centennial tradition in ichthyology. The number of recorded fish species for the area is increasing with new discoveries and research implementation. In the monograph about fish of the Adriatic published by Šoljan (1949) 365 fish species, found in the Adriatic Sea are described. Almost half a century later Jardas (1996) deals with 407 fish species in his book entitled »*Adriatic ichthyofauna*«. Due to the arrival of new fish species in the Adriatic Sea, related to the processes of bioinvasion and tropicalisation and the implementation of scientific effort the list of Adriatic fish species was enlarged to 429, a pointed out by Lipej & Dulčić (2004). Few years later the same authors published a revised list of the Adriatic fish fauna, dealing with 440 fish species (Lipej & Dulčić, 2010). At the time of this contribution the total number of fish species up to date recorded is 457. This number is very close to the number species obtained by Psomadakis *et al.* (2012) for the Ligurian (454 species), northern Tyrrhenian (426) and southern Tyrrhenian sea (447).

The increase in number is mainly related to new Atlantic immigrants, some aliens species and some Mediterranean species, recently discovered in the Adriatic area such as *Paranthias furcifer*, *Holacanthus ciliaris*, *Chrysiptera cyanea*, *Alopias superciliosus*, *Oplegnathus fasciatus* and others. However, the total number of 457 should be taken with caution since many species should be omitted from the list due to a probable misidentification. This is the case for example of *Sphyrna tudes*, *Pristis pectinata* and *Ammodytes tobianus*. If we exclude such doubtful species, the total number of recorded Adriatic fish species would be still impressive and would define this area in the Mediterranean sea as one of the richest.

Zoogeographical survey

To assess the zoogeographical survey of fish recorded in the Adriatic Sea we followed the data on geographical distribution of each species according to Psomadakis *et al.* (2012). Species which were not reported in their list were checked in fishbase (www.fishbase.com) to define their zoogeographical classification

scheme. Following their work Adriatic fish species were grouped into: Atlanto-Mediterranean (AM); North Atlantic (NA); Tropical Atlantic (TA); Western Atlantic (WA); (north)East Atlantic (EA); Circumglobal (CG); Circumtropical (CT); Endemic (E); Indo-Pacific (IP); Indian (I); Red Sea (R) and Western Pacific (WP) species. The great majority of species are of Atlanto-Mediterranean origin (64.6%), followed by circumglobal species (17.3%). Fifty-two species (11.7%) are Mediterranean endemics and 26 species (5.8%) have origin outside Mediterranean sea.

If Mediterranean-Atlantic biogeographic elements are considered, the greatest number of the Adriatic representatives belongs to the eastern Atlantic boreal zone (40%). This boreal elements gives a special character and place of Adriatic Sea in Mediterranean (genus *Raja Mustelus*, *Pleuronectes*, *Scophthalmus*, gadides, *Sprattus*, *Belone*, *Dicentrachus*...). Zoogeographical origin of the non-Mediterranean fish species up to date recorded in the Adriatic sea is as follows: Indo-Pacific species (50%), Atlanto-tropical species (12%) and Eastern Atlantic species.

The highest number of fish species is recorded in whole Adriatic (56.5%), following by those distributed in middle and southern part (16.7%) or just in southern part (15.8%), respectively. Moreover, number of fish species decrease from southern to northern Adriatic. Every of Adriatic divisions (north, central, south) has few typical elements of the ichthyofauna. Thus, northern Adriatic is characterised by boreal features and boreal elements of the ichthyofauna more than other parts (species of genera *Sprattus*, *Solea*,...). Central and South Adriatic have more similar ichthyofauna due certain environmental similarities (depth, water temperature) with more thermophile elements (species of the genera *Thalassoma*, *Sparisoma*, *Brama*,...). Central Adriatic is especially characterized by the Jabuka pit, where some boreal and thermophile elements are complemented by some bathyphile elements; finally, the deep south Adriatic with a distinct bathyphile ichthyofauna and numerous thermophile elements, many of which occur in this region only.

The most dominant families are Gobiidae (46), Labridae (18), Sparidae (18), Blenniidae (17) and Myctophidae (15). According to the number of fish species, the Adriatic Sea is one of the richer seas, although, by the density of populations and capacity for exploitation it can be compared with poorer seas.

According to ecological affiliation and horizontal distribution, southern Adriatic is characterized by higher presence of thermophilic and bathyphilic species while more boreal species are recorded in northern Adriatic. Great similarities exist between Adriatic and western Mediterranean (by number of typical fish species) although the Adriatic is both geographically and physiographically a part of the eastern Mediterranean. But those differences become less prominent due global changes.

4. Factors affecting the changes in the Adriatic Ichthyofauna

Research effort

The cooperation between ichthyologists, divers, underwater photographers and especially fishermen offers a great opportunity to monitor the fish fauna of the area. This cooperation was crucial in discovering new species for the area but also for the detection of many rare and less-known fish species. The increasing number of fish (and invertebrate species, as well) should be attributed to new research approaches and field techniques (Lipej and Dulčić 2004). The observations of marine biodiversity in situ allow marine biologists to study coastal fish communities in their native habitats. Nowadays, the marine fauna and flora, and habitat types as well, could be sampled by non-destructive techniques such as the visual census method (Harmelin 1987, Harmelin-Vivien et Francour 1992). Linear visual transects are generally conducted by pairs of skilled biologists - divers.

The use of such techniques allows identifying new species and specially cryptobenthic species, which are generally hidden under stones, in cracks, crevices and cavities in rocky habitats. Such fish species are mainly representatives of coastal fish families such as clingfishes (Gobiesocidae), gobies (Gobiidae) and blennies (Blenniidae).

Tropicalisation

One of the reasons known to cause the increase of species in the area is biotic globalisation. In this respect we can discriminate between two causes: the first is related to the phenomena of meridionalisation (also tropicalisation), the other to bioinvasion. Meridionalisation is a temperature related factor, which affects the changes in fish species distribution. Some warm water fish species were recorded to spread from southern to northern areas. Such changes in species distribution due to temperature fluctuations were reported for different parts of the Mediterranean (see Francour et al. 1994) and also in the Adriatic Sea (Dulčić *et al.* 1999, Lipej and Dulčić 2004). Changes in fish distributions are a good indicator of the effect of temperature change, since fishes are unable to regulate their temperature independently of the surrounding water (Stebbing *et al.* 2002). One of the tropicalisation indicators is the triggerfish (*Balistes carolinensis*), which has been occurring regularly along the Adriatic Sea. The other typical faunistic element of tropicalisation is the ornate wrasse (*Thalassoma pavo*), which is slowly approaching the northern parts of the Adriatic Sea. In September 2008, it was recorded for the very first time in waters off Pula. In the last decade, there has been an evidence of regular occurrence of the dolphin fish (*Coryphaena hippurus*), a fish species previously considered a Southern Adriatic species. According to some biologists, working in the field of marine fisheries, an ongoing trend of species replacement has been noticed by fishermen, evidenced by the decrease in sardine stock *Sardina pilchardus* and increase of *Sardinella aurita* abun-

dance. The latter seems to be an indicator of water warming in the Mediterranean Sea (sensu Sabates *et al.* 2006).

Bioinvasion

Bioinvasion is a recent process, which could be related to different factors. It refers to a (non-indigenous) newcomer species, which originates from other biogeographical province, and when the area of species distribution is disjunct. One of the main factors (although not the only one) is again the temperature. However, there are different other factors that can facilitate the introduction such as salinity, other hydrological conditions, unsaturated ecological niches and others. The non-indigenous species could have arrived in the new area from the Erythrean province through the Suez Canal. This process is known as Lessepsian migration, named after Ferdinand Marie De Lesseps, a French engineer responsible for the construction of Suez Canal (1859-1869). The temperature is the most important abiotic factor in determining the dispersal of Lessepsian fish. There are many Lessepsian organisms known to occur in the Adriatic Sea. Of the 14 Lessepsian migrants that were recorded in the Adriatic, *Fistularia commersonii* and *Siganus luridus* proved to be successful invaders for its southern part.

Other important vectors of introduction such as mariculture, ballast waters and ballast sediments are of minor importance in delivering new fish species to the area. However, in the case of the first record of *Chrysiptera cyanea* in the Adriatic sea the most probable vector of introduction is aquaculture. In fact, *C. cyanea* is one amongst the most popular tropical marine fishes among aquarists.

In the period of 2010-2015, fourteen new fish species have been recorded in the Adriatic Sea such as: *Lobotes surinamensis* (**Fig. 1**) (Dulčić and Dragičević, 2011), *Siganus luridus* (**Fig. 2**) (Poloniato *et al.*, 2010), *Paranthias furcifer* (Dulčić and Dragičević, 2013a), *Holacanthus ciliaris* (Dulčić and Dragičević, 2013b), *Elates ransonnetti* (Dulčić *et al.*, 2010), *Enchelycore anatina* (Lipej *et al.*, 2011), *Caranx rhonchus* (Kožul and Antolović, 2013), *Lagocephalus sceleratus* (**Fig. 3**) (Sulić-Šprem *et al.*, 2014), *Chrysiptera cyanea* (**Fig. 4**) (Lipej *et al.*, 2014), *Notoscopelus kroeyerii* (Isajlović, 2012), *Notoscopelus bolini* (Isajlović, 2012), *Dipturus nidaroniensis* (Isajlović, 2012), *Aulopus superciliosus* (**Fig. 5**) (Madiraca and Davidov, 2015) and *Oplegnathus fasciatus* (Ciriaco and Lipej, 2015).

Among mentioned species, shortly after their first records, second records of *L. surinamensis*, *S. luridus*, *E. anatina*, and *L. sceleratus* followed (Dulčić *et al.*, 2014a). Additionally, findings of juveniles of *Fistularia commersonii* and *Siganus luridus* and immature specimens of *Caranx crysos* in the southern Adriatic might indicate establishment of populations of these species (Dulčić *et al.*, 2013). Of all lessepsian migrants encountered in the Adriatic to this date it seems that only *F. commersonii* and *S. luridus* can be considered as successful immigrants although evidence of established

populations of these species is still sparse. Furthermore, it is unclear, whether *E. anatina* is a previously established, but overlooked inhabitant of the Adriatic Sea or only a recent immigrant. Two records of *L. sceleratus* from two distinct areas of the eastern Adriatic may indicate an early phase of colonization especially if we take into account a rather fast spreading of this species in the Mediterranean Sea (Dulčić and Dragičević, 2014). Among species which are considered rare or very rare in the Adriatic Sea, new occurrences of *Tylosurus acus imperialis* and *Ruvettus pretiosus* were recorded (Dulčić *et al.*, 2014b). Second record and northward extension was observed for *Stephanolepis diaspros* (Kapiris *et al.*, 2014). Northward extension was observed also for *L. surinamensis* (Dulčić *et al.*, 2014c). Species such as *Notoscopelus kroeyerii* (probably first record for the Mediterranean sea), *Notoscopelus bolini* and *Dipturus nidarosiensis* were observed for the first time in the Adriatic Sea. This is probably the second record of *D. nidarosiensis* for the Mediterranean Sea, the first one was near Sardinian coast (Central Western Mediterranean Sea) (Cannas *et al.*, 2010). *Notoscopelus kroeyerii* was, until now, only recorded in the Atlantic Ocean between the Arctic Circle and 37°N in the east and between 60°N and 40°N in the west (Hulley, 1984).

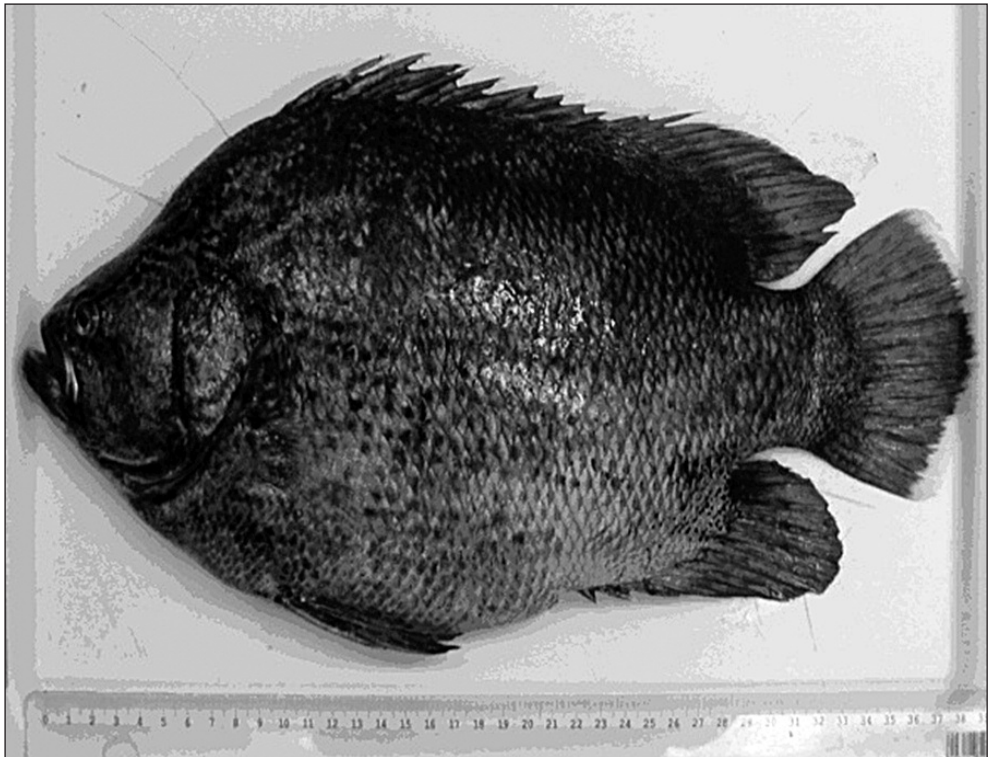


Fig. 1

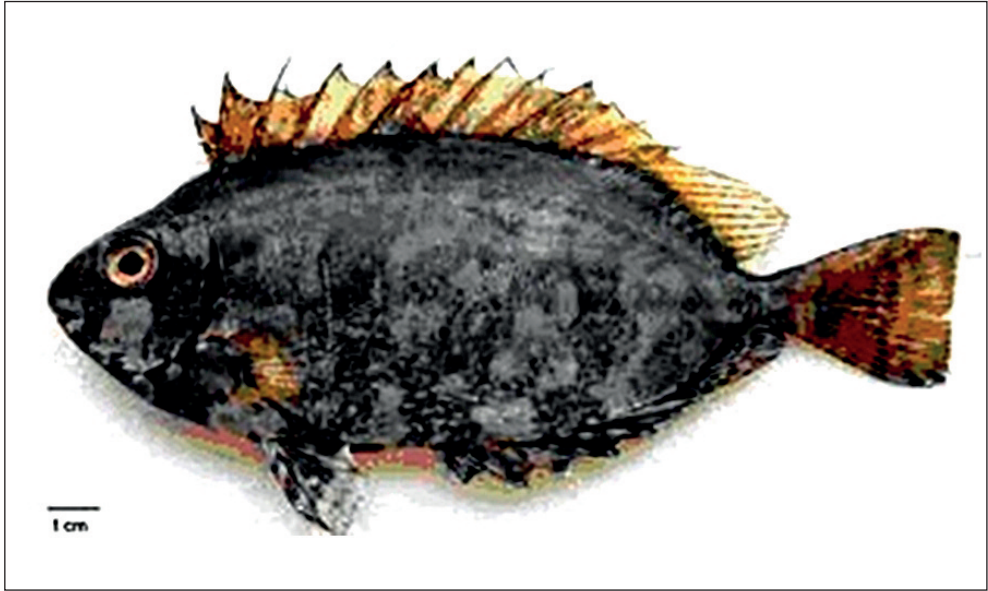


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

5. Conservation of the Adriatic Ichthyofauna

Red list

In the Adriatic sea a Red book of sea fishes was published only in Croatia (Jardas *et al.*, 2008). Authors are dealing with 123 species taxa which represents roughly 27% of all Adriatic fish species. Three species, *Accipenser sturio*, *Argyrosomus regius* and *Squatina oculata* are considered as regionally extinct species. Five species, four sharks and one ray such as *Squatina squatina*, *Isurus oxyrinchus*, *Lamna nasus*, *Carcharias taurus* and *Dipturus batis*, were listed as critically endangered species. Another five sharks such as *Carcharodon carcharias*, *Cetorhinus maximus*, *Galeorhinus galeus*, *Oxynotus centrina* and *Carcharhinus plumbeus* were listed as endangered species, together with three bony fishes such as *Aphanius fasciatus*, *Epinephelus marginatus* and *Alosa fallax*.

The other three group of evaluated fish species are more or less equally distributed in IUCN categories such as near threatened, least concern and data deficient. In comparison with the regional (Mediterranean) Red list status the percentage of endangered species (in categories such as critically endangered, endangered and vulnerable species) is considerably higher in the Adriatic Sea than in the whole region (according to Abdul Malak *et al.*, 2011) (Figure 5).

Since only a quarter of all Adriatic fish species were evaluated in term of vulnerability points out the fact that the great majority of Adriatic ichthyofauna is rather poor studied. This is especially true for mesopelagic and bathypelagic species, cryptobenthic species and vagrant species. In addition, some species were recorded only in single or few occasions. Finally, some species were not recorded for more than fifty years, some of which rise some doubts about their recent occurrence in the Adriatic Sea. Such is the case of the blenny *Salaria basilisca*, which was recorded only once in Piran northern Adriatic Sea, Slovenia (Dulčić *et al.*, 2005). The final number of Adriatic fish species should be therefore threat with caution and referred as the number of fish species up to date recorded in the Adriatic Sea.

Protected areas

Worldwide experience has shown that introducing MPAs (Marine Protected Areas) into fisheries management has numerous benefits: protection and preservation of ecosystem structure, function and integrity, habitat and biodiversity protection (prevent loss of species, restore population size and age structure, restore community composition and protect population genetic structures from fisheries selection), protection of ecological processes (maintain abundance of keystone species, prevent cascading ecosystem effects, maintain the trophic structure and ensure ecosystem resilience), but also improvement of fisheries through increased abundance of otherwise overfished stocks, increased spawning potential and spillover of juveniles and adults and, finally,

enhancement and diversification of economic opportunities (Stagličić, 2013 and references therein).

Legislation in Marine Fisheries

A large number of fish is protected in various ways by legal measures for fish and other marine organism conservation by Sea Fishery Act of the Republic of Croatia. The regulation includes 60 fish species inhabiting the pelagic waters, trawling grounds or coastal area. On that way, we try to protect population not reproductively mature. Other measures are: close season, close areas, temporary fishing prohibition, and control of harmful fishing gear, mesh size. Also, in Croatia there are several areas, which are declared as special habitats, parks, or marine protected areas as Kornati, Mljet and Jabuka Pit.

6. Threats to Adriatic Ichthyofauna

The annual catch of fish and other sea organisms in the Adriatic Sea, it comprise about 15% of the total catch in Mediterranean (Matić-Skoko et al., 2011). From 1983 there was a constant decline in quantity of fish caught. The largest biomass in the eastern Adriatic commercial catch is made up of small pelagic fish (> 50% of total catch), comprised of only few species comprise the greatest share. Another hundred or so other species have certain economic significance, as well. During the last 20 years demersal fishing takes more significant place due greater profitability and higher market prices of so called white fishes. Coastal waters are one of rather important fishing grounds of the eastern Adriatic Sea. The area is the most productive Adriatic zone owing to the vicinity of the land and fresh water inflows.

Changes in the communities of fish and edible invertebrates, manifested as changes in quantitative and qualitative catch structure, are due to various reasons, particularly to that intensive fishing. In fact, Adriatic Sea is one of the most productive and most exploited regions in Mediterranean. Although by its surface area the Adriatic is small sea (5.5% of M), it yields about 15% of total catch in Mediterranean. Taking into account only large vessels, there are about 8000 trawlers, purse seiners etc.

Fishing activities affect also many non-target fishes which are subject of severe by-catch in the Adriatic Sea. This is especially true for many shark and batoid species entangled in fishermen nets. There are known cases of entanglement of many rare and endangered shark species such as basking shark (*Cetorhinus maximus*), sixgill shark (*Hexanchus griseus*), common thresher shark (*Alopias vulpinus*) and many others.

On the whole, the Adriatic sea should be considered an overfished sea. This is particularly the case with the trawling grounds of the open Central Adriatic (Blitvenica, Jabuka Pit), as well as the channels, western Italian sector and the eastern coastal re-

gion Although, the strong low regulative are brought, still the application of this regulative has to be improved. Indirect damages of fishing on the environment, particularly of trawling activities, are very evident, as well.

Apart from unreasonable and uncontrolled fishing, a certain harmful influence on the coastal biological resources is the constant growing pollution of the sea, particularly in urban and industrial centres. The actual influence of pollution on ichthyofauna is hard to be estimated. While adult fishes will probably escape from polluted area, fish in early developmental stages is very vulnerable. A special problem is eutrophication, process by which the sea is enriched with nutrients stimulating primary production. The special problem is the Italian river Po, which contributes more than 50% of total inflow of nutrients in Adriatic. In open sea, eutrophication is not a problem up to a certain level, but in semi-open regions represents a threat to marine life. It can be manifested by anoxia that can cause mortality of numerous marine organisms.

Changes in environmental conditions often reverse outcomes of competitive interactions among species. Such context dependency implies that the speed, persistence, and ubiquity of anthropogenic habitat alterations may suddenly put even previously well-adapted native species at a competitive disadvantage with non-native species. That is, anthropogenic disturbance may so drastically alter environments that a native species finds itself in an environment that in key ways is just as novel as it is to a non-indigenous species. Although no thorough studies have been conducted to evaluate the impact of the colonizing fishes on local communities in the Adriatic, some observations should be emphasized. The presence of *Fistularia commersonii*, *Lagocephalus sceleratus* and *Siganus luridus* in the Adriatic sea is far from alarming but it should be noted that they could potentially have a great impact on local communities.

References

- Abdul Malak, D. *et al.* 2011. *Overview of the Conservation Status of the Marine Fishes of the Mediterranean Sea*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN. vii + 61 pp.
- Allen, M.J. & G. Smith, 1988. *Atlas and Zoogeography of Common Fishes in the Bering Sea and Northeastern Pacific*. NOAA Technical Report NMFS 66. 151 pp.
- Cannas, R., Follésa, M. C., Cabiddu, S., Porcu, C., Salvadori, S., Iglésias, S.P., Deiana, A.M. and A. Cau, 2010. Molecular and morphological evidence of the occurrence of the Norwegian skate *Dipturus nidarosiensis* (Storm, 1881) in the Mediterranean Sea. *Marine Biology Research*, 6 (4), 341-350.
- Ciriaco, S. & L. Lipej, 2015. First record of *Oplegnathus fasciatus* from Italy and the Adriatic Sea, In: Crocetta *et al.*: *New Mediterranean Biodiversity Records* (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16/3, 682-702.
- Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, Kaschner K, Ben Rais Lasram F, Aguzzi J, *et al.* 2010. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS ONE* 5(8): e11842. doi:10.1371/journal.pone.0011842

- Dulčić, J., Grbec, B., Lipej, 1999. Information on the Adriatic ichthyofauna - effect of water warming? *Acta Adriatica*, 40, 2, 33-43.
- Dulčić, J. & Grbec, B. 2000. Climate change and Adriatic ichthyofauna. *Fisheries and Oceanography*, 9(2), 187-191,
- Dulčić, J., Ahnelt, H. & A. Pallaoro, 2005. About the record of *Salaria basilisca* (Pisces: Blenniidae) in the Adriatic Sea, in 1874. *Marine Biodiversity Records*, 12/2007; 1. DOI: 10.1017/S1755267206001333
- Dulčić J., Pallaoro A., Dragičević B. and Stagličić-Radica N., 2010. First record of dwarf flathead *Elates ransonnetii* (Platycephalidae) in the Adriatic Sea. *Cybium*, 34 (2): 222-223.
- Dulčić J. and Dragičević B., 2011a. *New fishes of the Adriatic and the Mediterranean Sea*. Institute of oceanography and fisheries / State institute for nature protection, Croatia, 160 pp.
- Dulčić J. and Dragičević B., 2011b. First record of the Atlantic tripletail, *Lobotes surinamensis* (Bloch, 1790), in the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 1385-1386.
- Dulčić J. and Dragičević B., 2013a. *Paranthias furcifer* (Perciformes: Serranidae), a new alien fish in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 82, 332-337.
- Dulčić J. and Dragičević B., 2013b. *Holacanthus ciliaris* (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Pomacanthidae), first record from the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 465-467.
- Dulčić J., Antolović N., Kožul V., Dragičević B. and Lipej L., 2013. First records of juveniles of two Lessepsian migrants, *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838 and *Siganus luridus* (Rüppell, 1829), in the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 3, 661-662.
- Dulčić, J. and B. Dragičević, 2014. Occurrence of Lessepsian migrant *Lagocephalus sceleratus* (Tetraodontidae) in the Adriatic Sea. *Cybium*, 38 (3), 238-240.
- Dulčić, J., Dragičević, B., Antolović, N., Sulčić-Šprem, J., Kožul, V., Grgičević, R., 2014a. Additional records of *Lobotes surinamensis*, *Caranx crysos*, *Enchelycore anatina*, and *Lagocephalus sceleratus* (Actinopterygii) in the Adriatic Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44, 71-74.
- Dulčić, J., Dragičević, B., Pavičić, M., Ikica, Z., Joksimović, A., Marković, O., 2014b: Additional records of non-indigenous, rare and less known fishes in the eastern Adriatic. *Annales Ser. Historia Naturalis*, 24, 17-22.
- Dulčić, J., Dragičević, B., Lipej, L., Štifanić, M., 2014c: Range extension of tripletail *Lobotes surinamensis* (Lobotidae) in the Adriatic Sea. A northernmost record in the Mediterranean. *Cybium*, 38, 153-154.
- Francour, P., C.F. Boudouresque, J.G. Harmelin, M.L. Harmelin-Vivien, 1994. Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Mar. Poll. Bull* 28 (9), 523-526
- Gačić, M., P.M. Poulain, M. Zore-Armanda and V. Barale. 2001. Chapter 1: Overview. In *Physical oceanography of the Adriatic Sea Past, present and future*, Cushman-Roisin et al., eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1-44.
- Harmelin, J. G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France). *P.S.Z.N.I. Marine Ecology*, 8: 263-284.
- Harmelin-Vivien, M.L., Francour, P., 1992. Trawling or Visual Censuses-Methodological Bias in the Assessment of Fish Populations in Seagrass Beds. *Mar. Ecol. Pub. Sta. Zool. Napoli I* 13, 41-51.
- Hedgpeth, J. W. 1957. Classification of marine environments. *Treatise on marine ecology and paleoecology*, p. 17-27. *Geol. Soc. Am. Mem.* 67(1) In: Allen, M.J. & G. Smith, 1988. Atlas and

Zoogeography of Common Fishes in the Bering Sea and Northeastern Pacific. NOAA Technical Report NMFS 66. 151 pp.

Hulley, P.A., 1984. *Myctophidae*. p. 429-483. In: P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Vol. 1.

Isajlović, I. 2012. *Community composition and population structure of commercially most important species in the deep Adriatic*. Ph.D. Thesis, University of Zagreb, 250 pp. (in Croatian)

Jardas I., 1996. *Adriatic ichthyofauna*. Školska knjiga, Zagreb, 533 pp.

Jardas, I., Pallaoro, A., Vrgoč, N., Jukić-Peladić, S., Dadić, V. 2008. Crvena knjiga morskih riba Hrvatske (Red book of sea fishes of Croatia). Ministry of Culture, State Institute for Nature Protection, Republic of Croatia, Zagreb, 396 pp.

Kožul V. and Antolović N., 2013. Occurrence of the false scad, *Caranx rhonchus* Geoffroy Saint-Hilaire, 1817 in the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 449-450.

Lipej, L., Dulčić, J. 2004. The current status of Adriatic fish biodiversity. V: Griffiths, H. I. (ur.), Kryštufek, B. (ur.), Reed, J. M. (ur.). *Balkan biodiversity : pattern and process in the European hotspot*. Dordrecht; London: Kluwer Academic, 2004, 291-306.

Lipej, L., Dulčić, J. 2010. Checklist of the Adriatic sea fishes. *Zootaxa*, Vol. 2589, pp. 1-92.

Lipej L., Furlan B., Antolović N., Golani D. and Dulčić J., 2011. The first record of fangtooth moray *Enchelycore anatina* (Lowe, 1839) in the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 1387-1389.

Lipej, L., Mavrič, B., Orlando-Bonaca, M., Malej, A. 2012. State of the art of the marine non-indigenous flora and fauna in Slovenia. *Mediterranean Marine Science*, 13, 243-249.

Lipej, L., Mavrič, B., Dulčić, J. 2014. Northernmost record of the reticulated leather jacket *Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940 in the Mediterranean Sea. In Kapiris et al., New Mediterranean Marine biodiversity records (April, 2014). *Mediterranean Marine Science*, 15/1, 198-212

Lipej, L., Mavrič, M., Dulčić, J., 2014. First record of *Chrysiptera cyanea* in the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 30, 1053-1055.

Madiraca, F. & B. Davidov. 2015. The first record of the bigeye thresher shark, *Alopias superciliosus* (Elasmobranchii: Lamniformes: Alopiidae) in the Adriatic Sea. In: Tsiamis *et al.* (2015) New Mediterranean Biodiversity Records (July 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16/2, 474-475.

Matić-Skoko, S., N. Stagličić, M. Kraljević, A. Pallaoro, P. Tutman, B. Dragičević, R. Grgičević and J. Dulčić, 2011. Croatian artisanal fisheries and the state of its littoral resources on the doorstep of entering the EU: effectiveness of conventional management and perspectives for the future. *Acta Adriat.*, 52(1): 87-100.

Pećarević, M., J. Mikuš, A. Bratoš Cetinić, J. Dulčić & M. Čalić, 2013. Introduced marine species in Croatian waters (Eastern Adriatic Sea). *Mediterranean Marine Science*, 14/1, 224-237.

Poloniato D., Ciriaco S., Odorico R., Dulčić J. and Lipej L., 2010. First record of the dusky spinefoot *Siganus luridus* (Rüppell, 1828) in the Adriatic Sea. *Annales for Istrian and Mediterranean Studies Series Historia Naturalis*, 20 (2), 161-166.

Psomadakis, P.N., S. Giustino & M. Vacchi, 2012. Mediterranean fish biodiversity: an updated inventory with focus on the Ligurian and Tyrrhenian seas. *Zootaxa* 3263: 1-46.

Sabates, A., P. Martin, J. Lloret, V. Raya, 2006. Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology* 12: 2209-2219.

Stagličić, N. 2013. Assessing the effectiveness of marine protected areas in the eastern Adriatic. PhD thesis, University of Split and Dubrovnik, Croatia. 198 pp. (In Croatian)

Stebbing, A.R.D., S.M.T. Turk, A. Wheeler, K. R. Clarke, 2002. Immigration of southern fish species to south-west England linked to warming of the North Atlantic (1960-2001). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 82: 177-180.

Sulić-Šprem, J., Dobrosravić, T., Kožul, V., Kuzman, A., Dulčić, J., 2014: First record of a Lessepsian migrant *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) (Actinopterygii: Tetraodontidae) in the Adriatic Sea (Croatian coast). *Cybium*, 38, 147-148.

Šoljan T. 1949. Ribe Jadrana (Pisces). Fauna et flora adriatica (Institut za oceanografiju i ribarstvo FNRJ), Vol. 1, Split.

Zenetos, A., S. Gofas, M. Verlaque, M.E. Inar, J.E. García Raso, C.N. Bianchi, C. Morri, E. Azzurro, M. Bilecenoglu, C. Frogliã, I. Siokou, D. Violanti, A. Sfriso, G. San Mart, A. Giangrande, T. Kata An, E. Ballesteros, A. Ramos-Esplà, F. Mastrototaro, O. Oca, A. Zingone, M.C. Gambi & N. Streftaris. 2010. Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Mediterranean Marine Science*, 11/2, 381-493.

Le iniziative di protezione e ripopolamento delle risorse ittiche

di Alessandra Spagnolo, Gianna Fabi, Angela Santelli

CNR-ISMAR UOS Ancona

Abstract

Fishery resources have been affected by a strong decrease in the Mediterranean Sea due to fishing effort, anthropogenic and natural factors such as pollution, environmental changes, etc.

Up to date most of tools aimed to recover depleted stocks have regarded restricted measures for fisheries, both at national and European level. Other interventions is the institution of Marine Protected Areas, Biological Protected Zones and Fisheries Restricted Areas. Artificial reefs represent a further opportunity to enhance productivity, realizing suitable habitats for different species. Recently, a new conception of eco-engineering related to the marine environment takes into account the ecosystem complexity. Following this concept underwater engineered infrastructures such as wind farms, pipelines or docks could be eco-designed to increase biodiversity of coastal areas.

In Mediterraneo molti stock ittici hanno subito un forte decremento, come dimostrato sia dall'andamento delle catture commerciali che dai risultati dei survey sperimentali che vengono effettuati ormai da decenni per valutare le risorse ittiche. Da un'indagine condotta da Bombace e Grati (2007) è emerso che dal 1969 al 2003 la cattura media annua delle risorse demersali nei mari italiani ha avuto un decremento di circa il 30% contemporaneamente a un aumento dello sforzo di pesca di circa il 61%. Attraverso una serie storica di dati di oltre 40 anni (Bombace, 2014) è stato confermato un intenso sfruttamento delle risorse a partire dal 1985 che non hanno mostrato segnali di ripresa.

Il decremento delle risorse è sicuramente dovuto in buona parte alla pesca, ma è legato anche ad altri fattori sia di origine antropica che naturale. Tra i primi l'inquinamento è sicuramente il più importante. Circa il 50% dell'alterazione delle acque superficiali è determinata dall'agricoltura, con i pesticidi e i loro derivati tra gli agenti più devastanti degli ecosistemi acquatici e degli organismi poiché il loro impatto riguarda tutti i livelli della rete trofica (Duursma e Marchand, 1974). Anche gli scarichi urbani e industriali contribuiscono pesantemente all'inquinamento dell'ambiente marino, così come gli sversamenti accidentali di petrolio e derivati, il rilascio di plastiche, ecc. (Shahidul e Tanaka, 2004).

Altri fattori che possono influire sugli stock ittici sono quelli naturali, come i cambiamenti climatici (variazioni in temperatura, salinità, ecc.) che rendono delle aree meno idonee per certi organismi e più idonee per altri andando ad influire sul reclutamento o sulle risorse alimentari delle specie oggetto di pesca. Gebec *et al.* (2002), ad esempio, hanno evidenziato una correlazione tra le variabili idroclimatiche e l'abbondanza dei piccoli pelagici nel versante orientale dell'Adriatico.

Fino ad ora la maggior parte degli interventi volti al recupero degli stock ittici sono consistiti in misure restrittive per la pesca, prima a livello nazionale e, da circa un decennio, a livello europeo (es.: Regolamento CE n. 1967/2006). Tali misure sono volte a ridurre lo sforzo di pesca diminuendo il numero di imbarcazioni e delle giornate di pesca consentite e, nel caso di alcune attività, riducendo la quantità degli attrezzi. A livello nazionale, ad esempio, vi è l'arresto temporaneo obbligatorio delle attività di pesca con il sistema strascico (ultimo Decreto n. 11732 del 07/07/2016). Attenzione è volta anche alla riduzione del by-catch (es.: DM 5 aprile 2016 sulle catture accessorie di tonno rosso).

A livello europeo (Reg. CE n. 1967/2006), invece, tra altre numerose misure vi sono il divieto di pesca al traino sul fondo entro la fascia costiera (3 miglia nautiche dalla costa o isobata dei 50 m) e il divieto di pesca con reti da traino, draghe, sciabiche da spiaggia e reti analoghe su habitat sensibili (coralligeno letti di maerl, ecc). Inoltre, già dal 2005 il GFCM (General Fisheries Commission for the Mediterranean) ha preso la decisione di proibire le attività di pesca a strascico oltre i 1000 m di profondità per proteggere gli ambienti bentonici profondi del Mediterraneo e Mar Nero.

Altri interventi sono indirizzati ad aree particolarmente sensibili in quanto costituiscono spawning o nursery areas proteggendole ed evitandone il sovrasfruttamento. Ciò avviene tramite l'attuazione di "Aree Marine Protette" (MPA), "Zone di Tutela Biologica" (ZTB) e "Fisheries Restricted Areas" (FRAs).

Aree Marine Protette

Le Aree Marine Protette, istituite dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, costituiscono dei potenziali "serbatoi" di riproduttori e/o giovanili e consentono la conservazione delle diversità biologica in zone particolarmente ricche in specie ma delicate e dunque vulnerabili alla pressione antropica.

Attualmente lungo la costa adriatica occidentale vi sono 4 AMP istituite (Miramare, Torre del Cerrano, Area Tremiti e Torre Guaceto) e 3 proposte (Parco del Monte Conero, Costa del Piceno e Penisola Salentina), mentre lungo la costa orientale sono presenti 12 siti tra Parchi naturali, Riserve marine, ecc. Altre 23 MPA sono dislocate tra mar Ligure, Tirreno, coste siciliane e coste sarde.

Ogni area è generalmente suddivisa in tre tipologie di zona, distinte sulla base del diverso grado di tutela: la Zona A, generalmente la meno estesa, è una riserva inte-

grale in cui sono vietate tutte le attività che possono recare danno o disturbo all'ambiente marino; di solito vi sono consentite solo le attività di ricerca e di servizio. La Zona B è una riserva generale in cui sono permesse attività che influiscono con il minor impatto possibile sull'ambiente. La Zona C, infine, è una riserva parziale e rappresenta la "fascia tampone" tra le zone di maggior valore naturalistico e i settori esterni all'area marina protetta; qui le attività sono decise e regolamentate dall'Ente Gestore e, comunque, devono avere un modesto impatto ambientale.

L'istituzione di una AMP è spesso considerata negativamente dai vari attori economici che operano nella zona, quali ad esempio pescatori professionali e ricreazionali, diportisti, a causa dei divieti imposti; per tale motivo è necessario istituire un rapporto corretto tra Ente Gestore e i vari fruitori per la condivisione sia delle regole che delle potenzialità di sviluppo dell'AMP in accordo con il rispetto dell'ambiente, al fine di convergere verso una cultura di "mare protetto" a beneficio dell'intera comunità e delle generazioni future.

Zone di Tutela Biologica

Le ZTB rappresentano delle misure gestionali volte alla conservazione degli stock ittici. Si tratta di aree di riproduzione o primo accrescimento di specie di importanza economica o i cui stock siano impoveriti. La loro istituzione da parte del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (L. 963/65; DPR 1639/98 e succ. mod.) avviene nel contesto della gestione delle risorse ittiche con lo scopo non tanto di tutelare gli ecosistemi naturali, quanto di salvaguardare le risorse ivi presenti: infatti, nelle ZTB è previsto solo il divieto di alcune attività di pesca e non una gestione attiva che includa azioni di sviluppo.

Dal 1998 a oggi in Italia sono state istituite 14 ZTB di cui 9 in Adriatico (Miramare, Tenue Chioggia, Porto Falconera-Caorle, Fuori Ravenna, Paguro, Barbare, Fossa di Pomo, Area Tremiti, Al largo delle coste della Puglia) e 5 in Tirreno (Area prospiciente Amantea, Area Penisola Sorrentina, Banco di Santa Croce, Al largo delle coste meridionali del Lazio, Al largo delle coste dell'Argentario).

All'interno delle ZTB sono vietati la pesca del novellame di tutte le specie ittiche per tutto l'anno e l'esercizio di tutte le forme di pesca professionale, sportiva e ricreativa, inclusa la pesca subacquea se non esplicitamente consentita. Tuttavia, eccetto la ZTB Porto Falconera-Caorle, in cui vige il divieto assoluto di tutte le forme di pesca, nelle altre esistono concessioni specifiche riguardanti sia la pesca professionale che sportiva. Ad esempio, nella ZTB Barbare, situata al largo di Ancona, per quanto concerne la pesca professionale è consentito l'uso di reti da posta, reti a circuizione, nasse e palangari, ma solo di superficie, mentre per la pesca ricreazionale è consentito l'utilizzo di un massimo di 5 ami per pescatore.

Fisheries Restricted Areas

Le FRAs sono aree istituite in Mediterraneo per la conservazione e la gestione delle risorse della pesca mediante un approccio ecosistemico. Sono soggette a divieti in termini spaziali e temporali derivati sia dalla UE che dalle Istituzioni nazionali volte a proteggere le specie e gli habitat marini dalle attività di pesca. Dal 2006 a oggi in Mediterraneo sono state istituite 4 FRAs di cui solo 1 in Italia (Santa Maria di Leuca), dove è vietata la pesca con attrezzi al traino sul fondo (reti a strascico, rapidi, ecc.) per preservare un ecosistema a coralli.

Esistono poi altri interventi che non prevedono particolari restrizioni agli operatori della pesca ma, piuttosto, sono volti ad incrementare e diversificare le risorse presenti nella fascia costiera e pertanto principalmente indirizzati al mondo della piccola pesca e, più in generale, a tutti i fruitori di queste aree (pescatori professionali e ricreazionali, maricoltori, diving, ecc.). Si tratta delle “Barriere artificiali”.

Barriere artificiali

Le barriere artificiali rappresentano degli interventi di ingegneria ecologica volti a incrementare la produttività dell’ambiente marino costruendo habitat idonei alle diverse specie ittiche; si tratta delle cosiddette “case per i pesci”. Si tratta di corpi naturali o artificiali sommersi (o parzialmente esposti alla marea), depositi sul fondo marino in ordine sparso o opportunamente assemblati per riprodurre alcune funzioni degli ambienti rocciosi naturali, come protezione, ripristino di habitat danneggiati, concentrazione e/o incremento delle risorse acquatiche. Il termine non include strutture sommerse come isole artificiali, cavi, condotte sottomarine, piattaforme di estrazione offshore, ancoraggi e scogliere frangiflutto per la protezione delle coste (Fabi *et al.*, 2015).

Questi impianti sono utilizzati in tutto il mondo per attrarre pesce e facilitarne le catture. In Mediterraneo i primi furono inconsapevolmente realizzati almeno 1500 anni fa in Sicilia, rappresentati dalle rocce utilizzate come ancore delle reti per la cattura del tonno che venivano abbandonate alla fine della stagione di pesca. Queste rocce, accumulate sul fondale, nel tempo costituivano dei veri e propri habitat dove il pesce si rifugiava e venivano sfruttati dai pescatori tra una stagione di pesca del tonno e l’altra. È verosimile che anche i pescatori artigianali utilizzassero tale pratica in altre parti del mondo (Simard, 1995).

Il concetto moderno di barriere artificiali fu sviluppato dapprima in Giappone nella metà del 17° secolo, negli Stati Uniti nel 1800 e poi in Mediterraneo, nel 1900.

In Italia le prime iniziative risalgono alla prima metà degli anni ‘70 e attualmente lungo le coste italiane esistono oltre 70 barriere artificiali (Fig. 1; Fabi *et al.*, 2011; 2015), parte delle quali realizzate con il supporto del CNR-ISMAR UOS Ancona.

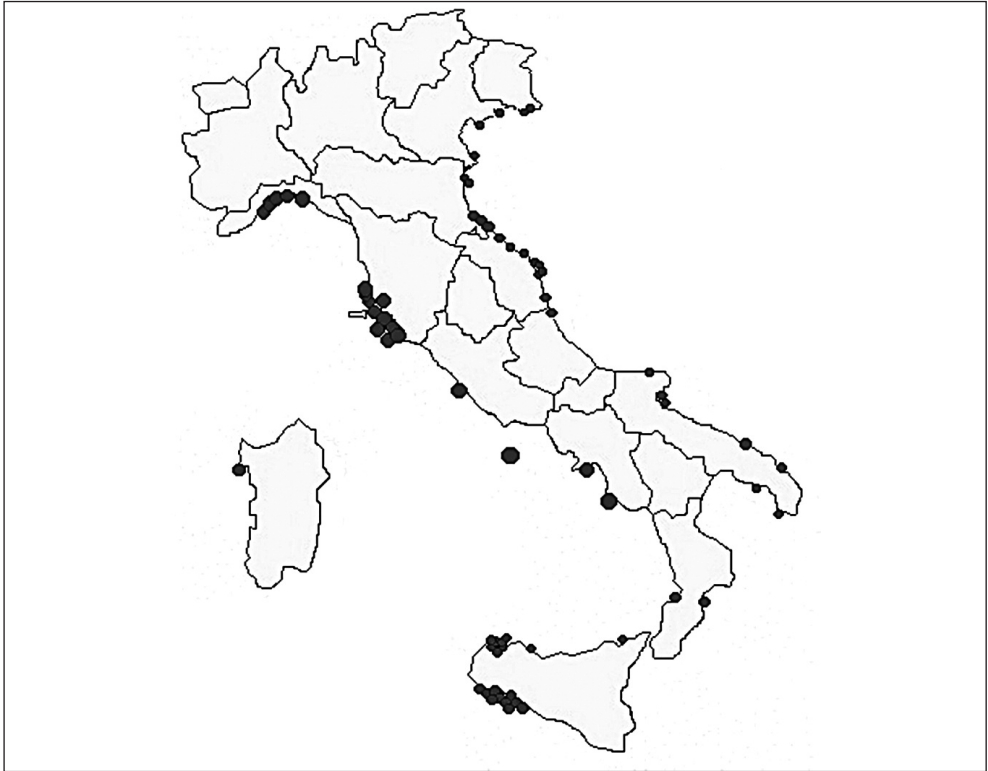


Fig. 1 - Barriere artificiali in Italia

La prima barriera artificiale italiana fu realizzata nel 1970 al largo di Varazze in Liguria (Relini, 2000) da un club di pesca sportiva; il primo esperimento condotto su base scientifica e a scala semiprofessionale risale agli anni 1974-75 nella zona di mare prospiciente Porto Recanati (medio Adriatico; Fig. 2; Bombace *et al.*, 1982; 1987; 1989; 2000). Seguirono nel 1981 gli esperimenti di Fregene (costa laziale; Ardizzone *et al.*, 2000) e del Golfo di Castellammare (Sicilia settentrionale; Riggio *et al.*, 2000).

Lo scopo primario di queste iniziative era quello di creare delle oasi di pesca protette mediante strutture artificiali che rappresentassero dei sistemi integrativi di recupero di risorse alieutiche in declino. Era pertanto necessario progettare e realizzare delle strutture che potessero essere assemblate per costruire un insieme funzionale al ripopolamento di un'area. Il corpo che meglio rispondeva ai requisiti richiesti (peso sufficiente da non essere rimosso e da impedire la pesca a strascico entro la fascia costiera, presenza di fori e anfratti per l'insediamento della fauna bentonica e di specie ittiche criptiche, forma geometrica tale da permettere l'assemblaggio di più moduli) fu identificato in un cubo in calcestruzzo avente lato di 2 m e peso di 13 t. Con que-

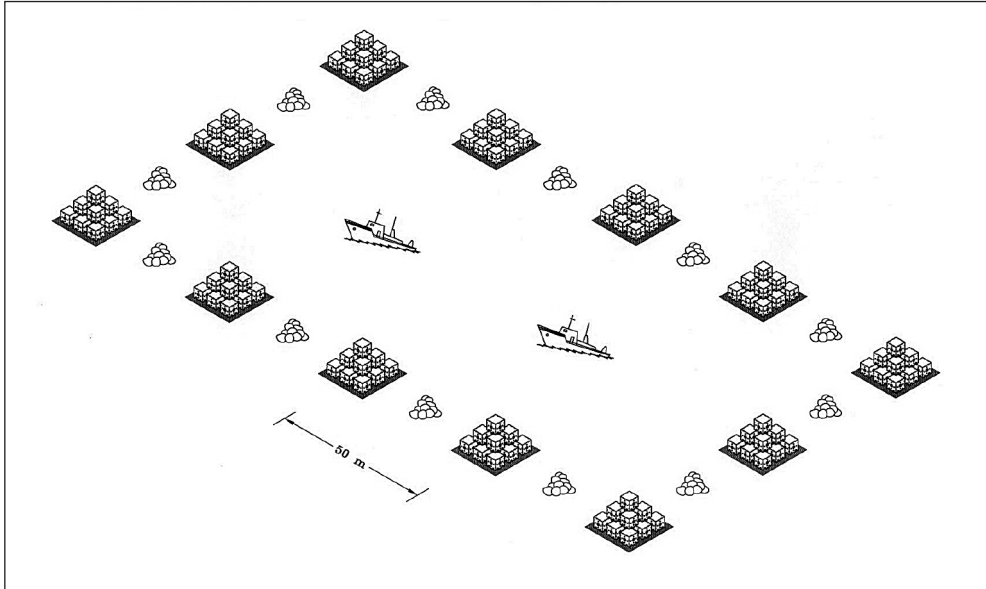


Fig. 2 - Schema della barriera artificiale di Porto Recanati (medio Adriatico) realizzata dal CNR-ISMAR UOS Ancona

sta tipologia di modulo furono realizzate delle piramidi di diversa grandezza posizionate tra i 12 e 15 m di profondità, che si sono rivelate particolarmente stabili nel tempo (Manoukian *et al.*, 2011; Fig. 3). Alcune barriere costituite da pochi moduli hanno carattere puramente scientifico, mentre altre formate da moduli articolati variamente assemblati e corpi mirati (Fig. 4) occupano aree di alcuni ettari e sono a carattere professionale o semiprofessionale.

Le numerose indagini condotte presso le barriere artificiali e in aree di controllo prive di substrati duri (es.: Bombace *et al.*, 1994; 1998; 2000; Fabi e Fiorentini, 1994; Fabi *et al.*, 1999; Scarcella *et al.*, 2015) hanno permesso di trarre alcune conclusioni sia di carattere ecologico, che in termini di rendimenti di pesca. Ad esempio è stato dimostrato che, se le strutture sono sviluppate in altezza lungo la colonna d'acqua, sono frequentate da specie ittiche ecologicamente differenti. I pesci pelagici si rinvenivano frequentemente dalle quote intermedie sino alla superficie, i necto-bentonici dalle quote intermedie sino al fondo e i bentonici in prossimità del fondale (Fig. 5).

Inoltre, fondamentale per comprendere il ruolo ecologico di una barriera artificiale è il grado di affinità delle specie nei confronti dei substrati duri. Tali specie possono infatti essere suddivise in "attratte", "parzialmente attratte" e "non attratte" (Bombace *et al.*, 1994). Le prime hanno un habitat limitato e sono strettamente dipendenti dai substrati duri. Queste specie utilizzano tali substrati, naturali o artificiali, per rifugiarsi

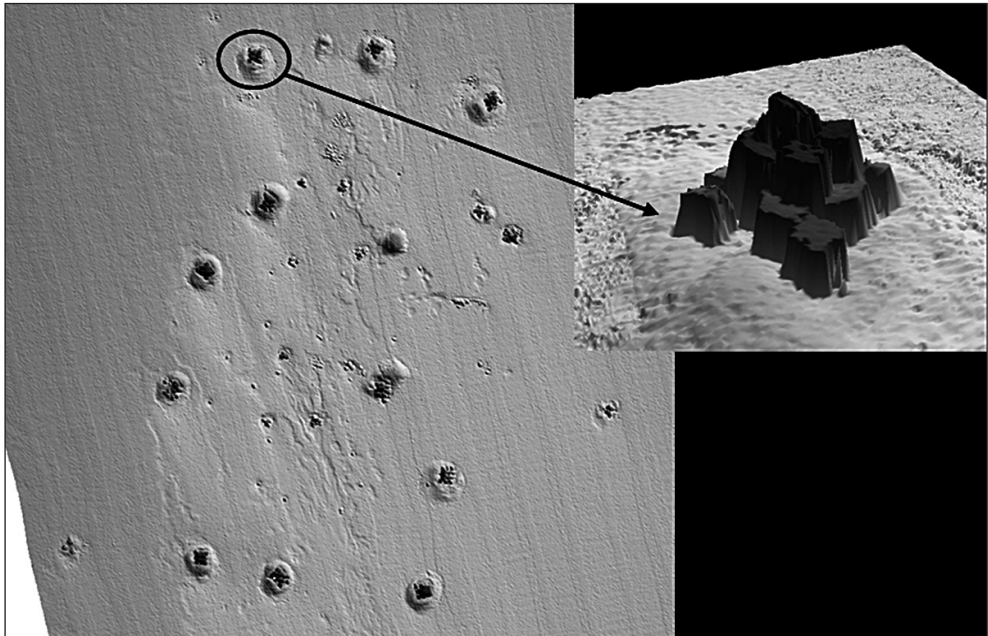


Fig. 3 - Rilievo effettuato nel 2008 con multibeam Echosounder nella barriera artificiale di Porto Recanati costruita negli anni 1974-75. Nel riquadro è riportato il particolare di una piramide intatta

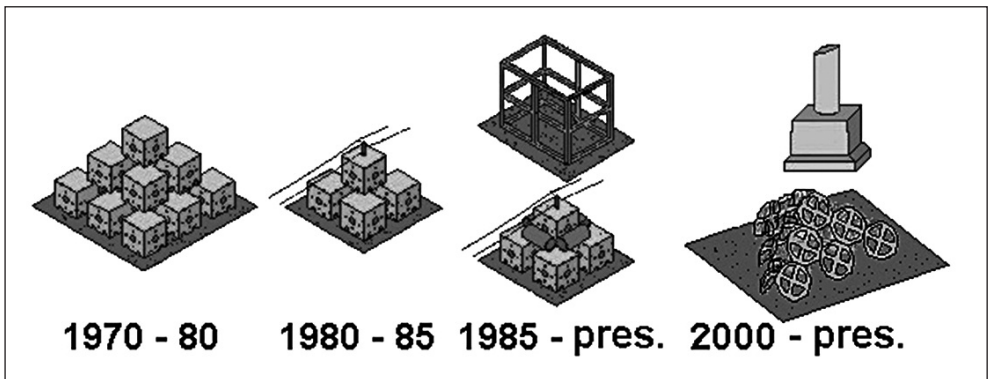


Fig. 4 - Esempi di moduli artificiali utilizzati in Italia a partire dagli anni '70

e, probabilmente, “pascolano” su di essi o nelle loro immediate vicinanze. Quelle definite “parzialmente attratte” sono generalmente specie mobili, che possono essere temporaneamente attratte dai fondi duri, ma si possono osservare anche in aree che ne sono prive. Le specie “non attratte” invece non hanno alcun rapporto con la barriera artificiale e, di norma, sono reperibili sul fondale mobile originario.

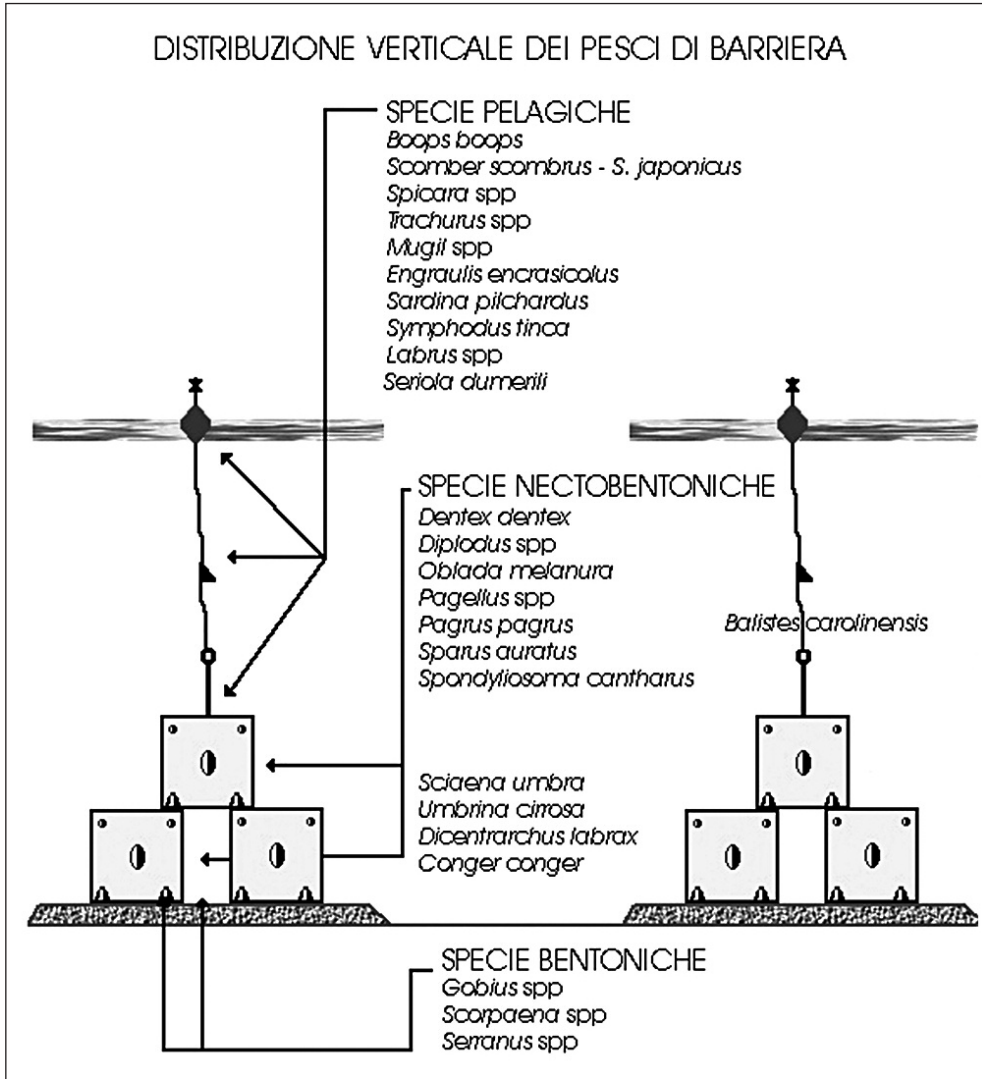


Fig. 5 - Distribuzione spaziale delle specie ittiche attorno a una struttura artificiale

Le serie storiche di dati esistenti presso il CNR-ISMAR UOS Ancona hanno permesso di rilevare che i pesci necto-bentonici rappresentano la porzione principale del popolamento ittico della barriera artificiale, rappresentati soprattutto da specie attratte o parzialmente attratte dai substrati duri (es., corvine, saraghi, ombrine); il confronto dei rendimenti di cattura (Fig. 6) con le zone di mare aperto rimane sempre a favore della barriera artificiale, analogamente a quello relativo ai bentonici attratti (es. scorfani).

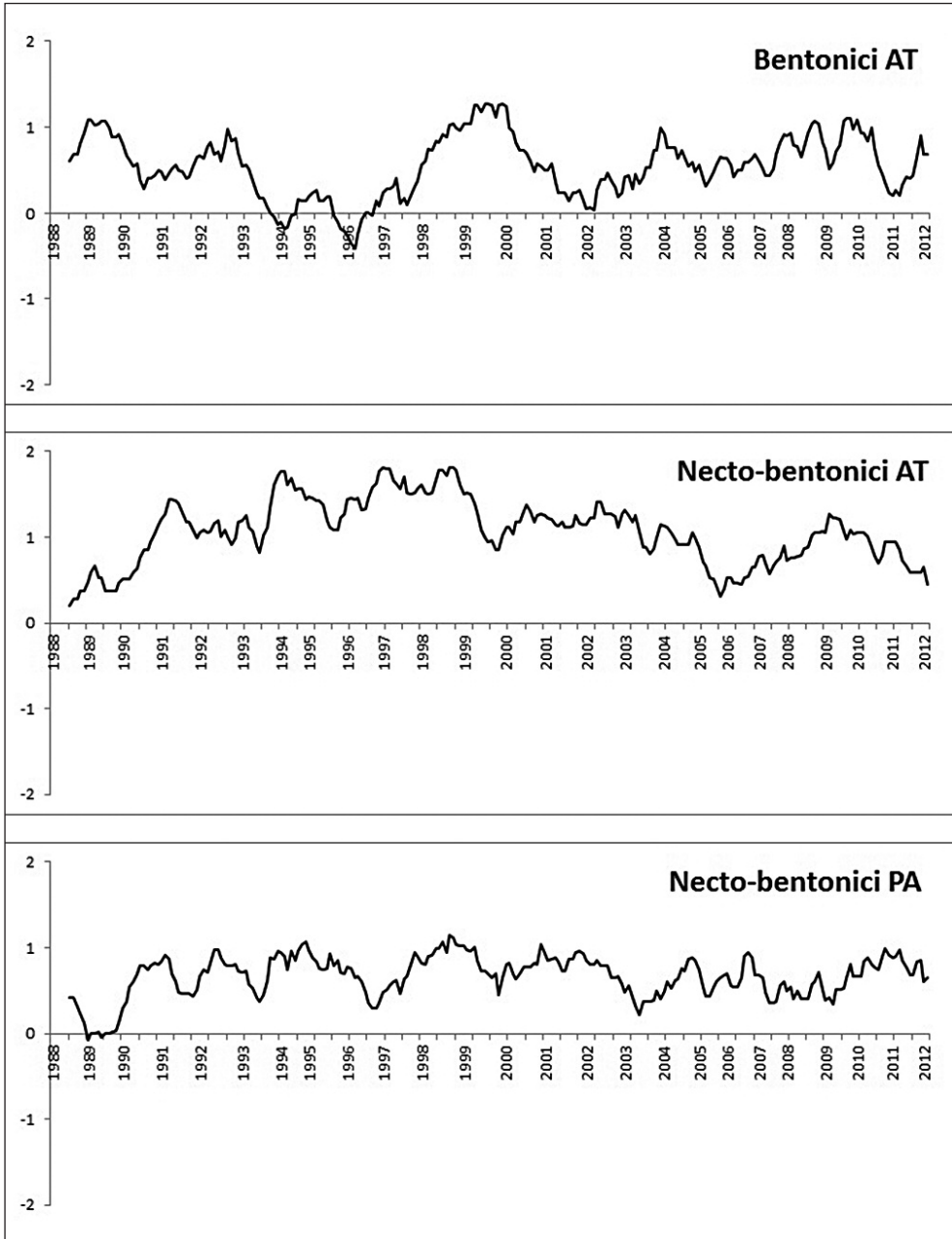


Fig. 6 - Rapporto delle catture di pesci bentonici e necto-bentonici attratti (AT) e parzialmente attratti (PA) ottenute mediante campionamenti di pesca con tremaglio presso la barriera artificiale di Cesano-Senigallia (medio Adriatico) realizzata dal CNR-ISMAR UOS Ancona e un'area di controllo priva di fondali rocciosi naturali o artificiali. Il rapporto è quasi sempre a favore della barriera

I risultati sperimentali sono stati confermati da indagini volte a valutare i rendimenti della pesca professionale. Il confronto tra le catture effettuate con reti tremaglio da pescatori professionisti presso la barriera artificiale di Cesano-Senigallia (medio Adriatico) e nell'habitat originario ha infatti dimostrato come presso l'impianto le specie siano prevalentemente necto-bentoniche e pelagiche tipiche di substrati rocciosi di pregio commerciale, mentre le catture effettuate nel fondo mobile circostante l'impianto sono rappresentate da specie non attratte dai moduli artificiali e caratteristiche dell'area (Fig. 7).

Oltre a incrementare le risorse ittiche le barriere artificiali possono dunque contribuire a ridurre i conflitti socio-economici associati allo sfruttamento delle risorse e degli spazi. Infatti, se da una parte questi impianti forniscono substrati idonei e rifugi per l'insediamento larvale e possono proteggere aree di spawning e di nursery, riducendo la mortalità naturale e da pesca e incrementando quindi le risorse, dall'altra rappresentano un'opportunità per la creazione di nuove aree di pesca e di maricoltura e per spostare parte dello sforzo di pesca da risorse usualmente sfruttate a risorse alternative.

Da un punto di vista prettamente economico, i dati raccolti presso la prima barriera artificiale realizzata a Porto Recanati (Bombace e Rossi, 1986) hanno dimostrato che i costi relativi alla realizzazione di una barriera artificiale sono stati recuperati e gli introiti triplicati nel corso dei primi 10 anni di vita dell'impianto; inoltre, il reddito netto degli addetti alla piccola pesca che operavano all'interno dell'area protetta ammontava a circa 2,5 volte quello dei pescatori che lavoravano in aree sprovviste di impianti.

Un altro importante aspetto di rilevanza ecologica delle barriere artificiali, ma con risvolti anche economici, è che mediante questi impianti è possibile creare una consapevolezza da parte dei pescatori che le risorse non sono illimitate e devono essere

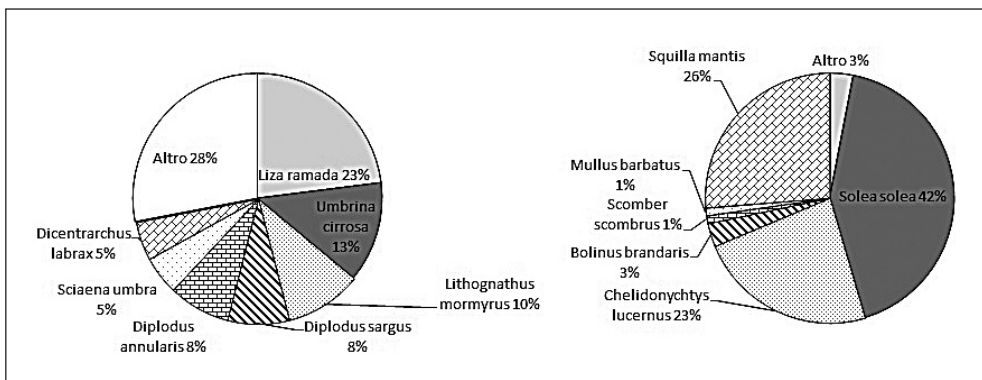


Fig. 7 - Catture professionali effettuate con rete tremaglio presso la barriera artificiale di Cesano-Senigallia (sinistra) e nell'habitat originario (destra). È evidente la diversa composizione delle catture, costituite prevalentemente da specie attratte o parzialmente attratte dai substrati duri quelle presso la barriera e da specie tipiche dei fondali mobili quelle nell'habitat originario

gestite, consentendo il passaggio dal concetto di “catch fishery” basato sulla semplice raccolta e sfruttamento delle risorse considerate illimitate, a quello di “culture fishery”, basato sull’arricchimento delle risorse marine e sul loro sfruttamento controllato.

Un’obiezione spesso sollevata a livello scientifico nei confronti delle barriere artificiali riguarda il fatto che tali strutture, attraendo e concentrando le diverse specie ittiche, ne facilitino la cattura, contribuendo così al depauperamento delle risorse oggetto di pesca. Ciò potrebbe verificarsi nel caso in cui i moduli non siano opportunamente strutturati in modo da fornire rifugio per organismi vagili di taglia diversa e superfici idonee per l’attecchimento di uova. Nel caso di barriere strutturate con moduli opportuni, si è visto invece che inizialmente si verifica un’azione di attrazione ma poi, anche in seguito alla colonizzazione dei manufatti da parte di organismi bentonici, si instaurano popolazioni di specie ittiche residenti (Fig. 8). Una volta che queste popolazioni hanno raggiunto il limite sostenibile dalla barriera, soprattutto in termini di spazio disponibile, si innesca un processo di spill-over verso le aree circostanti. Ovviamente questa evoluzione dipende in gran parte da una corretta gestione della barriera artificiale che dovrebbe essere chiusa a qualsiasi forma di sfruttamento nella fase



Fig. 8 - Barriera artificiale di Cesano-Senigallia: esemplari di sarago fasciato (*Diplodus vulgaris*) alla ricerca di cibo sulla superficie orizzontale del modulo di una piramide (foto CNR-ISMAR UOS Ancona)

iniziale e, in seguito, soggetta a misure volte a regolamentare l'utilizzo dell'impianto e delle risorse ad esso associate nello spazio e nel tempo.

Un'altra obiezione spesso mossa nei confronti delle barriere artificiali riguarda i costi elevati di queste strutture, soprattutto nel caso di barriere artificiali su ampia scala volte ad incrementare /recuperare stock ittici depauperati. Recentemente, però, si stanno anche valutando le possibilità che possono scaturire da ulteriori sviluppi dell'ingegneria ecologica applicata all'ambiente marino. Una delle idee che si sta rafforzando in tal senso consiste nel progettare grandi opere realizzate per altri scopi, come ad esempio campi eolici marini, condotte sottomarine, ponti e dighe foranee, inserendo accorgimenti tali da rendere le strutture idonee non solo allo scopo primario per cui vengono realizzate, ma anche a fungere da barriera artificiale. Queste strutture di per sé svolgono già un ruolo attrattivo nei confronti di specie con una certa affinità per i substrati rocciosi poiché incrementano l'eterogeneità spaziale dell'area in cui vengono costruite. Tuttavia, dotando le strutture di superfici addizionali, anfratti e rifugi idonei (Fig. 9), si incrementa la possibilità per molte specie di invertebrati e vertebrati di insediarsi stabilmente dando luogo a popolazioni locali e incrementando in questo modo la biodiversità dell'area. Il nuovo concetto è quello di conciliare la realizzazione di questi impianti aventi scopi primari per lo più economici (ad esempio la produzione di energia) con altri usi secondari ma altrettanto importanti; in altre parole, si vogliono massimizzare gli effetti positivi (fisici, biologici e socio-economici) sin dai primi step della progettazione per migliorare l'integrazione delle strutture con l'ambiente (Lacroix e Pioch, 2011; Pioch *et al.*, 2011).

Considerando l'estensione di tali opere, tutto ciò avrebbe una potenzialità enorme a livello ecologico, di gran lunga superiore rispetto alle singole barriere artificiali sinora realizzate.

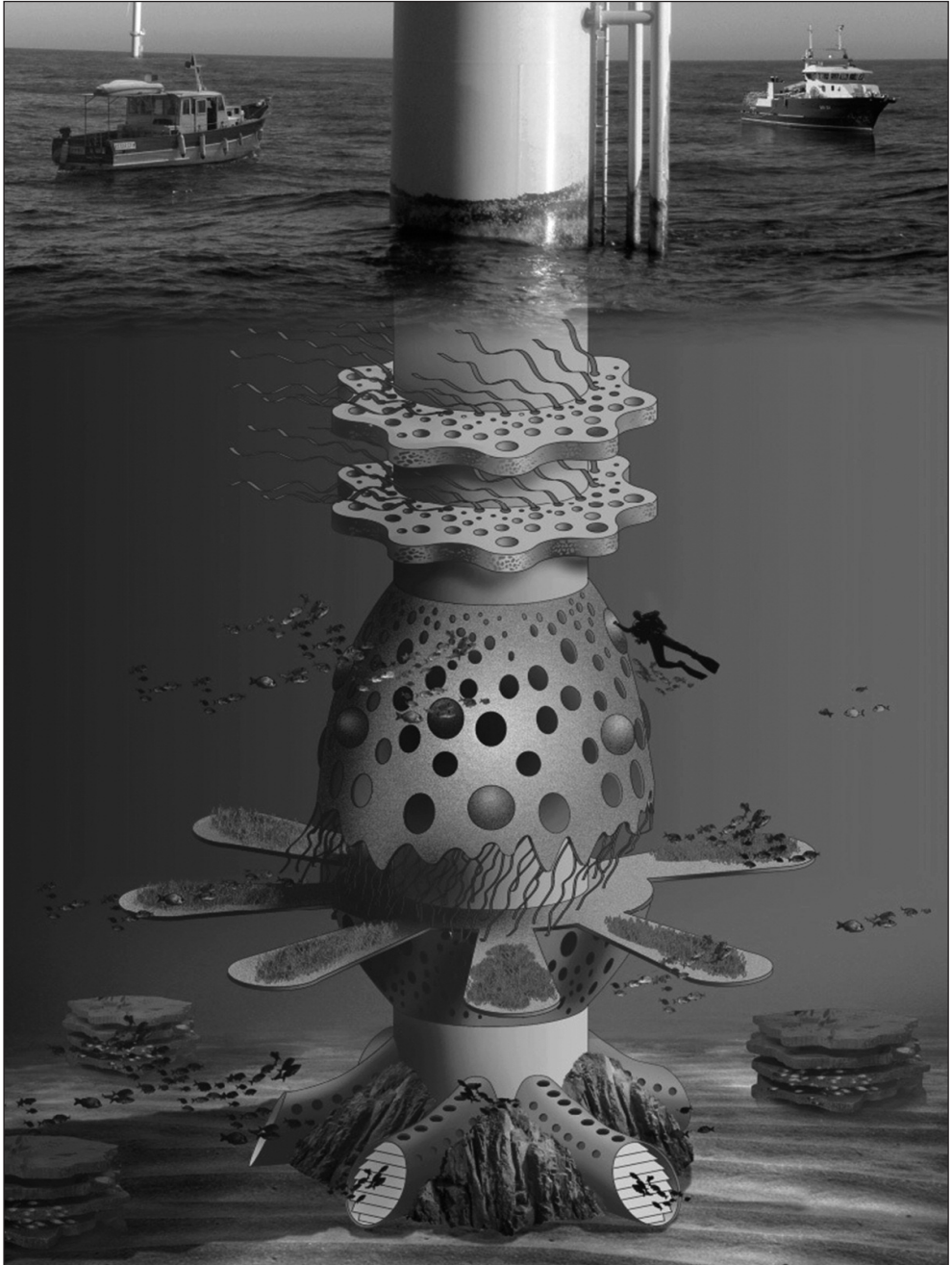


Fig. 9 - Eco-design applicato alle fondazioni di un campo eolico marino. L'aggiunta di superfici favorisce l'insediamento di invertebrati e vertebrati incrementando la pesca sia professionale che ricreazionale e altre attività come ad esempio il diving. © Egis eau/Sylvian Pioch and Jean-Luc Féron

Bibliografia

Arduzzone G.D., Somaschini A., Belluscio A. 2000. Prediction of benthic and fish colonization on the Fregene and other Mediterranean artificial reefs. Pagg. 113-128, in: Jensen A., Collins K., Lockwood A. (Eds.), *Artificial reefs in the European Seas*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.

Bombace G. 1982. Il punto sulle barriere artificiali: problemi e prospettive. *Naturalista siciliano*, IV, VI (3): 573-591.

Bombace G., 1987. Iniziative di protezione e valorizzazione della fascia costiera mediante barriere artificiali a fini multipli. *Atti LIX Riunione SIPS*, Genova: 201-233.

Bombace G. 1989. Artificial reefs in the Mediterranean Sea. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 1023-1032.

Bombace G., Rossi V. 1986. Effets socio-économiques consécutif à la réalisation d'une zone marine protégée par récifs artificiel dans la zone du Porto Recanati. *FAO Fishing Report*, 357 : 157-164.

Bombace G. 2014. Ancora sullo stato delle risorse demersali dei mari italiani e dell'Adriatico in particolare. *Notiziario SIBM*, 65: 36-38.

Bombace G., Grati F. 2007. Che succede alle risorse di pesca del Mediterraneo? *Notiziario SIBM*, 51: 29-38.

Bombace G., Fabi G., Fiorentini L. 2000. Artificial reefs in the Adriatic Sea. Pagg. 31-63, in: Jensen A., Collins K., Lockwood A. (Eds.), *Artificial reefs in the European Seas*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.

Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bulletin of Marine Science*, 55(2-3): 559-580.

Bombace G., Fabi G., Leonori J., Sala A., Spagnolo A. 1998. Valutazione con tecnica elettroacustica della biomassa vagile presente in una barriera artificiale del Medio Adriatico. *Biologia Marina Mediterranea*, 5(3): 1844-1854.

Duursma E.K., Marchand M. 1974. Aspects of organic marine pollution. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 12: 315-431

Fabi G., Fiorentini L. 1994. Comparison between an artificial reef and a control site in the Adriatic sea: analysis of four years of monitoring. *Bulletin of Marine Science*, 55(2 3): 538-558.

Fabi G., Grati F., Luccarini F., Panfili M. 1999. Indicazioni per la gestione razionale di una barriera artificiale: studio dell'evoluzione del popolamento necto-bentonico. *Biologia Marina Mediterranea*, 6(1): 81-89.

Fabi G., Scarcella G., Spagnolo A., Bortone S.A., Charbonnel E., Goutayer J.J., Haddad N., Lok A., Trommelen M. 2015. Practical guidelines for the use of artificial reefs in the Mediterranean and the Black Sea. *General Fisheries Commission for the Mediterranean, Studies and Reviews*, 96. 84 pp.

Fabi G., Spagnolo A., Bellan-Santini D., Charbonnel E., Çiçek B.A., Goutayer García J.J., Jensen A.C., Kallianiotis A., Neves dos Santos M. 2011. Overview on artificial reefs in Europe. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59(1): 155-166.

Grbec B., Dulcic J., Morovic M. 2002. Long-term changes in landings of small pelagic fish in the eastern Adriatic —possible influence of climate oscillations over the Northern Hemisphere. *Climate Research*, 20: 241-252.

- Lacroix D., Pioch S. 2011. The multi-use in wind farm projects: more conflicts or a win-win opportunity? *Aquatic Living Resources*, 24: 129-135.
- Manoukian S., Fabi G., Naar D.F. 2011. Multibeam investigation of an artificial reef settlement in the Adriatic Sea (Italy) 33 years after its deployment. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59(1): 145-153.
- Pioch S., Kilfoyle K., Levrel H., Spieler R.E. 2011. Green Marine Construction . *Journal of Coastal Research*, 61(SI): 257 -268.
- Relini G. 2000. The Loano artificial reef. Pagg. 129-149, in: Jensen A., Collins K., Lockwood A. (Eds.), *Artificial reefs in the European Seas*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
- Riggio S., Badalamenti F., D'Anna G. 2000. Artificial reefs in Sicily: an overview. Pagg. 65-73, in: Jensen A., Collins K., Lockwood A. (Eds.), *Artificial reefs in the European Seas*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
- Scarcella G., Grati F., Bolognini L., Domenichetti F., Malaspina S., Polidori P., Spagnolo A., Fabi G. 2015. Time-series analyses of fish abundance from an artificial reef and a reference area in the central-Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(3): 74-85.
- Shahidul I., Tanaka M. 2004. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 7-8: 624-649.
- Simard F. 1995. Réflexions sur les récifs artificiels au Japon. *Biologia Marina Mediterranea*, 2(1): 99-109.

Cambiamenti recenti nella comunità dei crostacei decapodi dell'Adriatico

di Carlo Froglià

C.N.R. Istituto di Scienze Marine, u.o.s. Ancona

Abstract

The biota of the Adriatic Sea, in the last century, have undergone changes directly or indirectly related to human activities.

Sixteen non indigenous (alien) species of decapod crustaceans have been recorded up to now and 5 can be regarded as established. The present Adriatic climate seems unsuited for the tropical species that invaded the Eastern Mediterranean through the Suez Canal, as the alien decapods recorded in the Adriatic originate mainly from the temperate-warm region of the West Atlantic or the West Pacific. Their introduction is mainly related to modern maritime traffic.

*In the trawling ground of the meso-adriatic depression (Pomo pit) the previously dominant squat lobster *Munida intermedia* has been totally replaced by the newcomer *M. rullanti*, first recorded in 2003. In the same period the shrimp *Parapenaeus longirostris* has become a significant fishery resource, while the traditional stock of high-priced scampi (*Nephrops norvegicus*) has dramatically decreased, partly due to a long-lasting over-fishing.*

The so called "globalization" has opened a Pandora's box, which effects the human "nature architects" are unable to control, and further substantial changes have to be expected in the biota of the Adriatic and of the whole Mediterranean Sea.

Riassunto

Nell'ultimo secolo si sono osservati significativi cambiamenti della fauna adriatica, più o meno correlati alle attività umane.

Per i crostacei decapodi sono state segnalate 16 specie aliene e 5 di esse sono ora stabilmente insediate in alcune aree del bacino. La maggior parte di queste specie è originaria dell'Atlantico occidentale o del Pacifico occidentale e la loro introduzione è probabilmente correlata ai trasporti marittimi.

Cambiamenti sono stati osservati anche nella comunità presente sui fondali strascicabili della Fossa di Pomo, in cui, *Munida intermedia* è stata sostituita da *M. rullanti*, segnalata per la prima volta solo nel 2003, lo stock di Scampi (*Nephrops norvegicus*) ha subito una drastica diminuzione mentre la popolazione di *Parapenaeus longirostris* è progressivamente aumentata e rappresenta oggi una significativa risorsa di pesca.

Introduzione

La fauna e la flora del Mediterraneo nel Pleistocene hanno avuto ripetuti sostanziali cambiamenti conseguenti a cambiamenti climatici, con alternanza di faune “fredde” e “temperato-calde” rispettivamente nei periodi “glaciali” ed “interglaciali”, che hanno determinato anche notevoli variazioni del livello del mare. Circa 18000 anni fa, al massimo dell’ultimo glaciale, il limite settentrionale del mare Adriatico era ubicato grosso modo sulla congiungente Pescara-Zara (Correggiari et al., 1996).

Nel periodo attuale, da alcuni denominato “Anthropocene” (Steffen et al., 2007), ai cambiamenti indotti dalle variazioni climatiche si sono aggiunti quelli prodotti dalle attività umane, in primo luogo i traffici marittimi.

Dopo l’apertura del Canale di Suez nel 1869, il suo progressivo ampliamento e la costruzione della diga di Assuan, che ha determinato una sensibile riduzione dell’apporto di acque dolci del Nilo in Mediterraneo, si è registrato il passaggio di specie dal Mar Rosso al Mediterraneo orientale, con rilevanti modificazioni del biota originario, ed il fenomeno sembra incontrollabile (Galil et al., 2015). Delle oltre 700 specie di organismi pluricellulari non indigeni (alieni) segnalate ad oggi nel Mediterraneo, più della metà sono arrivate attraverso il Canale di Suez.

Il fenomeno è particolarmente importante nel Mar di Levante, dove numerose specie di origine indo-pacifica sono diventate talmente abbondanti da rappresentare localmente una significativa risorsa di pesca (Dowidar e Ramadan, 1976), mentre altre hanno effetti negativi sulle attività umane o sui biota originari (Galil, 2007); di altre specie si sono avute soltanto segnalazioni di singoli esemplari.

Le carene e le acque di zavorra delle navi sono un altro importante vettore di specie aliene in tutti i mari del globo (Carlton, 1985).

Nell’ “Atlas of exotic species in the Mediterranean, Vol. 2 Crustacea”, (Galil et al., 2002) sono riportate 59 specie di Crostacei Decapodi alieni; nei successivi tredici anni ulteriori 26 specie sono state segnalate per il Mediterraneo nella letteratura scientifica.

Decapodi alieni in Adriatico

Nel Mare Adriatico il traffico marittimo sembra essere il principale vettore di Crostacei Decapodi alieni. Le prime segnalazioni di Decapodi “alieni” in Adriatico risalgono agli inizi del 1900 quando Stiasny (1908) segnala la cattura nel porto di Trieste di un esemplare di *Plagusia tuberculata* (= *Plagusia squamosa*) e Babić (1913) riporta la raccolta, nel 1896 nel porto di Fiume, di un esemplare di *Thenus orientalis* s.l. e di *Portunus sanguinolentus*. Più recenti sono le segnalazioni di un esemplare di *Charybdis lucifera* pescato al largo di Venezia (Mizzan & Vianello,

2009) e di un esemplare di *Charybdis japonica* (Fig. 1a) pescato presso il porto di Ancona (Frogliola, 2012).

Queste cinque specie, tutte originarie dell'area indo-pacifica, non sono state ulteriormente segnalate né in Adriatico, né in Mediterraneo. Ma la probabilità che una specie aliena si insedi in un'area, e magari divenga invasiva, dipende, oltre che dalla disponibilità di un habitat conforme alle sue esigenze ecologiche, dall'entità e dalla ripetizione nel tempo delle introduzioni. Concetto sintetizzato nel termine "propagule pressure" (Lochwood et al., 2005) e nel proverbio popolare "una rondine non fa primavera".

Sebbene anche l'Adriatico sia interessato dal "riscaldamento globale", le temperature invernali nella sua fascia costiera non sono favorevoli all'insediamento di specie originarie della fascia tropicale, come le specie originarie del Mar Rosso insediate nel Mar di Levante. Non stupisce quindi che si sia avuta solo una segnalazione della cattura di un gambero della specie *Penaeus japonicus*, al largo di Termoli (Lumare e Casolino, 1986), nonostante consistenti immissioni di post-larve, ottenute in laboratorio da riproduttori importati dal Giappone, siano state effettuate negli anni '80 nei laghi costieri del Gargano ed in altre località adriatiche nel tentativo di sviluppare la gambericoltura in Italia (Lumare e Palmeggiano, 1980; Lumare 1989).

Le condizioni climatiche della fascia costiera adriatica e la presenza, sul lato occidentale, di ambienti lagunari con bassa salinità si sono dimostrate favorevoli all'insediamento di specie originarie della fascia temperata sia dell'Atlantico occidentale che del Pacifico occidentale.

Tra le specie aliene insediate in Adriatico, la più appariscente è il *Callinectes sapidus*, un grosso granchio portunide (Fig. 1b), che sulla costa atlantica americana rappresenta una importante risorsa di pesca. La presenza di questa specie in Mediterraneo è documentata con certezza dopo la Seconda Guerra Mondiale, probabilmente introdotta accidentalmente dall'intenso traffico di navi provenienti dagli Stati Uniti. La prima segnalazione è relativa a due esemplari catturati nelle lagune venete nel 1949 (Giordani Soika, 1951), e negli anni successivi la specie era frequente sia nel Nord Egeo (in quantità commerciali) (Serbetis, 1955), che nella fascia costiera israeliana (Holthuis & Gottlieb, 1955). Per contro in Adriatico non vi furono altre segnalazioni di *C. sapidus* fino al 1972, quando un esemplare fu pescato a Nord di Ancona (Frogliola, 1972) e dopo altri 20 anni quando, nel 1990-91, due esemplari furono pescati nella laguna di Venezia (Mizzan, 1993). Le segnalazioni di questa specie in Adriatico si sono moltiplicate dopo il 2000, sia nella letteratura scientifica sia nella stampa quotidiana e nel web (fig. 2), anche per le dimensioni dei maschi adulti, che possono raggiungere i 500 grammi di peso. Le catture di femmine con uova esterne, sia alla foce della Neretva (Croazia) (Dulcic et al., 2011) che nel Delta del Po (Manfrin et al., 2015) e nei laghi costieri del Gargano (Cilenti et al., 2015), fa ritenere che una, seppur limitata, popolazione sia attualmente stabilita in Adriatico.

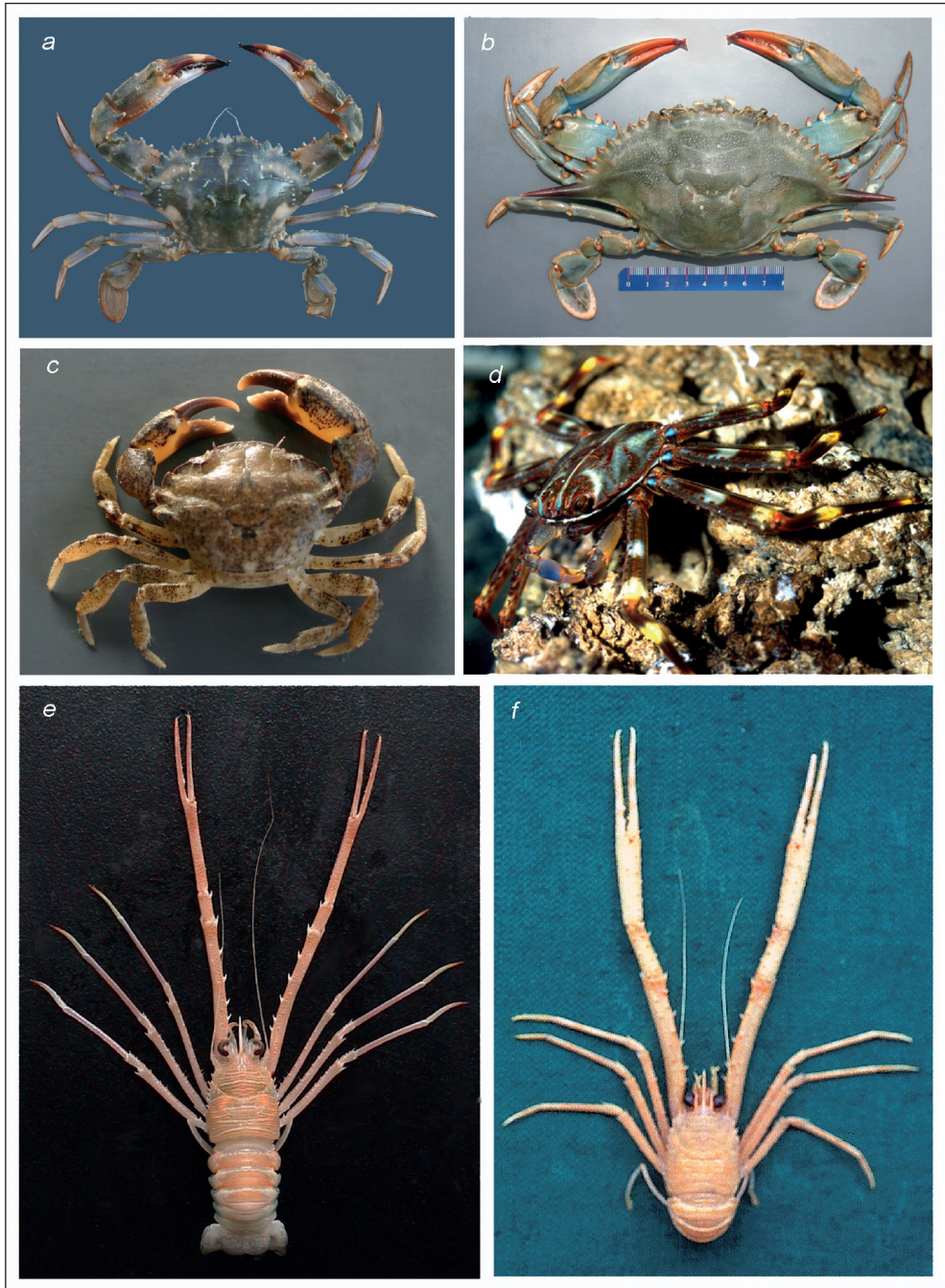


Fig. 1 - a) *Charybdis japonica*; b) *Callinectes sapidus*; c) *Dyspanopeus sayi*; d) *Percnon gibbesi*; e) *Munida rutilanti*; f) *Munida intermedia*

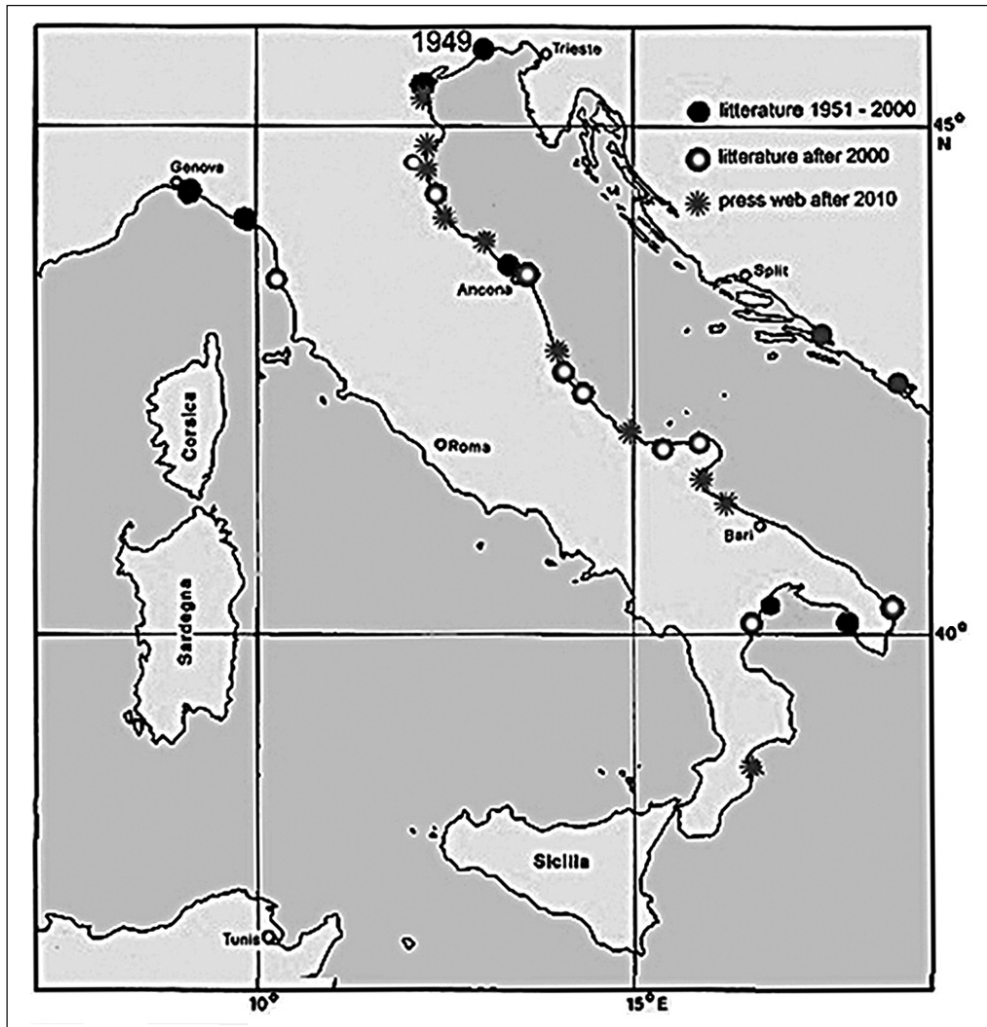


Fig. 2 - Segnalazioni di *Callinectes sapidus* nei mari italiani pubblicate nella letteratura scientifica nel periodo 1950-2000, dopo il 2000, nella stampa quotidiana e nel web dal 2010

Un altro granchio, *Dyspanopeus sayi*, (Fig. 1c), originario dell'Atlantico nord-americano, è stato osservato per la prima volta nella Laguna di Venezia nel 1992 (Froggia & Speranza, 1993) e soltanto dieci anni dopo, in alcune aree della Laguna, risultava più abbondante dell'autoctono *Carcinus aestuarii* (Mizzan et al., 2005) ed era presente in tutto il complesso delle lagune venete e della Romagna (Fabbri & Landi, 1999). Questa specie si nutre di giovani molluschi bivalvi, frantumandone la conchiglia (Mistri, 2005) e la sua espansione nell'Adriatico occidentale sembra favorita dalla esten-

sione alla fascia costiera degli allevamenti di mitili (*Mytilus galloprovincialis*). Infatti abbiamo ripetutamente raccolto *D. sayi* in prossimità degli allevamenti di mitili presenti al largo del litorale romagnolo, e la specie è stata segnalata anche nei laghi costieri del Gargano (Ungaro et al., 2012) ove si pratica la mitilicoltura.

Il *Percnon gibbesi* è, cronologicamente, l'ultimo arrivato in Adriatico. Questo granchio, di medie dimensioni, immediatamente riconoscibile per la particolare colorazione (fig. 1d), vive tra le rocce dell'infralitorale superiore. Il suo areale originario include le coste americane dell'Atlantico e del Pacifico e la costa atlantica africana. Venne segnalato nel Mediterraneo nel 2000, contemporaneamente per l'isola di Linosa (Stretto di Sicilia) (Relini M. et al., 2000) e per l'arcipelago delle Baleari. Negli anni successivi si moltiplicarono le segnalazioni per il mar Tirreno, la costa mediterranea della Spagna, il mar Ionio ed il Sud Egeo; nel 2006 veniva segnalato nel Mar di Levante (Yokes & Galil, 2006). Un monitoraggio condotto nel 2010 ne confermò la presenza in tutto il settore meridionale del Mediterraneo e l'assenza in Adriatico (Katsanevakis et al., 2011). Nel 2015 la presenza di *P. gibbesi* nell'Adriatico meridionale è stata segnalata sia sulla costa italiana (Ungaro & Pastorelli, 2015) che sulla costa croata (Dulcic & Dragicovic, 2015). Considerata la capacità invasiva di questa specie è ipotizzabile la sua espansione nell'Adriatico centrale.

Diverso è il caso del granchio *Eriocheir sinensis* segnalato nelle lagune venete (Mizzan, 2005; Fiorin et al., 2013; Bettoso & Comisso, 2015). Questa specie catadroma, originaria dell'estremo oriente, fu segnalata nella prima metà del secolo scorso alla foce di alcuni fiumi del Nord Europa e rapidamente si diffuse in tutti gli stati prospicienti il Mare del Nord ed il Mar Baltico e successivamente è arrivata anche nel Mar Nero attraverso la rete di canali navigabili che lo collegano al Baltico.

In Europa *E. sinensis* ha dimostrato una straordinaria capacità invasiva creando non pochi problemi ai biota autoctoni e danni agli argini dei corsi d'acqua ove scava le sue tane (Bentley, 2011). In Cina questo granchio è molto apprezzato per la qualità delle sue carni, sebbene possa essere l'ospite intermedio di un trematode parassita (*Paragonimus westermani*) che nell'uomo causa gravi patologie polmonari.

Le recenti segnalazioni di questa specie in Adriatico potrebbero essere il risultato di introduzioni accidentali di larve presenti nelle acque di zavorra di navi provenienti dall'Estremo Oriente o dal Nord Europa, ma potrebbe essere la conseguenza di importazioni di granchi vivi per soddisfare la domanda di questa specialità gastronomica da parte della consistente comunità cinese presente in Italia. Infatti nel 2009 la Guardia Costiera italiana, nel corso di controlli della filiera pesca, sequestro *E. sinensis* vivi presso alcuni negozi etnici e successive indagini evidenziarono la loro importazione illegale dal Nord Europa.

Oltre alle specie suddette, si sono insediati nell'Adriatico settentrionale anche il granchio *Rhithropanopeus harrisi* (Mizzan & Zanella, 1996; Galil et al., 2002; Mizzan, 2005), originario dell'Atlantico nord-occidentale, ed il gambero *Palaemon macrodactylus* (Cuesta et al., 2014), originario del Pacifico nord-occidentale. Alcune al-

tre specie, che hanno già dimostrato capacità invasiva in Mediterraneo, sono state segnalate in singole località adriatiche. Complessivamente sono state finora segnalate in Adriatico 16 specie aliene di Crostacei Decapodi (Tab. 1).

Tab. 1 - Crostacei decapodi alieni segnalati in Adriatico e loro area di origine (in **grassetto** le specie definitivamente insediate; * denota le specie segnalate una sola volta in base alla cattura di un singolo esemplare)

Specie	Località	Prima segnalazione	Area di origine
<i>Penaeus aztecus</i>	Montenegro	Markovic et al., 2014	Ovest Atlantico
<i>Penaeus japonicus</i> *	Al largo di Termoli	Lumare & Casolino, 1986	Indo- Pacifico
<i>Palaemon macrodactylus</i>	Lagune del Nord Adriatico	Cuesta et al., 2014	Nord-Ovest Pacifico
<i>Scyllarus caparti</i> *	Al largo di Ancona	Frogliia, 1979	Est Atlantico (Africa)
<i>Thenus orientalis sensu lato</i> *	Porto di Fiume (Rijeka)	Babic, 1913	Indo- Pacifico
<i>Charybdis japonica</i> *	Al largo di Ancona	Frogliia, 2012	Nord-Ovest Pacifico
<i>Charybdis lucifera</i> *	Golfo di Venezia	Mizzan & Vianello, 2009	Mar Rosso, Indiano
<i>Portunus sanguinolentus</i> *	Porto di Fiume (Rijeka)	Babic, 1913	Indo- Pacifico
<i>Callinectes danae</i> *	Laguna di Venezia	Mizzan, 1993	Ovest Atlantico
<i>Callinectes sapidus</i>	Fascia costiera adriatica	Giordani Soika, 1951	Ovest Atlantico
<i>Dyspanopeus sayi</i>	Lagune, fascia costiera adriatica	Frogliia & Speranza, 1993	Nord-Ovest Atlantico
<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	Lagune del Nord Adriatico	Mizzan & Zanella, 1996	Nord-Ovest Atlantico
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> *	Presso Rovigno d'Istria	Schubart, 2003	Nord-Ovest Pacifico
<i>Plagusia squamosa</i> *	Porto di Trieste	Stiasny, 1908	Indo- Pacifico
<i>Percnon gibbesi</i>	Sud Adriatico: Puglia e Sud Dalmazia	Ungaro & Pastorelli, 2015; Dulcic & Dragicevic, 2015	Atlantico, Sud-Est Pacifico
<i>Eriocheir sinensis</i>	Lagune del Nord Adriatico	Mizzan, 2005	Nord-Ovest Pacifico

Cambiamenti della comunità di crostacei Decapodi della Fossa di Pomo

I cambiamenti più significativi della fauna adriatica non sono rappresentati dall'insediamento di alcune specie aliene, bensì dalle modificazioni delle comunità bentoniche indotte dall'incremento di alcune specie autoctone mediterranee e dalla parallela diminuzione di altre. Il caso più eclatante è certamente quello della taxocenosi dei Crostacei Decapodi presente nella Fossa mesoadriatica (Fossa di Pomo), importante area di riproduzione del Merluzzo (*Merluccius merluccius*) e storico “fondo a Scampi” intensamente sfruttato dai pescherecci a strascico italiani e croati.

L'ISMAR-CNR di Ancona nei primi anni '90, poco dopo la sua fondazione come “Laboratorio di Tecnologia della Pesca” ha iniziato le sue ricerche ed i campionamenti sui fondali fangosi della Fossa occidentale di Pomo, stante la rilevanza dell'area per la pesca italiana.

In quegli anni, ed almeno fino al 1998, quando per un insieme di circostanze vennero temporaneamente interrotte le ricerche biologiche nell'area, la taxocenosi era dominata dallo Scampo (*Nephrops norvegicus*) e da *Munida intermedia* (fig. 1f) (Froglià & Gramitto, 1995; Gramitto & Froglià, 1998). Nel 2003, quando furono ripresi i campionamenti a strascico nella Fossa occidentale di Pomo, si rilevò la presenza di un'altra specie (*Munida rutllanti*) (fig. 1e), mai segnalata prima nei mari italiani, e già con densità superiori a quelle di *M. intermedia*. Negli anni successivi, utilizzando le opportunità offerte da diversi programmi di ricerca è stato possibile effettuare alcuni campionamenti a strascico che hanno permesso di monitorare il progressivo incremento della popolazione di *M. rutllanti* a detrimento della popolazione di *M. intermedia* (Froglià et al., 2010); nei campionamenti effettuati nel 2015 si è catturata solo *M. rutllanti* con una densità media di 2800 individui per ora di strascico (Tab. 2).

Tab. 2 - Variazioni nella composizione specifica della popolazione di “*Munida*” osservate nella Fossa di Pomo occidentale nel periodo 1997-2015

Anno	1977	1993	1998	2003	2004	2005	2009	2012	2015
N. <i>Munida</i> esaminate	786	2943	3174	733	8049	1206	1951	1701	3482
<i>M. intermedia</i> / <i>M. rutllanti</i>	786 / 0	2943 / 0	3174 / 0	1 / 3	1 / 5	1 / 12	1 / 150	1 / 402	0 / 3482

Nello stesso periodo si è osservato anche un significativo incremento delle catture di Gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) che, nel resto del Mediterraneo da molti anni rappresenta una fondamentale risorsa di pesca sui fondali strascicabili epibatiali (prof. 200-300 m) (Abellò et al., 2002).

Agli inizi del secolo scorso Pesta (1918), nella sua monografia sui crostacei decapodi dell'Adriatico, riportava la presenza di *P. longirostris* solo nell'Adriatico meridionale. La prima segnalazione per l'Adriatico centro-orientale risale al 1932, ma la specie era ancora rara al tempo della spedizione oceanografico-peschereccia condotta tra il 1948 ed il 1949 dalla "Hvar" in Adriatico. Infatti la cattura di soli 232 esemplari in 56 delle 260 pescate effettuate a nord della latitudine 42° (tra il Gargano e l'Istria) portava Karlovac (1949) ad affermare "il ne peut présenter aucune valeur au point de vue de la pêche".

Prima del 2000 solo isolati esemplari erano occasionalmente presenti nelle pescate da noi effettuate nella Fossa di Pomo e nessun esemplare fu mai catturato sui "fondi a scampi" circalitorali al largo di Ancona.

Dopo l'evento climatico-oceanografico noto come "Transiente Est-Mediterraneo", che negli anni 1990 alterò temporaneamente, ma in maniera radicale, la circolazione profonda delle masse d'acqua nel Mediterraneo centro-orientale e in Adriatico (Vilibic et al., 2012), si è osservata una vera e propria esplosione demografica del Gambero rosa nel Medio Adriatico con espansione della sua popolazione anche sui fondali strascicabili circalitorali (profondità 60-80 m). Da allora la specie rappresenta una significativa risorsa di pesca non solo per i pescherecci che operano sui fondali strascicabili della Fossa di Pomo ed aree limitrofe, ma, in alcuni anni, anche per quelli che pescano sui fondali circalitorali al largo di Ancona (fig. 3). Le catture di questa specie, caratterizzata da ciclo vitale breve (2-3 anni), rapido accrescimento e raggiungimento della maturità sessuale entro il primo anno di vita, mantengono un trend positivo, anche se con ampie oscillazioni annuali, conseguenti alle fluttuazioni del reclutamento probabilmente influenzato dalle condizioni termiche e dalla circolazione generale nel bacino adriatico (Ungaro & Gramolini, 2006).

Sugli stessi fondali si è osservata contemporaneamente una drastica riduzione della popolazione di Scampi (*N. norvegicus*), specie ad affinità temperato-fredda, caratterizzata da ciclo vitale lungo (superiore a 10 anni), accrescimento lento e raggiungimento della maturità sessuale solo al termine del secondo anno di vita. Questa specie in passato rappresentava economicamente la principale risorsa tra i crostacei pescati in Adriatico, ma i quantitativi commercializzati attraverso i mercati ittici dai pescherecci di Ancona e S. Benedetto del Tronto si sono più che dimezzati negli ultimi 20 anni (fig. 3).

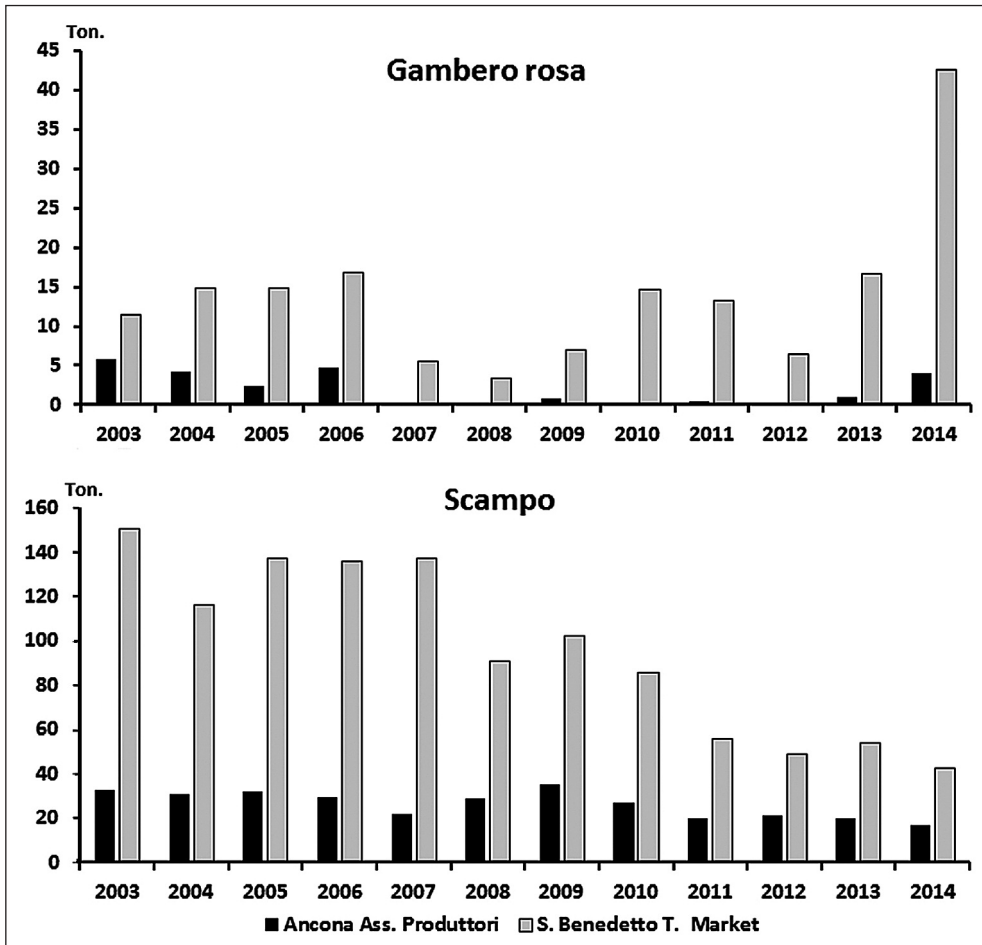


Fig. 3 - Quantitativi di Gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) e di Scampo (*Nephrops norvegicus*) commercializzati attraverso i mercati all'ingrosso di Ancona e S. Benedetto del Tronto nel periodo 2003-2014.

Conclusioni

Lo sviluppo di un “mercato globale” di materie prime e prodotti industriali, la cui lavorazione è all'origine dell'incremento dei gas-serra nell'atmosfera e del “riscaldamento globale”, ha indotto un continuo sviluppo dei trasporti marittimi – incremento delle dimensioni e della velocità delle navi e ampliamento dei canali navigabili come il Canale di Suez. Ciò ha determinato un incremento esponenziale nell'introduzione accidentale di specie aliene in tutti i mari del globo, a volte con modificazione dei biota originali.

Si è presa coscienza del problema e per porvi riparo sono state recentemente introdotte alcune norme sulla gestione delle acque di zavorra delle navi, atte a ridurre le probabilità di introduzione di ulteriori specie. Recenti norme della UE richiedono addirittura azioni per “eradicare” le specie invasive presenti; risultato praticamente impossibile da conseguire in un ambiente aperto quale è il mare.

Analogamente, per soddisfare le richieste del mercato, il sovra-sfruttamento delle risorse ittiche è proseguito per anni, nonostante i gridi di allarme di molti scienziati. In alcuni casi si è andati oltre la resilienza del sistema con progressiva rarefazione di alcune specie a ciclo vitale lungo e crescita lenta ed incremento di altre specie opportuniste e con la creazione di nuovi equilibri nel biota, come osservato nella Fossa di Pomo.

Gradualmente si vanno adottando norme (riduzione dello sforzo di pesca, selettività degli attrezzi, aree e tempi di sospensione della pesca) per riportare le comunità allo *statu quo ante*, ma i risultati si potranno vedere solo tra diversi anni. Ad esempio per favorire la ricostituzione delle popolazioni di Scampi e Merluzzi dell'Adriatico centrale, una “no take zone”, con interdizione della pesca a strascico, è stata istituita nel giugno 2015 nelle acque internazionali della Fossa, di comune accordo tra Italia e Croazia, ed il monitoraggio dello stato delle risorse è in corso a cura dell'Istituto di Scienze Marine CNR di Ancona.

Forse la specie umana (*Homo sapiens*), nel suo “inarrestabile progresso” e nella presunzione di saper manipolare la natura e le sue risorse, ha aperto un “vaso di Pandora” con effetti impreveduti in termini economici e di servizi ambientali, e per il futuro dobbiamo attenderci ulteriori cambiamenti del biota in Adriatico e nell'intero bacino mediterraneo.

Bibliografia

- Abelló P., Abella A., Adamidou A., Jukic S., Maiorano P., Spedicato M.T., 2002. Geographical patterns in abundance and population structure of *Nephrops norvegicus* and *Parapenaeus longirostris* (Crustacea: Decapoda) along the European Mediterranean coasts. *Sci. Mar.*, 66 (Suppl. 2): 125-141.
- Babic K., 1913. *Thenus orientalis* (Fabricius) in der Adria. *Zool. Anz.*, 41(6): 273-274.
- Carlton, J.T., 1985. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev.*, 23: 313-374.
- Bentley M.G., 2011. The Global Spread of the Chinese Mitten Crab *Eriocheir sinensis*. In: Galil B.S., Clark P.S., Carlton J.T. (Eds) - *In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts*. Springer, Dordrecht. pp. 107-127.
- Bettoso N., Comisso G., 2015. First record of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in the Lagoon of Marano and Grado. *Annales, ser. Historia Naturalis*, 25(1): 29-34.

- Cilenti L., Paziienza G., Scirocco T., Fabbrocini A., D'Adamo R., 2015. First record of ovigerous *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) in the Gargano Lagoons (south-west Adriatic Sea). *BioInvasions Records*, 4(4): 281-287.
- Correggiari A., Roveri M., Trincardi F., 1996. Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea. *Il Quaternario*, 9(2): 697-704.
- Cuesta J.A., Bettoso N., Comisso G., Froglija C., Mazza G., Rinaldi A., Rodriguez A., Scovacicchi T., 2014. Record of an established population of *Palaemon macrodactylus* Rathbun, 1902 (Decapoda, Palaemonidae) in the Mediterranean Sea: confirming a prediction. *Med. Mar. Sci.*, 15(3): 569-573.
- Dowidar N.M., Ramadan Sh.E., 1976. Family Penaeidae from Mediterranean waters of Egypt. *Thalassia Jugosl.*, 8(1): 121-126.
- Dulcic J., Dragicevic B., 2015. *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda, Percnidae): first substantiated record from the Adriatic Sea. *Crustaceana*, 88(6): 733-740.
- Dulcic J., Tutman P., Matic-Skoko S., Glamuzina B., 2011. Six years from first record to population establishment: the case of the Blue Crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Brachyura, Portunidae) in the Neretva River delta (South-Eastern Adriatic Sea, Croatia). *Crustaceana*, 84(10): 1211-1220.
- Fabbri R.A., Landi L., 1999. Nuove segnalazioni di molluschi, crostacei e pesci esotici in Emilia-Romagna e prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Italia. *Quad. Studi Notizie Storia naturale Romagna*, 12: 9-20.
- Fiorin R., Riccato F., Colla S., Franzoi P., Costantini U., 2013. Biodiversità della Laguna di Venezia e della costa. 221 - *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1853) seconda segnalazione per la Laguna di Venezia. *Boll. Mus. Civ. Storia naturale Venezia*, 64: 144-145.
- Froglija C., 1972. Segnalazione di alcuni crostacei nuovi o rari per l'Adriatico. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, 1(3): 43-52.
- Froglija C., 1979. Segnalazione di alcuni Crostacei nuovi per la fauna adriatica. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, 2(4): 191-196.
- Froglija C., 2012. First record of *Charybdis japonica* (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in the Mediterranean Sea. *Mar. Biodiv. Rec.*, 5(e33): 1-31.
- Froglija C., Gramitto M.E., 1995. Crustacea Decapoda assemblage of the Western Pomo pit: I. Specific composition. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 34: 29.
- Froglija C., Speranza S., 1993. First record of *Dyspanopeus sayi* (Smith, 1869) in the Mediterranean Sea (Crustacea: Decapoda: Xanthidae). *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, 5(2): 163-166.
- Froglija C., Gramitto M.E., Morello E.B., 2010. In less than 10 years the squat lobster *Munida rullanti* has replaced *M. intermedia* in the western Pomo pit (Central Adriatic). *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 39: 519.
- Galil B.S., 2007. Loss or gain ? Invasive aliens and biodiversity in the Mediterranean Sea. *Mar Pol. Bull.*, 55: 314-322.
- Galil B., Froglija C., Noel P., 2002. *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean, Vol. 2*.
- Galil B.S., Boero F., Campbell M.L., Carlton J.T., Cook E. et al., 2015. 'Double trouble': the expansion of the Suez Canal and marine bioinvasions in the Mediterranean Sea. *Biol. Inv.*, 17: 973-976.
- Giordani Soika A., 1951. Il *Neptunus pelagicus* (L.) nell'alto Adriatico. *Natura, Riv. Sci. Nat.*, 42: 18-20.

- Gramitto M.E., Froggia C., 1998. Notes on the biology and growth of *Munida intermedia* (Anomura: Galatheidae) in the Western Pomo pit (Adriatic Sea). *J. Nat. Hist.*, 32: 1553-1566.
- Holthuis L.B., Gottlieb E., 1955. The occurrence of the American blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in Israel waters. *Bull. Res. Coun. Israel*, 5 B(2): 154-156.
- Karlovac O., 1949. Le *Parapenaeus longirostris* (H. Lucas) de la Haute Adriatique. *Acta Adriatica*, 3(12): 407-418.
- Katsanevakis S., Poursanidis D., Yokes B., Macic V., Beqjraj S. et al. , 2011. Twelve years after the first report of the crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Mediterranean: current distribution and invasion rates. *J. Biol. Res., Thessaloniki*, 16: 224-236.
- Lockwood J.L., Cassey P., Blackburn T., 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(5): 223-228.
- Lumare, F., 1989. Restocking by *Penaeus japonicus* : a trend to the economic management of the Italian lagoons. *Oebalia*, 14: 69-85.
- Lumare F., Casolino G., 1986. First record of *Penaeus japonicus* Bate 1888 (Decapoda Natantia) along Italian coast. *Oebalia* (N.S.) 13:179-183.
- Lumare F., Palmegiano G.B., 1980. Acclimatazione di *Penaeus japonicus* Bate nella Laguna di Lesina (Italia Sud-Orientale). *Riv. It. Pisc. Ittiop.*, 15(2): 53-58.
- Manfrin C., Turolla E., Chung S., Giulianini P.G., 2015. First occurrence of *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) within the Sacca di Goro (Italy) and surroundings. *Check List*, 11(3) e1640: 1-4.
- Markovic O., Gokoglu M., Petovic S., Mandic M., 2014. First record of the Northern brown shrimp, *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in the South Adriatic Sea, Montenegro. *Med. Mar. Sci.*, 15(1): 165-167.
- Mistri M., 2004. Predatory behavior and preference of a successful invader, the mud crab *Dyspanopeus sayi* (Panopeidae), on its bivalve prey. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, 312: 385-398.
- Mizzan L., 1993. Presence of the swimming crab of the genus *Callinectes* (Stimpson) (Decapoda, Portunidae) in the Venice lagoon (North Adriatic sea - Italy): first record of *Callinectes danae* Smith in European waters. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 42: 31-43.
- Mizzan L., 2005. *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) (Crustacea, Decapoda, Panopeidae) ed *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1854 (Crustacea, Decapoda, Grapsidae): due nuovi granchi esotici in laguna di Venezia. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 56: 89-95.
- Mizzan L., Vianello C., 2009. First record of *Charybdis* (*Charybdis*) *lucifera* (Fabricius, 1798) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in the Mediterranean Sea. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 59, [2008]: 27-30.
- Mizzan L., Zanella L., 1996. First record of *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) in the Italian waters. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia* 46[1995]: 109-122.
- Mizzan L., Trabucco R., Tagliapietra G., 2005. Nuovi dati sulla presenza e distribuzione di specie alloctone del macrozoobenthos della laguna di Venezia. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 56: 69-88.
- Pesta O., 1918. *Die Decapodenfauna der Adria. Versuch einer Monographie*. F. Deuticke Verlag, Leipzig und Wien, 500 pgg, 1 pl.
- Relini M., Orsi L., Puccio V., Azzurro E., 2000. The exotic crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda, Grapsidae) in the Central Mediterranean. *Sci. Mar.*, 64(3): 337-340.

- Schubart C.D., 2003. The East Asian shore crab *Hemigrapsus sanguineus* (Brachyura: Varunidae) in the Mediterranean Sea: an independent human-mediated introduction. *Sci. Mar.*, 67(2): 195-200.
- Steffen W., Crutzen P.J., McNeill J.R., 2007. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?. *Ambio*, 36(8): 614-621.
- Serbetis C., 1959. Un nouveau crustacé comestible en mer Egée *Callinectes sapidus* Rath. (Decapod. Brach.). *Proc. Tech. Pap. GFCM*, 5: 505-507.
- Stiasny G., 1908. Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1907. *Zool. Anz.*, 32: 748-752.
- Ungaro N., Gramolini R., 2006. Possible effect of bottom temperature on distribution of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Southern Adriatic (Mediterranean Sea). *Turk. J. Fish. Aquatic Sci.*, 6: 109-116.
- Ungaro N., Pastorelli A.M., 2015. *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea, Grapsidae): una ulteriore segnalazione per l'Adriatico. *Biol. Mar. Mediterr.*, 22(1): 111-112.
- Ungaro N., Pastorelli A. M., Di Festa T., 2012. *Dyspanopeus sayi* (Smith, 1869) - Crustacea, Panopeidae - Una nuova presenza nella laguna costiera di Varano (Adriatico Centro-Meridionale). *Biol. Mar. Mediterr.*, 19(1): 194-195.
- Vilibi I., Matijevi S., Šepi J., Kušpili G., 2012. Changes in the Adriatic oceanographic properties induced by the Eastern Mediterranean Transient. *Biogeosciences*, 9: 2085-2097
- Yokes B., Galil B.S., 2006. Touchdown - first record of *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) from the Levantine coast. *Aquatic Invasions*, 1(3): 130-132.

Gli strumenti di cattura in uso: aspetti relativi alla selettività ed al risparmio energetico

di Emilio Notti, Alessandro Lucchetti, Antonello Sala
CNR-ISMAR U.O.S. Ancona

Abstract

The selectivity and the energy efficiency are two of the main aspects in the field of fisheries in the Mediterranean, because of the direct impact that these matters may have on the fisheries sector.

The knowledge of the selective features of fishing gears, on the different species and different sizes, is a crucial point to ensure a rational management of marine resources.

Energy saving has become in recent years a vital aspect for the commercial fishing industry, especially because of the impact on operating costs, related to diesel fuel. Several studies conducted have shown that basically, the Italian fishing fleet is characterized by a high level of obsolescence. Given the developments of the economic situation that year marked the last years, with particular reference to the drastic increase in fuel prices, the EU has felt the need to adopt new and more effective measures in favor of a rapid adaptation of the Community fishing fleet.

Introduzione

La conoscenza delle capacità selettive di un attrezzo da pesca, sulle diverse specie e sulle diverse taglie, rappresenta un punto cruciale per garantire una gestione razionale delle risorse marine. La selettività degli attrezzi da pesca costituisce, ormai da mezzo secolo, una delle poche caratteristiche tecniche considerate dalla moderna dinamica di popolazione come indispensabili per giungere ad uno sfruttamento corretto delle risorse aliutiche.

Con il termine selettività si definisce la misura del processo di selezione di un attrezzo da pesca, ovvero di quel processo che porta ad una cattura, la cui composizione per individui e specie differisce da quella dell'insieme degli organismi realmente presenti nell'area dove la pesca viene effettuata. La selettività di un attrezzo da pesca rappresenta cioè la probabilità che differenti taglie e specie hanno di essere catturate da quell'attrezzo. La selettività è quindi la capacità che ha un attrezzo da pesca, ad esempio una rete a strascico, di suddividere gli organismi che entrano nell'attrezzo, in una

parte catturata ed una parte fuggita attraverso le maglie, perché le taglie dei fuggitivi, e la loro forma, lo consentono (Fridman, 1973).

L'obiettivo principale delle misure tecniche di conservazione delle risorse ittiche è quello di aumentare la selettività degli attrezzi da pesca e ridurre la cattura di novellame e di altre fasi giovanili.

La cattura di individui giovanili e non ancora in grado di riprodursi, rappresenta infatti una perdita di biomassa potenziale. Il controllo della selettività e un'oculata gestione dello sforzo di pesca (numero di imbarcazioni, giorni di pesca ecc.), rappresentano la condizione necessaria, ma non sufficiente, per ottenere uno sfruttamento sostenibile delle risorse (Fryer, 1991; Holt, 1963). La situazione di grave crisi in cui versano attualmente molti stock ittici, risiede principalmente nel non essere intervenuti in maniera efficace e contemporaneamente su questi due aspetti essenziali.

Le popolazioni di organismi marini sono eterogenee per quello che riguarda l'età, la taglia, la forma, il comportamento e l'habitat. Ne consegue che non tutti gli individui appartenenti a specie diverse o alla stessa specie ed alla stessa popolazione sono vulnerabili allo stesso modo ai vari sistemi di pesca. È quindi possibile parlare di selettività per taglia e selettività per specie. La selettività è funzione sia delle caratteristiche tecniche dell'attrezzo (dimensioni delle maglie, dimensione del filo, tipo di materiali ecc.) che delle proprietà della specie da catturare (forma del corpo, presenza di spine, capacità natatorie, abitudini di vita ecc.). Specie diverse, così come individui di taglia diversa, infatti, possono risultare non vulnerabili all'attrezzo e quindi sfuggire alla cattura per motivi biologici ed etologici, cioè di comportamento, distribuzione e disposizione lungo la colonna d'acqua. In altri casi, è la morfologia dell'animale a determinarne una sua maggiore vulnerabilità.

Gli studi condotti in quest'ambito mirano a trovare soluzioni tecniche che permettano di focalizzare la pesca solo sulle taglie e sulle specie di interesse commerciale, consentendo la fuga di esemplari giovanili e limitando la cattura di specie cosiddette accessorie (*bycatch*), in certi casi costituite anche da specie di interesse conservazionistico. Per fare questo gli studi di tecnologia della pesca si indirizzano verso due direzioni principali: apportare modifiche tecniche agli attrezzi in uso (studio di maglie alternative, inserimento di griglie di selezione ecc.) e introdurre attrezzi alternativi.

Un'altra emergenza legata alle caratteristiche tecniche degli attrezzi è quella rappresentata dall'impatto fisico esercitato sul fondo da attrezzi trainati e dalle connesse problematiche di natura energetica. La rivoluzione tecnologica degli ultimi anni ha comportato un crescente utilizzo di energia. Ottimizzare i consumi, senza diminuire il tenore di vita è diventato indispensabile per razionalizzare il fabbisogno energetico ed evitare gli sprechi. Un'eventuale razionalizzazione del consumo energetico comporta un'inevitabile riduzione delle emissioni inquinanti, alleggerendo una critica situazione ambientale. L'implementazione e l'adozione di tecnologie per il risparmio,

di soluzioni per un utilizzo efficiente dell'energia, offrono la possibilità di avere significativi margini di miglioramento dell'efficienza nella produzione e nel consumo di energia nel settore della pesca.

In un contesto nel quale non è possibile rinnovare la flotta peschereccia, per la mancanza dell'appoggio finanziario e per le attuali restrizioni regolamentarie, è necessario predisporre un costante monitoraggio dei consumi energetici, allo scopo di contenere l'evolversi dell'obsolescenza e l'incremento dell'inefficienza energetica. Un monitoraggio costante del profilo energetico dell'imbarcazione da pesca permette di individuare possibili situazioni di inefficienza, che vanno poi studiate per predisporre interventi migliorativi. Un tale approccio metodologico richiede un protocollo di analisi che possa interpretare i flussi energetici che interessano l'imbarcazione.

Attrezzi da pesca e selettività

L'obiettivo principale delle misure tecniche di conservazione adottate a livello Europeo negli ultimi 20 anni, è quello di aumentare la selettività degli attrezzi da pesca per ridurre la cattura di novellame, di altre fasi giovanili e di specie non desiderate (by-catch). Con il termine selettività, come visto, si misura sia la capacità che ha un attrezzo di catturare prevalentemente solo alcune taglie di una determinata specie, sia la selezione delle diverse specie presenti in mare. Nel primo caso, per cercare di ottenere attrezzi che permettano la fuga delle forme giovanili di una determinata specie si utilizzano generalmente maglie di opportuna apertura e forma. Nel secondo caso, invece, la selettività di un attrezzo non può essere migliorata solo attraverso l'utilizzo di maglie opportune, poiché essa dipende principalmente dall'armamento e da eventuali dispositivi installati sull'attrezzo che ne modificano il comportamento (Sala *et al.*, 2011a). Gli attrezzi trainati sul fondo (strascico e rapidi) sono quelli che in Mediterraneo destano maggiori preoccupazioni per le conseguenze legate alla loro bassa selettività.

Selettività delle reti da traino

Le reti al traino hanno un sistema di cattura che viene definito attivo poiché vengono trainate in mare per catturare, nel loro progressivo avanzamento, gli organismi marini. In questa tipologia di reti il processo di selezione avviene in diverse parti dell'attrezzo da pesca (Lucchetti *et al.*, 2008; Bombace e Lucchetti, 2011; Sala *et al.*, 2015). In particolare si individuano tre parti ove la selezione può avvenire:

- al di fuori della rete. Infatti alcune specie o alcune taglie non sono accessibili all'attrezzo da pesca o si comportano in modo differente all'arrivo di divergenti, calamanti e lime. Questo processo di selezione viene a volte chiamato vulnerabilità o accessibilità;

- all'interno del corpo della rete, come avviene, ad esempio, nelle reti volanti dove le acciughe possono sfuggire, essendo il corpo della rete costituito da maglie molto grandi;
- all'interno del sacco.

È convinzione generale che il processo di selezione avvenga principalmente all'interno del sacco. Tuttavia diversi studi hanno mostrato che una parte anche consistente di selezione può avvenire al di fuori della rete (Sala *et al.*, 2006) o nel corpo della rete stessa (fig. 1) prima che il pesce raggiunge il sacco (Dremière *et al.*, 1999).

Per lo studio della selettività delle reti al traino è indispensabile conoscere non solo la porzione catturata (test), ma anche la popolazione presente nell'area ("bianco"). Per fare questo esistono diversi metodi riconducibili a due categorie fondamentali (Pope *et al.*, 1975):

- metodologia del confronto fra reti (paired-gear method) una delle quali oggetto di indagine (test) e l'altra di controllo (bianco). Nella rete considerata come controllo l'apertura di maglia della parte selettiva (in genere il sacco) deve essere molto piccola in modo da catturare tutti gli individui presenti nell'area spazzata dalla rete. Tale metodo può essere realizzato seguendo diverse soluzioni: cale alternate (operando nella stessa area, un'unica imbarcazione utilizza alternativamente la rete da testare e quella di controllo); cale parallele (due o più barche, operando nella stessa area, utilizzando contemporaneamente attrezzature che differiscono in una loro parte, ad esempio il sacco), twin trawl (due reti identiche ma con sacco diverso vengono trainate contemporaneamente dalla stessa imbarcazione; uno dei due sacchi è il test, l'altro è il controllo) e trouser trawl (un'unica rete termina con due sacchi uno dei quali funge da test e l'altro da controllo);

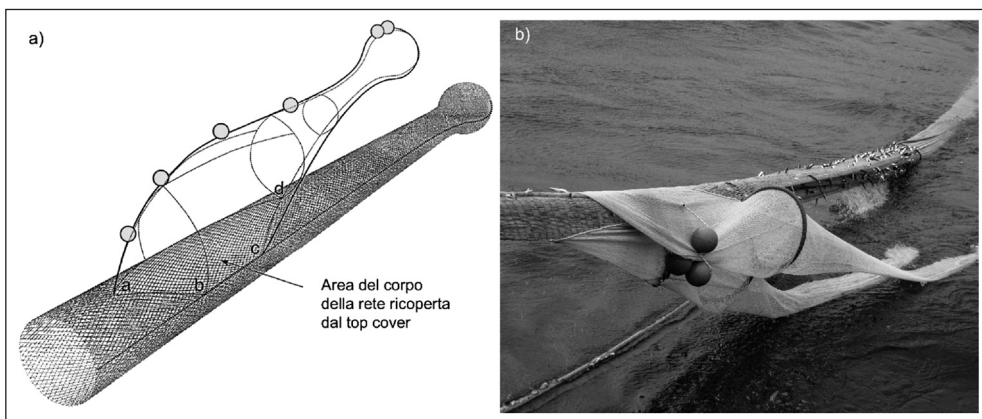


Fig. 1 - Valutazione della selezione che avviene nel corpo delle reti da traino. Speciali sacche (top cover) vengono progettate (a) e montate sul corpo della rete (b) al fine di quantificare la fuga degli organismi marini attraverso le maglie del corpo della rete

- metodologia del coprisacco (covered codend method), con cui è possibile valutare esclusivamente la selettività del sacco (fig. 2). In questo caso il sacco, di cui si vuole stimare la selettività, viene foderato con un cover di maglia sufficientemente piccola, di solito la metà del sacco, in modo da trattenere tutto ciò che sfugge dal sacco stesso.

Entrambe le metodologie presentano sia vantaggi che svantaggi. Ad esempio, con il coprisacco c'è il rischio che questo si adagi sul sacco impedendo la fuga dei pesci (masking effect); questo effetto non si manifesta, invece, nel confronto fra reti (Lucchetti and Sala, 2009). Inoltre, con la metodologia del coprisacco le normali operazioni di pesca potrebbero essere influenzate dal cover, mentre nel confronto fra reti i test vengono effettuati in condizioni analoghe a quelle commerciali (Sala et al., 2011a). Il metodo del coprisacco rimane comunque il più utilizzato poiché ha costi relativamente bassi di realizzazione e consente di ottenere contemporaneamente la popolazione presente nell'area e la porzione ritenuta dal sacco facilitandone il confronto.

Principali parametri che influenzano la selettività degli attrezzi al traino

I parametri che maggiormente incidono sulla selettività degli attrezzi al traino sono la dimensione e la conformazione della maglia del sacco. Si individuano tuttavia altri fattori che hanno effetto, anche notevole, sulla selettività. Uno dei primi da citare è il rapporto fra la circonferenza del sacco e l'avansacco, rapporto che influisce sull'apertura delle maglie del sacco. In genere, una circonferenza del sacco più grande dell'avansacco fa rimanere più chiuse le maglie peggiorando la selettività. Altri parametri importanti che influiscono sulla selettività sono le caratteristiche del filo delle

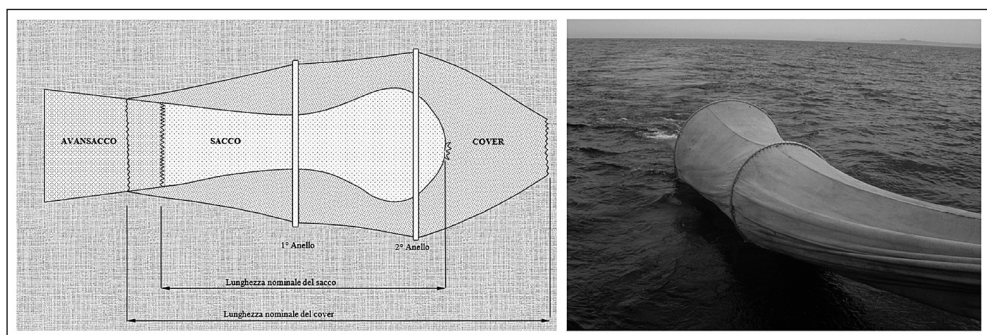


Fig. 2 - Metodo del coprisacco per la valutazione della selettività delle reti al traino. A sinistra, è riportato il dettaglio del cover, che si sviluppa a partire dalla fine dell'avansacco fino ad oltre il sacco. Allo scopo di mantenere separato il cover dal sacco durante il traino, due anelli di alluminio vengono disposti lungo il cover e fissati al sacco, al fine di evitare l'effetto *masking*. A destra, la fase di recupero di una rete a strascico durante una prova sperimentale in mare. Si possono individuare gli anelli di alluminio per distanziare il cover dal sacco.

maglie quali ad esempio, materiale, spessore, colore e rigidità. In genere un filo di diametro superiore determina, a parità di maglia, una riduzione della selettività di una rete a strascico. Per un approfondimento è possibile consultare le seguenti pubblicazioni: Sala *et al.* (2006; 2007; 2008), Sala e Lucchetti (2010; 2011b). Alla luce dei risultati conseguiti dalla ricerca in quest'ambito, l'Unione Europea ha agito regolamentando questi aspetti tecnici tramite il Regolamento 1967/2006, cosiddetto "Regolamento Mediterraneo".

La selettività come strumento di gestione della pesca

Il Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e per la Pesca- FEAMP 2014/2020 rappresenta il nuovo strumento finanziario per i settori della pesca e dell'acquacoltura nell'UE. Per il settore della pesca e acquacoltura il FEAMP, in linea con la strategia Europa 2020 e con la politica ambientale dell'Unione, si articola intorno ai seguenti pilastri:

- pesca intelligente ed ecocompatibile, che consenta di agevolare la transizione verso una pesca sostenibile
- acquacoltura intelligente ed ecocompatibile, affinché i consumatori dell'UE abbiano accesso a un'alimentazione sana e nutriente
- sviluppo sostenibile e inclusivo delle comunità che dipendono dalla pesca
- politiche marittime intersettoriali che generino risparmi e crescita

Oltre a questi quattro pilastri, il FEAMP finanzia una serie di misure comprendenti la raccolta dei dati alieutici, pareri scientifici, controlli, aiuti allo stoccaggio, governance e assistenza tecnica (Lucchetti *et al.*, 2014). In tale contesto, lo studio della selettività degli attrezzi da pesca risulta determinante allo scopo di poter dimostrare l'effettiva sostenibilità dell'utilizzo di un dato attrezzo. Tale aspetto è particolarmente rilevante nel Mediterraneo, il quale si caratterizza per una risorsa ittica eterogenea per tipologia e dimensioni delle specie, aspetto questo che rende complicato gestire la selettività degli attrezzi basandosi solo su alcune specifiche tecniche. Ciò risulta chiaro ai policy makers europei che hanno quindi introdotto alcune possibilità di finanziamento di azioni volte all'incremento del livello di selettività degli attrezzi da pesca (i.e. E.C. Reg. 508/2014, art. 42), subordinate ad una sinergia con soggetti scientifici in grado di standardizzare l'analisi, la raccolta dei dati e la relativa analisi.

Efficienza e risparmio energetico nell'attività di pesca

Diversi studi svolti nel recente passato hanno dimostrato come la flotta peschereccia Italiana sia caratterizzata in generale da un elevato livello di obsolescenza. Visti gli sviluppi della situazione economica che hanno caratterizzato gli ultimi anni, con particolare riferimento al drastico aumento del prezzo del carburante, l'UE ha avvertito

la necessità di adottare nuove e più efficaci misure a favore di un rapido adeguamento della flotta da pesca comunitaria. Questo è peraltro lo spirito con cui la Comunità Europea sta adeguando e riformando la Politica Comune della Pesca. Dal nuovo strumento finanziario che sarà in vigore nel settennio 2014-2020, (FEAMP) emerge la necessità di un approccio tecnologico coadiuvato dal supporto scientifico, all'ammodernamento e alla tecnologia della pesca.

L'analisi energetica dell'attività di pesca

Il mantenimento di un adeguato livello di efficienza energetica è la chiave per contenere i costi di gestione dell'impresa di pesca. Tale mantenimento è subordinato all'adozione di un approccio metodologico alla "*questione energetica*". In un contesto nel quale non è possibile rinnovare la flotta peschereccia, per la mancanza dell'appoggio finanziario e per le attuali restrizioni normative, è necessario predisporre un costante monitoraggio dei consumi energetici, allo scopo di contenere ed intervenire con prontezza su eventuali sopraggiunte inefficienze. L'Audit energetico è la concretizzazione di tale approccio sistematico.

L'Audit Energetico nella pesca

Una razionalizzazione efficace del consumo energetico è realizzabile soltanto se vengono individuati i fattori di spreco, attraverso un approccio metodologico che richiede quindi l'adozione di un protocollo di misura del consumo energetico, definito Audit Energetico. Tale protocollo consiste in una diagnosi che ha come obiettivo primario identificare e definire il fabbisogno energetico dell'imbarcazione da pesca, attraverso un'analisi approfondita in grado di caratterizzare ogni singolo utente energetico.

Gli utenti energetici di un peschereccio possono essere raggruppati in:

- apparato di propulsione;
- dispositivi oleodinamici (verricello salpacavi, verricello salparete, elica di prua, etc.)
- dispositivi elettro/meccanici (cella frigorifera, impianto di illuminazione, pompe idrauliche di servizio, etc.)

La performance energetica del peschereccio è determinata dal confronto tra l'input (il combustibile consumato) e gli output energetici. Ciò comporta la necessità di misurare i tre principali flussi energetici in output che alimentano tutte le utenze durante le attività di pesca, contemporaneamente alla misura del consumo di combustibile dell'imbarcazione (fig. 3).

Al fine di standardizzare il fabbisogno energetico ed il consumo di combustibile delle imbarcazioni da pesca, è necessario definire alcuni indicatori di prestazione. Tali indicatori consentono di effettuare confronti sia nell'ambito della stessa imbarcazione, al fine di valutare il decorso delle performances energetiche, sia per confrontare imbarcazioni diverse, al fine di valutare dal punto di vista energetico le eventuali differenze impiantistiche, meccaniche e gestionali delle due imbarcazioni.

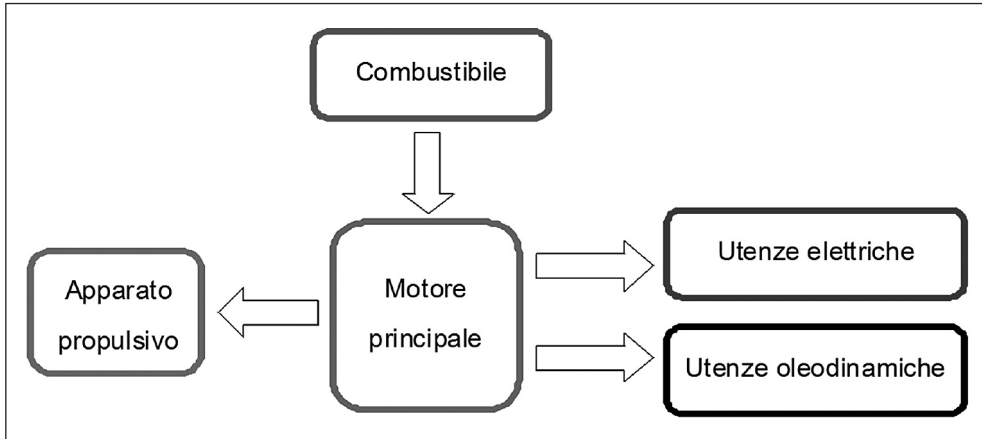


Fig. 3 - Layout energetico generale di un motopeschereccio

La diagnosi energetica può essere riferita a tre diversi indicatori. Il primo, definito come indice di fabbisogno energetico (ECI, *Energy Consumption Indicators*), è definito come rapporto tra il consumo energetico di un'utenza e la potenza del motore principale P. Il secondo, il tasso di utilizzo di potenza da parte dell'utenza energetica (PCI, *Power consumption indicator*), è definito come il rapporto tra la potenza assorbita dall'utenza e la potenza del motore principale P; esso esprime il grado di utilizzo della potenza disponibile da parte dell'utenza. L'indice di consumo di combustibile FCI (*Fuel Consumption Indicator*) è definito come il rapporto tra il consumo effettivo orario sostenuto dal motore principale rispetto e la potenza installata a bordo P. Gli indici sono riferiti alle due fasi principali che compongono l'attività di pesca. Ad ogni utenza energetica deve essere abbinata una terna di indicatori energetici.

Equazione	Unità di Misura	
$ECI_{Utenze} = \frac{E_{Utenze}}{P}$	$[ECI_{Utenze}] = \frac{kWh}{kW}$	(1)
$PCI_{Utenze} = \frac{P_{Utenze}}{P}$	$[PCI_{Utenze}] = \%$	(2)
$FCI = \frac{FC}{P}$	$[FCI] = \frac{l/h}{kW}$	(3)

Possibilità di risparmio energetico

Esistono alcune azioni che possono consentire margini di riduzione del consumo di combustibile, attuabili anche su imbarcazioni esistenti. Alcune azioni possono essere annoverate tra quelle di una pratica di gestione corretta dell'attività di pesca, tra cui si riporta l'adozione di una velocità di crociera inferiore alla massima consentita alla nave, che è tale da permettere di ottenere consistenti risparmi di combustibile.

Dato che l'apparato propulsivo è l'utente maggiormente energivoro, tutte le azioni applicabili su di esso costituiscono un margine di riduzione rilevante del consumo di combustibile. Tra tutti gli interventi che possono essere applicati al motore principale, al riduttore ed all'elica (i principali componenti dell'apparato propulsivo), si riportano alcuni tra quelli che sono contemplabili per un'imbarcazione esistente, in considerazione del fatto che essi saranno quindi relativamente poco invasivi e verosimili dal punto di vista dei costi di realizzazione.

Relativamente al motore di propulsione, la sua efficienza è vincolata alle sue caratteristiche costruttive, pertanto non ci sono margini di intervento su di esso. Tuttavia, alcuni esperimenti di condizionamento del combustibile (Gabiña et al., 2016; Notti and Sala., 2013) hanno dimostrato che il condizionamento del combustibile mediante applicazione di campi elettromagnetici o mediante l'immissione di idrogeno e ossigeno in fase di aspirazione, possono portare benefici in termini di incremento dell'efficienza termica del motore, riducendo il fabbisogno di combustibile a parità di potenza erogata. Tuttavia sono a tutt'oggi necessari numerosi altri test per poter conferire consistenza ai risultati fino ad ora ottenuti (Notti and Sala, 2014a).

Soprattutto in riferimento alla pesca al traino, la possibilità di adoperare riduttori a doppia velocità, con rapporti di riduzione adeguati sia alla fase di trasferimento che alla fase di traino, possono consentire al motore principale di erogare la potenza richiesta in condizioni di maggiore efficienza, riducendo quindi il fabbisogno di combustibile (Notti and Sala., 2013). Tuttavia, questo tipo di applicazione risulta piuttosto complessa, non già per l'installazione del dispositivo in sé, quanto per la necessità di adattare gli spazi e l'impiantistica della sala macchine all'installazione del nuovo riduttore (Notti and Sala, 2014b). Tale intervento risulterebbe quindi verosimile, in concomitanza di interventi di manutenzione e ristrutturazione della sala macchina, o in occasione di una eventuale sostituzione del motore.

L'elica di propulsione è solitamente progettata come compromesso tra le diverse fasi dell'attività di pesca (2014c). Soprattutto con riferimento alla pesca a strascico in cui l'imbarcazione spende gran parte del suo tempo trainando la rete a bassa velocità, l'applicazione di eliche intubate (fig. 4) ha dimostrato di poter incrementare in modo rilevante (oltre il 25%) le performances in termini di spinta dell'apparato propulsivo.

Il punto di partenza di sviluppi futuri può essere un'azione di coinvolgimento e persuasione degli operatori del settore, in primis dei pescatori. Corsi di formazione ed ag-

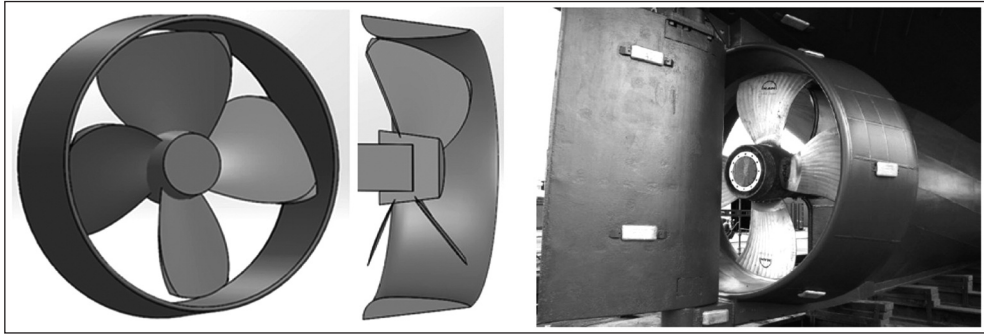


Fig. 4 - Elica intubata, in mantello Kort

giornamento, seminari di informazione, proposte di case studies possono costituire la chiave di volta per un cambiamento verso un approccio più consapevole, più adeguato e tecnologicamente avanzato. Inoltre, l'attuale crisi economica pone le basi per un radicale cambiamento della pesca in Italia, da un'era di tradizionalismo caratterizzato da micro realtà non autosufficienti, ad una pesca industriale, più efficiente e perciò stesso più rispettosa della natura e delle sue esigenze. Parallelamente a quanto detto risulta necessario uno studio sulle reali potenzialità della tecnica e della tecnologia per la pesca attuali, in quanto la diffusa obsolescenza della flotta peschereccia, trasforma in innovazione anche ciò che in altri ambiti può essere considerato come una tecnologia consolidata. La possibilità di studiare lo stato dell'arte della tecnica e della tecnologia della pesca, potendo nel contempo darne contezza sotto il profilo economico mediante, la redazione di approfonditi business plan, può conseguire in modo importante il perseguimento dell'efficientamento e un consolidamento della redditività dell'impresa di pesca.

Bibliografia

Bombace G., Lucchetti A., 2011. Elementi di biologia della pesca. *Edizioni Edagricole, Il Sole 24 ore*. 383 pp. ISBN: 978-88-506-5370-6. DOI: 10.13140/2.1.4385.9521.

Dremière P.Y, Fiorentini L., Cosimi G., Leonori I., Sala A., Spagnolo A., 1999. Escapement from the main body of the bottom trawl used for the Mediterranean International Trawl Survey MEDITS. *Aquatic Living Resources*, 123: 207-217.

Fridman A.L. 1973. Theory and Design of Commercial Fishing Gear. In *US Department of Commerce, National Technical Information Service*, (translated from Russian), 489 pp.

Fryer R. J. 1991. A model of between-haul variation in selectivity. *ICES Journal of Marine Science*, 48: 281-290.

Gabiña G., Basurko O., Notti E., Sala A., Aldekoa S., Clemente M., Uriondo Z., 2016. Energy efficiency in fishing: Are magnetic devices useful for use in fishing vessels?. *Applied Thermal Engineering*, Volume 94, 5 February 2016, Pages 670-678, ISSN 1359-4311, <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.10.161>.

Holt S. J., 1963. A method for determining gear selectivity and its application. *ICNAF Spec. Publ.*, 5: 106-115.

Lucchetti A., Palumbo V., Perdichizzi F., Rinelli P., Sala A., 2008. EC Reg. 1967/2006: is square-mesh better selective than larger mesh-size? Comparative experiment in Sicilian trawl fisheries. *Biol. Mar. Mediterr.*, 151: 338-339.

Lucchetti A., Sala A., 2009. An overview of loggerhead sea turtle *Caretta caretta* bycatch and technical mitigation measures in the Mediterranean Sea. *Reviews of Fish Biology and Fisheries*, 202, 141-161.

Lucchetti A., Piccinetti C., Meconi U., Frittelloni C., Marchesan M., Palladino S., Virgili M., 2014. Transferable Fishing Concessions TFC: A pilot study on the applicability in the Mediterranean Sea. *Marine Policy*, 44: 438-447.

Notti E., Sala A., 2013. Propulsion system improvement for trawlers. *Developments in Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources - Proceedings of IMAM 2013, 15th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean*, 2, pp. 1085-1090.

Notti E., Sala A., 2014a. Fuel saving and emission reduction in fisheries: Results of the experimentation of a new magnetic device onboard fishing vessel. *2014 Oceans - St. John's, OCEANS 2014*, art. no. 7003183, DOI: 10.1109/OCEANS.2014.7003183

Notti E., Sala A., 2014b. Information collection in energy efficiency for fisheries ICEEF2012. Final Project Report to the European Commission - Joint Research Centre JRC, Tender Contract IPSC/2011/04/01/NC Nr. 258382, ISBN 978-92-79-43855-4, ISSN 1831-9424, doi:10.2788/1977: 87 pp.

Pope J. A., Margetts A. R., Hamley J. M., Akyüz E. F., 1975. Manual of methods to fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 411: 46 pp.

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

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

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

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

Sala A., Lucchetti A., Affronte M., 2011a. Effects of turtle excluder devices TED on bycatch and discards reduction in the demersal fisheries of Mediterranean Sea. *Aquatic Living Resources*, 24: 183-192.

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

Sala A., Lucchetti A., Perdichizzi A., Herrmann B., Rinelli P., 2015, Is square-mesh better selective than larger mesh? A perspective on the management for Mediterranean trawl fisheries, *Fisheries Research*, 161: 182-190, ISSN 0165-7836, DOI:10.1016/j.fishres.2014.07.011.

Lo stato delle risorse biologiche e della pesca nel Basso Adriatico e nello Ionio nord occidentale

di M.T. Spedicato, W. Zupa, P. Carbonara, L. Casciaro, I. Bitetto,
M.T. Facchini, P. Gaudio M. Palmisano e G. Lembo

*COISPA Tecnologia & Ricerca, Stazione Sperimentale per lo Studio delle Risorse del
Mare - Via dei trulli 18 - 70126 Bari, Italia. - spedicato@coispa.it*

Abstract

*South Adriatic and north western Ionian seas are interconnected by water masses, the deeper one is warmer and saltier and is flowing from the Ionian to Adriatic, in the opposite direction, on the upper layer, the colder one is flowing. This circulation dynamic together with geomorphology configuration, sediments and nutrients influence the distribution of the fishery resources, some of which are considered shared among the two basins (e.g. *Parapenaeus longirostris*, *Aristaeomorpha foliacea*) whilst other ones, as European hake, are considered shared between north-central and south Adriatic sea. This makes assessment more complex, for the need to account for different and partly interacting fleets, which might share fishery resources and fishing grounds. In addition, this situation is more demanding for the design of specific management measures. Indeed in the two basins several fleets and métiers are fishing on the same stocks, with European hake being one of the more complex case. Though a decrease of fishing mortality is occurring for most of the assessed stocks, possibly as concurring effect of management measures in place under past management plans (e.g. scraping and seasonal fishing ban) and favourable environmental conditions, which enhance recruitment and thus the strength of the first year-class, additional management measures are urgent. Most of the main target stocks are indeed in an overfishing status and all the possible options, to be effective, should be placed into and integrated multiannual and multitasking management plan, given the need to rebuild stocks and reduce discard.*

Caratteristiche ambientali del Basso Adriatico (GSA18) e dello Ionio (GSA19)

Il Basso Adriatico (Geographical Sub-Area 18; sub-area statistica FAO 37.2.1-Adriatico) (dalla congiungente Gargano-Lastovo a nord e dal confine con il mare Ionio a sud, individuato al parallelo di Otranto; Artegiani *et al.*, 1997), si estende per circa 29.000 km² se si considera la superficie compresa fra la linea di costa (-10 m circa) e circa -800 m di profondità. Il bacino interessa le coste italiane della regione Puglia, sul versante occidentale, e quelle di Montenegro e Albania sul versante orientale (Lembo e Spedi-

cato, 2011). Questa sezione meridionale dell'Adriatico si caratterizza per la presenza di un'ampia depressione centrale denominata "Depressione del SAD" e detta anche "fossa di Bari". In questa zona il fondo marino raggiunge quota -1233 m (Fig. 1).

Con riferimento alle masse d'acqua l'Adriatico può essere diviso in tre grandi strati:

- le Acque Superficiali (SAdSW) che, con variazioni stagionali e annuali, si estendono fino a -50 m. In estate queste acque raggiungono il termocline (fino anche a -70 m), mentre in inverno si trovano a maggiore profondità ed occupano, in tutto o in parte, lo strato intermedio.
- le Acque Intermedie Levantine Modificate (MLIW, Modified Levantine Intermediate Water) da -150 a -400 m (Buljan e Zore-Armanda, 1971);
- le Acque Profonde (SAdDW) oltre -800 m di profondità.

Questi strati, sebbene si influenzino fra di loro, hanno un sistema indipendente di correnti e la circolazione è caratterizzata da movimenti ciclonici (Artegiani *et al.*, 1997), con differenze delle caratteristiche saline e termiche a seconda della latitudine.

Il Basso Adriatico è collegato allo Ionio Settentrionale attraverso il Canale d'Otranto. Le masse d'acqua che entrano dal Mediterraneo orientale fluiscono lungo il versante est, mentre le acque fredde del nord Adriatico (NAdDW, North Adriatic Deep Water) defluiscono da nord verso sud in profondità (Vilibic e Orlic, 2002), lungo il versante occidentale. La perdita di queste acque, più dense, è compensata dal flusso di acque ioniche (ISW) e dalle Acque Intermedie Levantine Modificate MLIW, che contribuiscono al mantenimento della salinità del bacino e, assieme alle ISW, ne compensano anche la perdita di calore. Nello strato intermedio (MLIW) delle masse d'acqua il flusso in ingresso prevale durante tutto l'anno, soprattutto in estate, quando il regime ventoso da sud favorisce gli ingressi di acque attraverso il canale di Otranto. Lo strato intermedio è quindi caratterizzato dalle acque del Mediterraneo orientale, più calde e salate. Il flusso in uscita prevale, invece, specialmente in inverno, quasi a compensare l'acqua in ingresso (Peres e Gamulin-Brida, 1973).

Alla circolazione termoalina profonda si aggiunge una circolazione termoalina superficiale, che procede in senso antiorario e presenta una struttura ciclonica, che nell'Adriatico meridionale si configura come *South Adriatic Gyre*; tale struttura produce una risalita (upwelling) di acqua dal centro del bacino. Le due correnti costiere principali sono la *Eastern Adriatic (Coastal) Current* (EAC) e la *Western Adriatic Coastal Current* (WACC). La prima convoglia acque calde e salate nell'Adriatico, ed è composta nello strato superficiale da *Ionian Surface Waters* (ISW), mentre la WACC è una corrente costiera, composta prevalentemente da acque fredde e poco salate provenienti essenzialmente dagli apporti del Po, che spinge le acque dell'Adriatico verso lo Ionio (Zore-Armanda, 1969). Tale corrente si allontana dalla linea di costa solo in corrispondenza del Golfo di Manfredonia; la presenza del promontorio del Gargano la costringe, infatti, a descrivere un'ampia curva, definendo un circuito locale in senso antiorario proprio nel Golfo, prima di riaccostarsi alla terraferma nei dintorni di Bari.

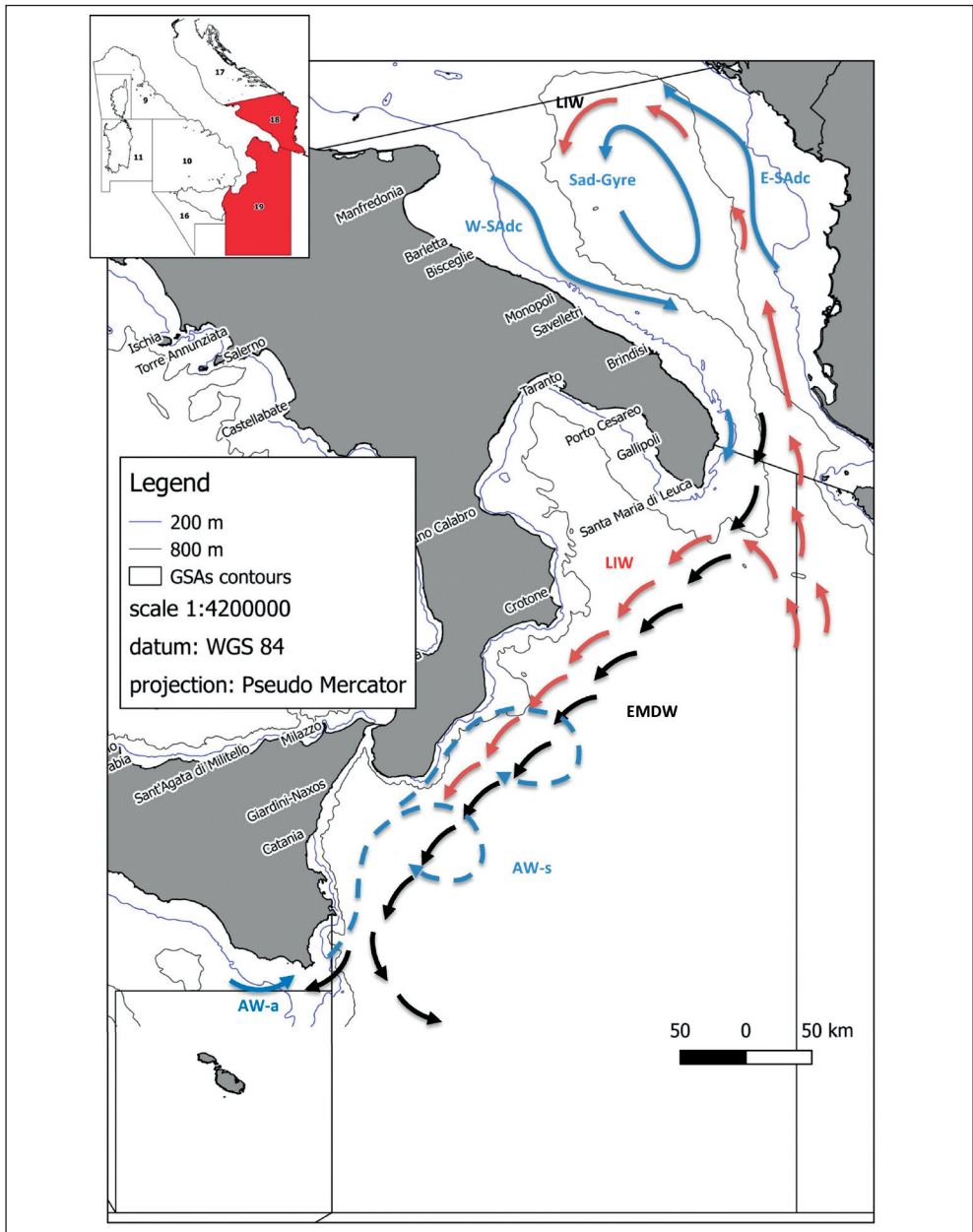


Fig. 1 - Circolazione delle correnti superficiali (AW), intermedie (LIW) e profonde (EMDW) nelle GSA 18 e GSA19 (da Lembo e Spedicato, 2011; Tursi *et al.*, 2011; mod.). AW e AW-s: acque di origine atlantica modificate (blu); LIW: acque intermedie di origine levantina (rosso); SAD-G: vortice del Sud Adriatico; E-SAd-C: corrente adriatica Nord-orientale; W-SAd-C: corrente adriatica Sud-occidentale; EMDW (nero): acque profonde del Mediterraneo orientale

L'effetto principale della WACC è quello di trasportare le acque del sottobacino nord fin oltre lo stretto di Otranto, lungo la costa italiana. Le strutture di circolazione superficiali manifestano un'importante variabilità stagionale.

L'Adriatico meridionale è quindi caratterizzato dal mescolamento delle acque Adriatiche, più fredde e meno salate, con quelle Ioniche, a temperatura e salinità più elevate (Bregant *et al.*, 1992; Leder *et al.*, 1995).

La salinità media del bacino Adriatico meridionale è di 38,5 ppt. Le acque intermedie di levante dell'area sud-orientale hanno un valore di salinità di 38,75 ppt (temperatura di 13,7°C), le acque profonde hanno un valore medio di 38,65 ppt (temperatura di 13,3°C). In superficie la temperatura dell'acqua varia tra 28-29°C in estate e 9-11°C in inverno.

Il bacino dell'Adriatico meridionale contribuisce all'intera circolazione delle masse d'acqua del Mediterraneo con il flusso di acque profonde SAdDW, che si formano nella fossa del Basso Adriatico per mescolamento delle acque ad alta salinità provenienti dal bacino di Levante con le acque dense provenienti dal nord Adriatico e per convezione locale da raffreddamento superficiale (Vilibic e Orlic, 2002). Il mare Adriatico è, assieme al bacino di Levante, una delle tre aree del mare Mediterraneo in cui, a seguito di processi di sprofondamento (down-welling), innescati dal raffreddamento superficiale, si formano le cosiddette "acque dense", ricche di ossigeno, che alimentano gli strati più profondi. Queste acque, più fredde, che si localizzano tra le acque intermedie levantine ed il fondo penetrano nello Ionio da Nord, attraverso il Canale d'Otranto e determinano la circolazione ciclonica delle acque di questo bacino (Canals *et al.*, 2009).

Lo Ionio (Geographical Sub-Area 19; divisione statistica FAO 37.2.2 - Ionio), se si considerano i limiti di profondità di -10 e -800 m, si estende per circa 16.500 km², interessando, da Capo d'Otranto (Lecce) a Capo Passero (Siracusa), 4 regioni (Puglia, Basilicata, Calabria e Sicilia) (Tursi *et al.*, 2011). Il bacino settentrionale del Mar Ionio è diviso dal canyon di Taranto (profondità massima 2200 m) in due settori, differenti fra loro per caratteri geomorfologici e idrografici (Senatore *et al.*, 1980) (Fig. 1). Nel settore nord-orientale la piattaforma continentale è più estesa e la pendenza verso la scarpata meno ripida, diversamente dal settore occidentale, segnato da numerosi canyon e canali che permettono il trasferimento dei sedimenti di piattaforma sino a profondità epibatiali (Rossi e Gabbianelli, 1978).

I canyon rivestono un'importante funzione ecologica come *hot spot* della biodiversità nel Mediterraneo (Gili *et al.*, 1998, 2000) e come "aree rifugio" per molte risorse a distribuzione batiale. Tali ambienti rappresentano inoltre siti di distribuzione di specie marine in particolari fasi del loro ciclo vitale (Sardà *et al.*, 1994).

Il Mar Ionio riceve da Ovest, attraverso il Canale di Sicilia, acque Atlantiche superficiali (Atlantic Water - AW), la cui salinità cresce da 37,5 psu nel Canale di Sicilia a 38,6 psu presso Creta (Theocharis *et al.*, 1993). Le acque atlantiche formano

uno strato di circa 60-150 m e la loro temperatura oscilla tra 13 °C in inverno e 28 °C in estate. Le LIW (Levantine Intermediate Water) si estendono invece dallo strato superficiale, fino a 800-900 m di profondità e sono caratterizzate da valori più alti di temperatura e salinità, presentando differenze tra la parte più meridionale e quella più settentrionale dello Ionio.

A partire dalla fine degli anni '80 e in seguito al susseguirsi di particolari eventi climatici, un importante cambiamento delle caratteristiche delle masse d'acqua, denominato Eastern Mediterranean Transient (EMT), ha interessato la circolazione del Mediterraneo. Il flusso delle acque profonde del Basso Adriatico sarebbe stato infatti sostituito dalle acque dell'Egeo, più calde e salate, inducendo un aumento salino e termico, con probabili conseguenze sui livelli trofici e produttivi del bacino (AA.VV., 2000). Attualmente sembra ripristinata la condizione termoalina originaria tra le acque atlantiche superficiali, le acque intermedie levantine e le acque profonde prevalentemente di origine adriatica (Manca et al., 2002).

GSA18 e GSA19 appaiono dunque intimamente connesse, per caratteristiche oceanografiche e per dinamica delle masse d'acqua, e la variabilità del pattern spaziale e temporale delle correnti nei due bacini contribuisce ad influenzare la diversità e la distribuzione spaziale delle risorse biologiche e oggetto di pesca, nonché importanti tratti vitali delle popolazioni ittiche ed, in ultimo, gli eventi riproduttivi ed il successo del reclutamento.

Le fonti di serie storiche di dati indipendenti e dipendenti dalla pesca

Una fonte comune a tutte le GSA del Mediterraneo di dati di abbondanza, distribuzione e demografia delle specie demersali, indipendenti dalla pesca, è rappresentata dalla serie storica dei trawl survey MEDITS (Bertrand *et al.*, 2002). Questa fonte consente di stimare indicatori standardizzati (AA.VV., 2013; da consultare per dettagli metodologici) di popolazione, di comunità ed ecosistema dal 1994 ad oggi. È, inoltre, utilizzata di routine per il tuning dei modelli di assessment di tipo VPA (Virtual Population Analysis; e.g. Pope, 1972; Extended Survivor Analysis-XSA; Darby e Flatman, 1994) o SCA (Statistical Catch at Age; e.g. Methot, 1990; SS3, Methot, 2012). La disponibilità di dati spazialmente georeferenziati consente, in più, l'applicazione di tecniche predittive e di interpolazione spaziale per l'identificazione degli areali di distribuzione delle singole specie, delle aree di localizzazione/concentrazione di stadi di sviluppo chiave nella dinamica delle popolazioni (e.g. aree di nursery e di riproduzione, recentemente oggetto di studio nel progetto MEDISEH - Mediterranean Sensitive Habitats - Giannoulaki *et al.*, 2013; MAREA framework; a cui si rimanda per i dettagli metodologici; Druon *et al.*, 2015), degli hot spot di biodiversità a livello di bacino (Granger *et al.*, 2015; Keller *et al.*, 2016).

Non sempre, tuttavia, è possibile modellizzare la probabilità di localizzare un'area di nursery o di riproduzione, perché il campionamento non coincide esattamente con il periodo di riproduzione o reclutamento di una determinata specie (non infrequente in un campionamento multispecie), o per la disponibilità/vulnerabilità di un determinato stadio vitale all'attrezzo campionario, etc.. Per questa ragione si riportano in questo lavoro informazioni su aree di nursery e concentrazione di riproduttori per un pool selezionato di specie di particolare interesse per la pesca demersale nelle aree in esame.

I dati MEDITS sono stati inoltre recentemente utilizzati, insieme ad altre informazioni di tipo genetico, oceanografico e biologico, per definire le unità di stock delle principali specie demersali e di piccoli pelagici (progetto STOCKMED, Fiorentino *et al.*, 2015, MAREA framework; a cui si rimanda per dettagli metodologici), aspetto chiave nei processi di stock assessment. A seguito dei risultati del progetto STOCKMED, infatti, sono state condotte valutazioni in ambito STECF-EWG (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries - Expert Working Groups) che combinano dati provenienti da diverse GSA, finora generalmente considerate unità omogenee anche a fini gestionali.

Altra fonte di informazione è rappresentata da dati dipendenti dalla pesca, raccolti in modo sistematico a partire dal 2002 nell'ambito del Regolamento Europeo per la Raccolta Dati nei settori della Pesca e dell'Acquacoltura (Regolamento Comunitario e del Consiglio EC N° 199/2008 e precedenti). Da questo ambito provengono le informazioni di base utilizzate per la valutazione delle risorse e per l'applicazione dei modelli di stock assessment.

I modelli adottati per le valutazioni riportate in questo lavoro (Tab. 3) sono basati su un approccio di tuned VPA (Darby e Flatman, 1994) o di SCA (a4a; Millar *et al.*, 2012) o di simulazione (ALADYM, Lembo *et al.*, 2009). Talvolta questi approcci sono integrati per ottenere risultati maggiormente robusti.

L'indicatore di sostenibilità in tabella 3 (Sustainable Harvest Indicator) è stato calcolato secondo le Linee Guida riportate in Indicator Guidelines (COM (2014) 545 final)).

Sensitive habitat, nursery e aree di concentrazione dei riproduttori

L'Adriatico meridionale e lo Ionio sono caratterizzati da una notevole diversità di habitat sensibili, che incidono anche sulla biodiversità della componente di megafauna ittica dell'ecosistema. Nelle aree costiere della parte centrale dell'Adriatico meridionale si ritrovano praterie a *Posidonia oceanica*, il cui limite inferiore non eccede -25 m di profondità, e formazioni di coralligeno, che si estendono fino a -40 e -50 m (Fig. 2; Costantino *et al.*, 2010; Lembo e Spedicato, 2011; Giannoulaki *et al.*,

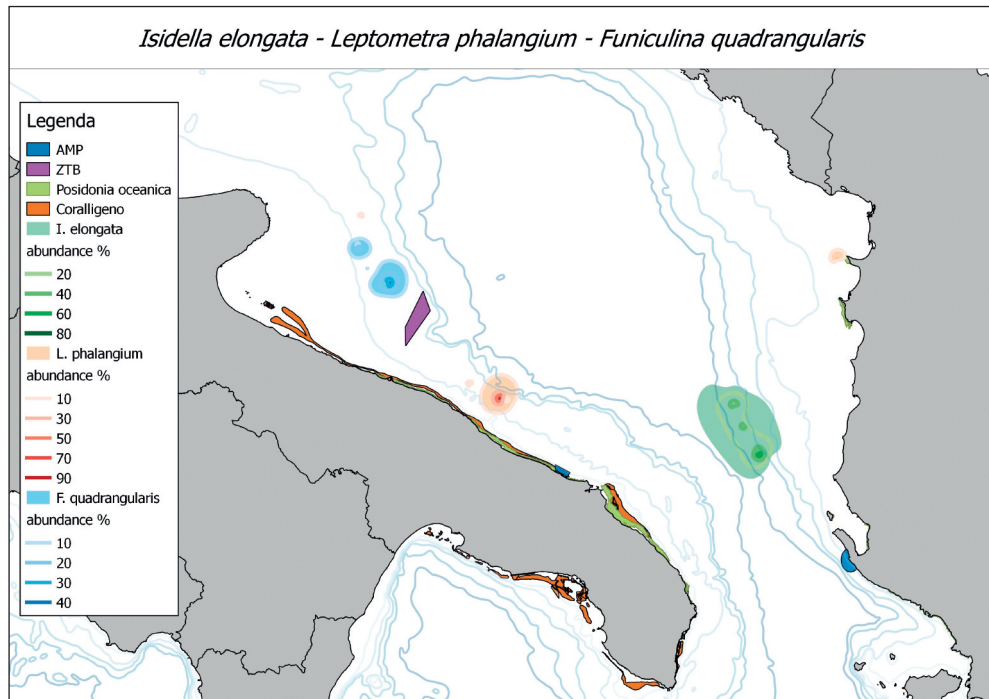


Fig. 2 - Localizzazione di Sensitive habitat costieri e del largo nella GSA18

2013). Nella parte centro occidentale del Basso Adriatico sono stati localizzati anche hot spot di ambiente profondo, con biocenosi a *Leptometra phalangium*, su fondi detritici, e a *Isidella elongata* su fanghi batiali, mentre nella parte sud orientale sono localizzate biocenosi a *Funiculina quadrangularis* (Fig. 2) (Spedicato *et al.*, dati non pubblicati). Sui fondi di scarpata, lungo le aree incise da canyon, si ritrovano biocenosi a coralli bianchi che rappresentano importanti hot spot di biodiversità e possibili aree di rifugio per specie ittiche di habitat profondo (e.g. *P. bogaraveo*, *H. dactylopterus*) (D’Onghia *et al.*, 2015).

Nello Ionio i fondi a coralligeno si estendono fino a -80 m (Martin *et al.*, 2014; Telesca *et al.*, 2015,) e le praterie di *Posidonia oceanica* caratterizzano alcuni tratti delle aree costiere. Fondi detritici a *Leptometra phalangium* sono peculiari in alcune zone, localizzati in prossimità del bordo inferiore della piattaforma continentale, mentre sui fondi di scarpata e batiali, fra -350 e -1100 m, si ritrovano hot spot a coralli bianchi, soprattutto al largo di Santa Maria di Leuca (SML), con un ruolo importante di rifugio e di nursery (Anonymous, 2001; D’Onghia *et al.*, 2010). Allo scopo di proteggere questi habitat, nel 2006, il GFCM ha introdotto una nuova fascia di protezione: “Deep-sea fisheries restricted area”.

La distribuzione geografica delle aree di nursery di diverse specie demersali è stata studiata, sia nella GSA18 che nella GSA19, con metodi basati su geostatistica e Generalized Additive Models (GAMs) (Lembo *et al.*, 2000; Carlucci *et al.*, 2009; Lembo *et al.*, 2010), recentemente anche nel programma MEDISEH (Mediterranean Sensitive Habitats, MAREA project website, Giannoulaki *et al.*, 2013; Colloca *et al.*, 2015). Elevate concentrazioni di reclute di nasello sono state stabilmente localizzate sul versante nord della GSA18, soprattutto in prossimità del Gargano, con estensione nel Golfo di Manfredonia, fra 100 e 200 m di profondità (Fig. 3), e lungo il versante

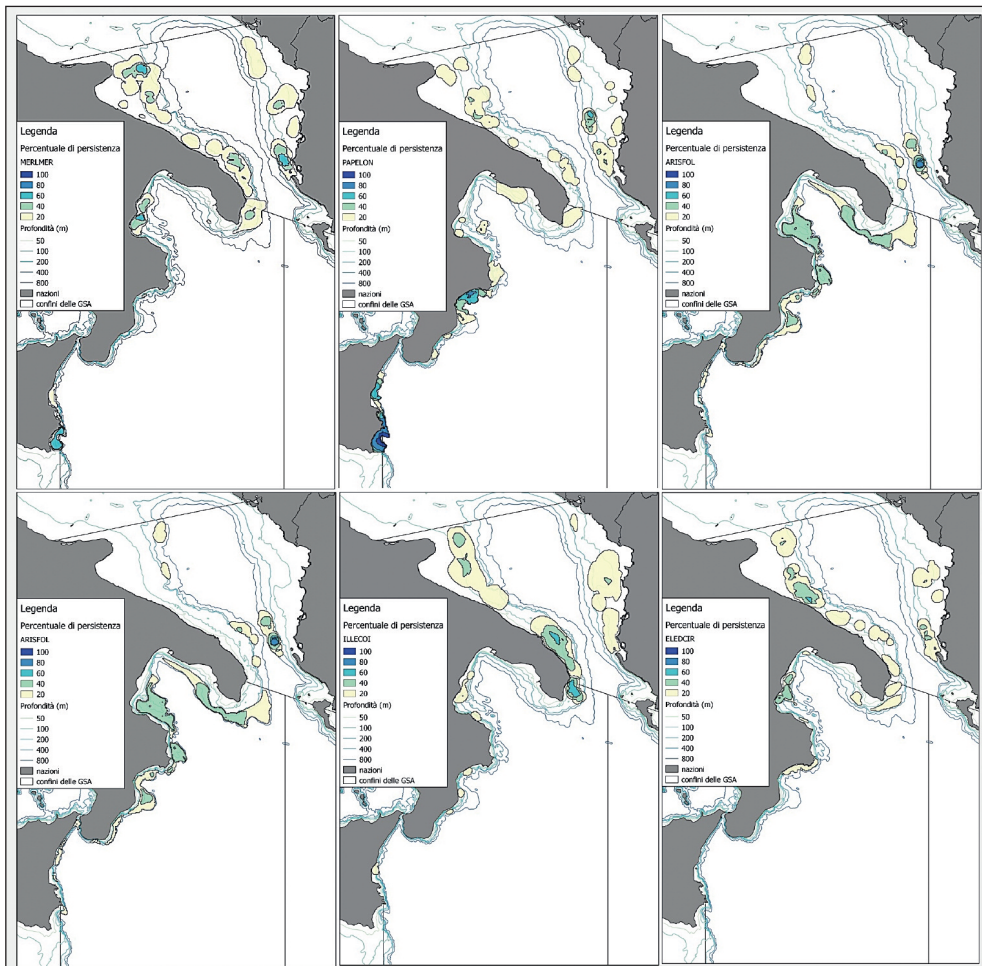


Fig. 3 - Localizzazione delle aree di nursery (sono evidenziati diversi livelli di probabilità) nelle GSA18 e GSA19. A) nasello, B) gambero bianco, C) gambero rosso, D) triglia di fango, E) moscardino bianco, F) totano comune

orientale della GSA18, in prossimità di Valona. Nello Ionio i nuclei principali sono presenti nel golfo di Corigliano, a sud-est del Banco dell'Amendolara, e lungo le coste sud-orientali della Sicilia (Golfo di Noto) fra 100 e 250 m di profondità, dove si localizza in sovrapposizione con quella del nasello, la principale area di nursery del gambero bianco. Altri nuclei di aggregazione di giovanili di questa specie sono presenti al largo delle coste Albanesi, per le caratteristiche delle masse d'acqua e dei sedimenti fangosi maggiormente favorevoli alla distribuzione di *P. longirostris* (Abellò et al., 2002) e nel Golfo di Squillace, lungo le coste della Calabria.

Nella zona più meridionale della GSA18, e con maggiore probabilità lungo il versante orientale, è localizzata una delle più importanti aree di nursery del gambero rosso dei bacini del sud-Adriatico e dello Ionio (Fig. 3). Zone con inferiore probabilità e concentrazione di individui si ritrovano al largo di Gallipoli e Santa Maria di Leuca ed al largo di Corigliano, quasi fino a Isola Capo Rizzuto, attorno ai 500 m di profondità.

L'area a nord della GSA18, lungo il promontorio del Gargano, rappresenta anche una localizzazione di elezione delle nursery di *M. barbatus*, mentre al largo di Molfetta e di Corigliano (Banco Amendolara, GSA19) sono più presenti aree di concentrazione di giovanili di *E. cirrhosa*. Aree di nursery di *I. coindetii* più persistenti sono localizzate invece nella parte più meridionale della GSA18.

Nel corso del programma MEDISEH (Giannoulaki et al., 2013) sono state anche recentemente identificate e caratterizzate spazialmente le aree di concentrazione dei riproduttori delle principali specie demersali, con metodi basati su geostatistica e Generalized Additive Models (GAMs). Le aree con maggiore concentrazione di riproduttori di scampo (Fig. 4) sono state individuate lungo il bordo della scarpata della fossa di Bari (GSA18), sia sul versante occidentale che su quello orientale, al largo di Corigliano e all'estremo sud del Golfo di Squillace (GSA19), dove è stata localizzata, inoltre, una delle aree più probabili di concentrazione dei riproduttori di gambero bianco; altre aree sono localizzate, come per le reclute di questa specie, lungo il versante orientale della GSA18 (coste Albanesi). Riproduttori di gambero rosso si aggregano nelle stesse zone delle reclute, ma a maggiore profondità. Sulla scarpata della fossa di Bari è stata identificata una delle aree più importanti di aggregazione dei riproduttori di gambero viola, in sovrapposizione con quella del gambero rosso, mentre altri nuclei sono sparsi, nello Ionio, al largo di Gallipoli, di Isola Capo Rizzuto e di Roccella Ionica.

Per quel che riguarda le risorse con distribuzione maggiormente costiera, è interessante notare che nuclei con maggiore concentrazione di riproduttori di triglia di fango sono presenti lungo il versante orientale (coste Albanesi). Le aree di concentrazione dei riproduttori di moscardino bianco e totano comune sono diffuse, soprattutto per la prima specie, lungo la piattaforma continentale della GSA18, mentre altrove la presenza è poco rilevante, fatta eccezione per il moscardino bianco nel Golfo di Corigliano.

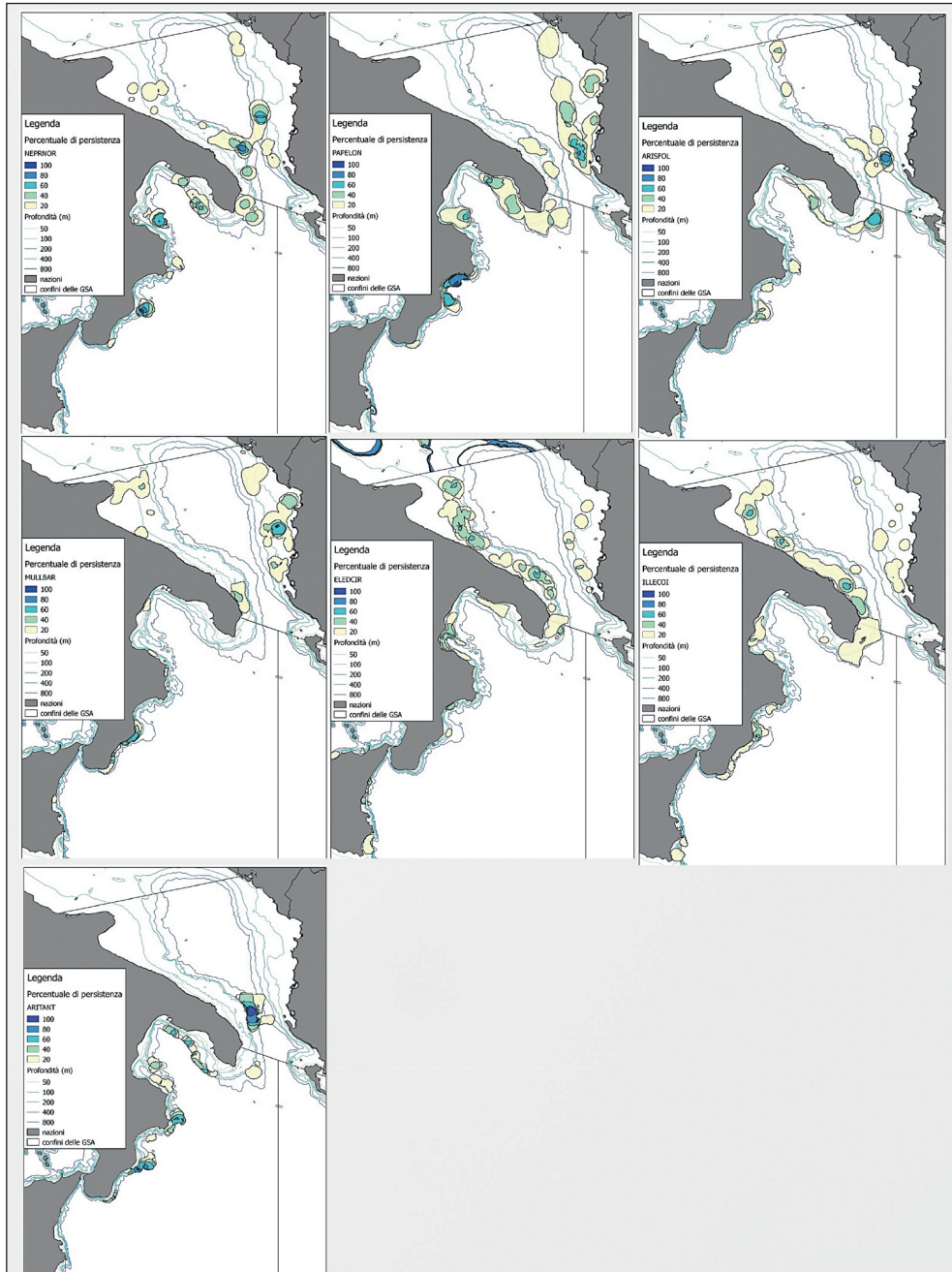


Fig. 4 - Localizzazione delle aree di maggiore concentrazione dei riproduttori (sono evidenziati diversi livelli di probabilità) nelle GSA18 e GSA19. A) scampo, B) gambero bianco, C) gambero rosso, D) triglia di fango, E) moscardino bianco, F) totano comune; G) gambero viola

Le fisionomie di pesca

In tabella 1 è riportata una sintesi delle fisionomie di pesca dei due bacini, con identificazione e caratterizzazione delle fisheries (metier), in termini di numero di battelli, specie target e specie prevalenti, macro-aree di pesca, macro-stagionalità di pesca e un indicatore di sostenibilità del prelievo per segmento di pesca. Il numero di battelli può subire alcune variazioni, perché, in particolare per la pesca artigianale, lo stesso battello può utilizzare più attrezzi. Le informazioni riportate integrano diverse fonti: dati DCF, informazioni raccolte nelle GSA presso le marinerie, progetto SEDAF (Lembo *et al.*, 2015; MAREA Framework).

La flotta italiana della GSA 18 si compone di 1.037 unità, per un tonnellaggio complessivo di 17 mila GT ed una potenza motore di 104 mila kW (Mannini e Sabatella, 2015).

Circa 370 imbarcazioni utilizzano reti da posta (tremagli e imbrocco) e circa 400 battelli lo strascico, questi ultimi operano in larga misura nel metier “demersal trawlers” (strascico costiero), mentre pochi lavorano anche su fondi di scarpata e batiali, soprattutto al largo del Gargano e nella parte più meridionale e della GSA18. Circa 16 imbarcazioni sono specializzate nella pesca con palangari di fondo per la cattura di grandi naselli (Tab. 1) sui fondi della piattaforma continentale e del limite superiore della scarpata.

Lo strascico è di gran lunga il sistema prevalente con circa il 75% della capacità totale e circa l'87% dello sforzo di pesca ($Kw \cdot \text{giorni di pesca}$).

Le abitudini di pesca cambiano a seconda delle marinerie e sono evidentemente influenzate dalla capacità della flotta. A Molfetta, infatti, dove fanno porto base le imbarcazioni di maggiori dimensioni, le bordate sono anche di 2-3 giorni, mentre a Manfredonia la durata della bordata è solitamente giornaliera; le barche che usano palangari di fondo fanno anche bordate di 3-4 giorni, a causa dei tempi necessari per raggiungere le zone di pesca (Lembo e Donnalioia, 2007).

La maggior parte delle poche imbarcazioni con target i piccoli pelagici (soprattutto traino pelagico e ciancioli) hanno base amministrativa nella GSA18, ma operano storicamente nella GSA17 per la cattura delle alici, che rappresentano la specie bersaglio di questa flotta.

La flotta albanese è costituita da circa 552 barche (fonte Eurofish, 2013; <http://eurofish.int/>), per il 40% piccoli battelli polivalenti di circa 6 m di lunghezza. Imbarcazioni oltre i 12 m rappresenterebbero circa il 43% della flotta. Il principale sistema di pesca è lo strascico (38% dei battelli) e le catture stimate al 2012 sono circa 2400 tonnellate, con le specie demersali che costituirebbero il 35-40% delle catture. La piccola pesca contribuisce con circa 500 tonnellate, per un totale quindi di circa 2900 tonnellate di produzione globale. Durazzo (con il 38% della flotta), Valona (35%), Shengjin (12%) e Saranda (14%) sono i porti più importanti per la pesca. Lungo la costa adriatica gli attrezzi principali sono tremagli e reti da imbrocco, mentre sul versante ionico gli attrezzi prevalenti sono i palangari e le reti da imbrocco.

Tab.1 - Principali fisheries e stock della GSA18 e GSA19 (i dati sono riferiti all'anno 2014; per la GSA18 si riferiscono al versante occidentale); VL indica la lunghezza dei natanti. L'indicatore SHI (Sustainable Harvest Indicator) è stimato in linea con i metodi riportati in: Indicator guidelines (COM (2014) 545 final).

GSA	Fishery	Numero medio di battelli operativi	Specie target (sbarcato, tons)*	Range di profondità operativa (m)	Area	Stagionalità (in trimestri)	Stime dei balance indicators (riferite al segmento di flotta): Sustainable Harvest Indicator (SHI)
18	Strascico costiero	~380	<i>M. merluccius</i> = 1536 t <i>M. barbatus</i> = 1216 t <i>S. mantis</i> = 957 t <i>E. moscata</i> = 707 t <i>E. cirrosa</i> = 646 t <i>P. longirostris</i> = 597 t <i>N. norvegicus</i> = 417 t	50-200 m	Piattaforma continentale	1,2,3,4	VL0612 = 2.2 VL1218 = 3.79 VL1824 = 4.31 VL2440 = 4.27
18	Strascico mixed	~27	<i>M. merluccius</i> = 48 t <i>E. gurnardus</i> = 47 t <i>L. vulgaris</i> = 43 t <i>S. mantis</i> = 43 t <i>S. officinalis</i> = 41 t <i>P. longirostris</i> = 40 t <i>M. barbatus</i> = 34 t <i>N. norvegicus</i> = 27 t <i>A. foliacea</i> = 8 t	100-600 m	Piattaforma continentale e scarpata	1,2,3,4	VL1218 = 3.57 VL1824 = 3.67 VL2440 = 3.78
18	Tremagli per specie demersali	~240	<i>S. officinalis</i> = 190 t <i>O. vulgaris</i> = 93 t		Piattaforma continentale	1,2,3,4	
18	Reti da imbocco per pesci demersali	~118	<i>M. surmuletus</i> = 64 t <i>O. vulgaris</i> = 60 t <i>S. salpa</i> = 38 t		Piattaforma continentale	1,2,3,4	
18	Palangari di fondo	~16	<i>M. merluccius</i> = 279 t <i>C. conger</i> = 72 t <i>E. gurnardus</i> = 62 t	0-600 m	Piattaforma continentale e scarpata	2,3,4	
18	Ciancioli per piccoli pelagici	~5	<i>E. encrasicolus</i> = 562 t <i>S. pilchardus</i> = 421 t	15-200m	Piattaforma continentale	2,3,4	

18	Reti volanti per piccoli pelagici	~27	<i>E. encrasicolus</i> = 2767 t <i>S. pilchardus</i> = 1936 t	15-200m	Piattaforma continentale	1,2,3,4	
19	Strascico costiero	~39	<i>P. longirostris</i> = 92 t <i>M. barbatus</i> = 36 t <i>M. merluccius</i> = 31 t <i>S. mantis</i> = 24 t	50-200 m	Piattaforma continentale	1,2,3,4	VL1218 = 3.1 VL1824 = 3.07
19	Strascico mixed	~127	<i>P. longirostris</i> = 306 t <i>M. merluccius</i> = 150 t <i>A. antennatus</i> = 115 t <i>A. foliacea</i> = 69 t <i>M. barbatus</i> = 66 t	100-600 m	Piattaforma continentale e scarpata	1,2,3,4	VL1218 = 3.02 VL1824 = 2.64
19	Strascico profondo	~82	<i>A. foliacea</i> = 251 t <i>A. antennatus</i> = 184 t <i>N. norvegicus</i> = 42 t <i>M. merluccius</i> = 29 t <i>P. longirostris</i> = 24 t	500-700 m	Scarpata	2,3,4	VL1218 = 2.42 VL1824 = 2.45
19	Ciancioli per piccoli pelagici	~14	<i>E. encrasicolus</i> = 104 t <i>S. pilchardus</i> = 84 t	0-200m	Piattaforma continentale	2,3,4	VL1218 = 1
19	Reti da imbrocco derivanti per piccoli pelagici (menaide)	~27	<i>E. encrasicolus</i> = 12 t <i>S. pilchardus</i> = 13 t	0-200m	Piattaforma continentale	2,3,4	VL0611 = 1
19	Tremagli per specie demersali	~250-280	<i>S. officinalis</i> = 174 t <i>O. vulgaris</i> = 105 t <i>M. merluccius</i> = 89 t <i>B. boops</i> = 72 t	0-100 m	Piattaforma continentale	1,2,3,4	
19	Reti da imbrocco per pesci demersali	~260-280	<i>M. surmuletus</i> = 205 t <i>B. boops</i> = 173 t <i>P. bleunoides</i> = 135 t <i>M. barbatus</i> = 123 t <i>M. merluccius</i> = 120 t <i>S. officinalis</i> = 71 t	0-400 m	Piattaforma continentale e scarpata	1,2,3,4	
19	Palangari di fondo	~120-150	<i>L. caudatus</i> = 513 t <i>M. merluccius</i> = 320 t <i>P. bleunoides</i> = 66 t <i>C. conger</i> = 50 t		Piattaforma continentale e scarpata	2,3,4	

Le zone di pesca si trovano in coincidenza dei fondi molli della piattaforma continentale e lungo la parte superiore della scarpata continentale. Le catture dello strascico avvengono in un intervallo di profondità tra 50-60 e 600 metri.

La flotta operante nella GSA 19 si compone di 1.568 battelli che equivalgono, in termini di capacità, a circa 13 mila tonnellate e a 100 mila kW di potenza motore (Mannini e Sabatella, 2015).

Lo sbarcato dello Ionio (GSA19) contribuisce per circa il 5% alla produzione nazionale. La ridotta estensione della piattaforma continentale ha sicuramente favorito, storicamente, i sistemi della pesca artigianale (tremagli, reti da imbrocco, palangari, trappole, arpioni e piccole reti derivanti come la tradizionale “*menaide*”, sistema di pesca con peculiari caratteristiche di sostenibilità; progetto DRIFTMED; Sartor., 2014; MAREA framework), che sono utilizzati da circa il 70% delle imbarcazioni, mentre circa il 30% usa lo strascico, soprattutto del largo, su fondi batiali e della scarpata continentale (Tab. 1).

Le marinerie più importanti, con diversa intensità e distribuzione dello sforzo di pesca, sono: Gallipoli, Taranto, Crotone e Catania. Lo sforzo esercitato dalle imbarcazioni a strascico (in Kw*giorni di pesca) è valutabile attorno al 35% dello sforzo totale della GSA. Questa attività si svolge generalmente su base giornaliera.

Le risorse demersali del Basso Adriatico sono sfruttate sia dalla flotta italiana che, in minor misura, da quella Albanese e del Montenegro, che possono agire sugli stessi stock.

La superficie potenzialmente sfruttata dallo strascico, dell'intera GSA 18, è di circa 15000-17000 km² (70% nel versante occidentale, 30% in quello orientale). L'estensione dell'area strascicabile cresce, secondo un gradiente latitudinale, da sud verso nord del bacino. I fondi della scarpata sono più difficilmente praticabili per la presenza di substrati scabri e, in alcune zone, di fondi sporchi e residuati bellici (Lembo, 2006).

La pesca a strascico rappresenta l'attività di pesca più importante nel mare Adriatico meridionale con una cattura annua di circa 20.000 tonnellate. Il litorale del Basso Adriatico contribuisce in modo sostanziale alla produzione ittica italiana con un apporto pari, nel 2014, a circa il 14%.

Nell'area più a nord della GSA18 e in prossimità della zona più costiera prevalgono le comunità a Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) caratterizzate dalla presenza di bivalvi (*Chamelea gallina* e *Acanthocardia tuberculata*), mentre più al largo, sedimenti di origine organogena (maerl e fondi a pre-coralligeno) sono colonizzati da *Venus verrucosa* e *Laevicardium oblungum*.

Le principali risorse demersali della pesca in Basso Adriatico sono: nasello (*Merluccius merluccius*), triglia di fango (*Mullus barbatus*), cicala (*Squilla mantis*), seppia (*Sepia officinalis*), moscardini e totano comune (*Eledone spp.*; *Illex coindetii*), gambero bianco (*Parapenaeus longirostris*) e scampo (*Nephrops norvegicus*). Il solo nasello ha rappresentato, nel 2014, circa il 9% delle catture del versante occidentale del bacino, mentre le altre specie appena citate raggiungono tutte insieme circa il

30%. Si tratta quindi complessivamente di un pool che si attesta attorno a circa il 40% della produzione del versante occidentale dell'Adriatico meridionale (Tab. 1).

Lungo il versante orientale le specie principali, target della flotta a strascico, sono il nasello, la triglia di fango e, soprattutto in Albania, anche il gambero bianco. Lungo il versante orientale vi è una maggiore disponibilità di questa specie, per le caratteristiche di salinità e temperatura delle masse d'acqua, che determinano un habitat favorevole.

Nello Ionio, fra le risorse demersali, il nasello è la specie principale, con circa il 9% della produzione. Altre specie target sono il gambero bianco (~5% della produzione) ed i gamberi rossi (~4% della produzione) (Tab. 1). Questi assieme a polpi e seppie sono anche le specie con maggior valore economico.

Lo stato delle risorse di pesca

Nella GSA18 le serie temporali degli indici di abbondanza (biomassa kg/km² e densità N/km²) delle principali specie target mostrano fluttuazioni con tendenze significative nel tempo (test rho di Spearman; Tab. 2) di segno positivo per *M. barbatus*, *A. foliacea*, *I. coindetii*.

Gli indici di reclutamento sono variabili con picchi eccezionali per il nasello nel 2005, 2008 e nel 2012; per *M. barbatus* nel 2013 e 2014 e per il gambero bianco nel 2001, 2003, 2005 e 2012. Il 2009 è un anno positivo per il reclutamento dello scampo e del gambero rosso. Il 2007 è un anno positivo per il reclutamento del totano comune. Per moscardino e gambero bianco si osserva una tendenza positiva dell'indice

Tab. 2 - Tabella di tipo traffic light con evidenziate le tendenze temporali di segno positivo (verde) o negativo (rosso) degli indici di abbondanza (n/km²) e di biomassa (kg/km²) delle principali specie target nella GSA18 e GSA19. I valori significativi relativi al coefficiente rho di Spearman sono riportati in grassetto (fonte: MEDITS Annual Report 2015; GSA18, Lembo *et al.*, 2016; GSA19, Maiorano *et al.*, 2016).

GSA 18	<i>A. antennatus</i>	<i>A. foliacea</i>	<i>I. coindetii</i>	<i>M. barbatus</i>	<i>M. merluccius</i>	<i>N. norvegicus</i>	<i>P. longirostris</i>
N/km ²	0.438	0.488	0.747	0.792	0.032	-0.318	0.353
kg/km ²	0.413	0.518	0.78	0.912	-0.116	-0.409	0.331
GSA19	<i>A. antennatus</i>	<i>A. foliacea</i>	<i>I. coindetii</i>	<i>M. barbatus</i>	<i>M. merluccius</i>	<i>N. norvegicus</i>	<i>P. longirostris</i>
N/km ²	0.075	0.347	0.771	0.697	0.438	-0.673	0.7
kg/km ²	-0.086	0.457	0.666	0.66	0.374	-0.642	0.532

di reclutamento (Casciaro *et al.*, 2015). Variazioni positive degli indici di abbondanza si osservano anche quando si considerano alcuni importanti raggruppamenti tassonomici (Cefalopodi, Crostacei) e l'insieme di tutte le specie.

Anche nella GSA19 le serie temporali degli indici di abbondanza delle principali specie target sono caratterizzate da tendenze significative nel tempo (test rho di Spearman; Tab. 2) di segno positivo per *I. coindetii*, *P. longirostris*, *M. barbatus* e *A. foliacea*, mentre tendenze di segno negativo si osservano solo per *N. norvegicus*.

Gli indici di reclutamento sono variabili con picchi eccezionali per il nasello, come nella GSA18, nel 2004-2005, nel 2008 e nel 2012 e tendenza positiva dell'indice di reclutamento per il gambero bianco (Carlucci *et al.*, 2015). Variazioni positive degli indici di abbondanza si osservano anche quando si considerano alcuni importanti raggruppamenti tassonomici (Cefalopodi e Selaci) e l'insieme di tutte le specie.

Negli ultimi anni, dal 2008 al 2014 si registra una diminuzione notevole della produzione (Fig. 5), che appare ridotta del 34% circa per la GSA18 e addirittura dimezzata per la GSA19 (-0.46% rispetto al 2008).

Se si considera lo sforzo di pesca per attrezzo nelle due GSA (Fig. 6) e nello stesso intervallo di tempo, la situazione della GSA18 appare abbastanza coerente, in quanto la riduzione della produzione potrebbe essere il risultato della riduzione dello sforzo, in termini di Kw*giorni di pesca, che è stata complessivamente del 32% (-33% per lo strascico, -67% per le reti da posta, -76% per i palangari di fondo e -21% per i ciancioli).

Nella GSA19, invece, il calo della produzione non ha un corrispettivo nella riduzione dello sforzo, che, contrariamente, ha un differenziale stabile pari a 0.01% ed un aumento per quanto riguarda gli attrezzi con target principale le risorse demersali (+72% per le reti da posta, +184% per i palangari da fondo; +13% per lo strascico), mentre è in diminuzione per i ciancioli (-65%), con target principale i piccoli pelagici, e tutti i rimanenti sistemi di pesca (-37%).

Una sintesi sullo stato delle risorse del Basso Adriatico e dello Ionio, basata su modelli di stock assessment, è riportata in tabella 3.

In genere questi assessment si riferiscono alla singola GSA, che è anche individuata come unità gestionale. Di recente, tuttavia, i risultati ottenuti nel progetto STOCKMED (Fiorentino *et al.*, 2015, MAREA Framework), sulla base di diverse informazioni e possibili configurazioni di unità di stock, dal punto di vista biologico, hanno suggerito la possibile aggregazione di diverse unità geografiche per assemblare un'unità di stock. Pertanto, in ambito STECF, alcuni stock sono stati valutati combinando diverse GSA (Tab. 3), ad esempio la GSA17 e GSA18 nel caso del nasello e della triglia di fango, GSA18 e GSA19 nel caso del gambero rosso, GSA18, 19 e 17 nel caso del gambero bianco.

In genere, tutti gli stock appaiono sfruttati con pattern non sostenibili nel lungo periodo, per i livelli di mortalità da pesca di molto superiori al reference point (da 2 a 5 volte, come nel caso del nasello o fino a 6 volte nel caso dello scampo). Spesso i

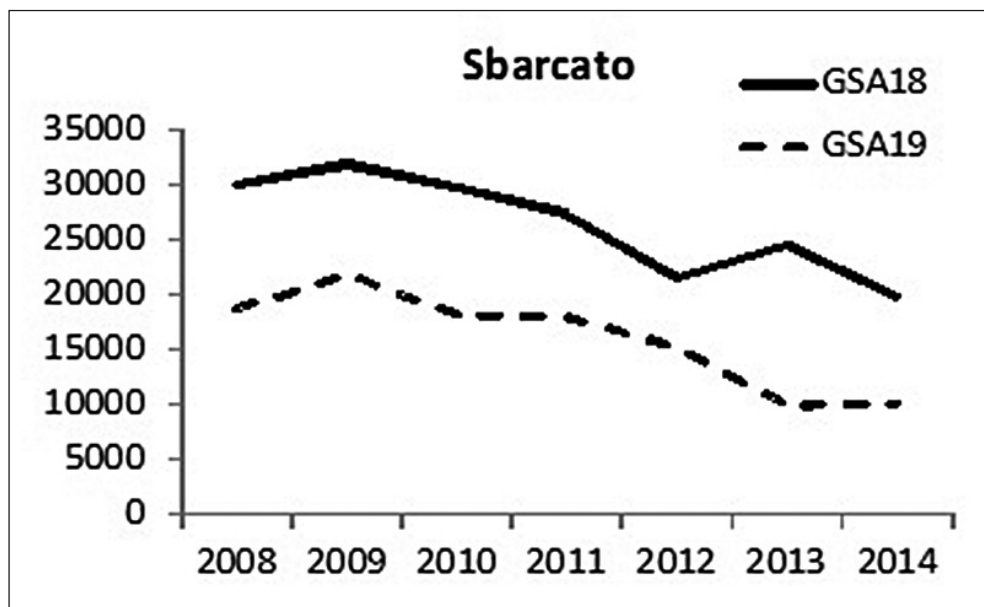


Fig. 5 - Andamento della produzione (tutte le specie) nelle GSA18 e GSA19 dal 2008 al 2014

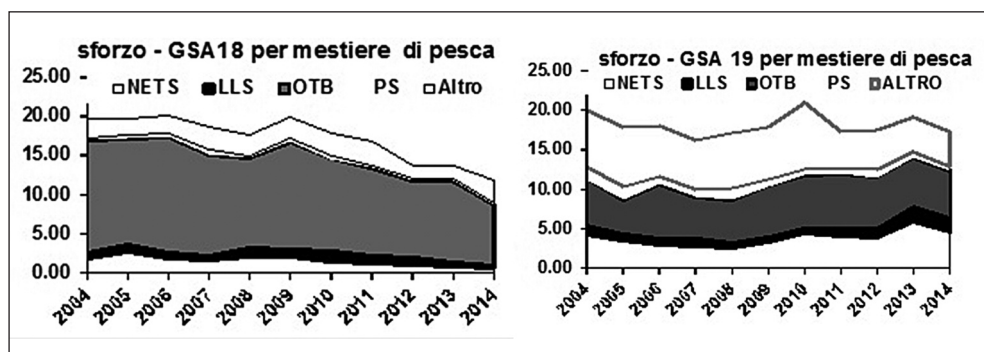


Fig. 6 - Andamento dello sforzo di pesca in Kw*days per i principali attrezzi che caratterizzano le fisheries delle GSA18 e GSA19 (OTB=strascico; NETS=tremagli e reti da imbrocco; PS=ciancioli per pesce azzurro; LLS=palangari di fondo); anni 2004-2014

livelli di biomassa non sono in condizioni di declino, ma per alcuni stock sono state osservate tendenze in diminuzione (ad esempio nel caso dello scampo nella GSA18). Solo le valutazioni della triglia di fango nella GSA18, della cicala di mare nelle GSA17+GSA18, del gambero rosso nelle GSA18 + GSA19 e dell'alice nella GSA19 indicano livelli di sfruttamento prossimi alla sostenibilità.

Tab 3 - Risultati relativi a valutazioni (stock assessments) di stock demersali nelle GSA18 e GSA19 e di acciuga nella GSA19 (ultimi tre anni). F=mortalità da pesca. MSE=Management Strategy Evaluation; Y/R= Yield per recruit; SSB=Spawning Stock Biomass. Nelle valutazioni GFCM è utilizzato un indice di biomassa, mentre per gli assessment STECF il riferimento è a SSB

SPECIE	GSA	Metodo	Anni*	FMSY (F01)	F/FMSY	Stato di sfruttamento dello stock	Trend dello stock in termini di biomassa o di SSB	Riferimento
Triglia di fango (<i>Mullus barbatus</i>)	18	XSA, ALADYM	2015	0.42	1.1	sovrasfruttato	biomassa relativa alta	GFCM, 2016 (SAC_WGSAD 2015)
Triglia di fango (<i>Mullus barbatus</i>)	18+17	XSA	2015	0.41	1.32	sovrasfruttato	biomassa in aumento	STECF 16_08, 2016
Nasello (<i>Merluccius merluccius</i>)	18	XSA, a4a, ALADYM, MSE, Y/R	2015	0.18	4,8	sovrasfruttato	biomassa relativa intermedia	GFCM, 2016 (SAC_WGSAD 2015)
Nasello (<i>Merluccius merluccius</i>)	18+17	XSA	2015	0.16	5.56	sovrasfruttato	variabile, senza un trend definito	STECF 16_08, 2016
Gambero bianco (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	18	XSA, ALADYM, Y/R	2015	0.76	1.9	sovrasfruttato	biomassa relativa intermedia	GFCM, 2016 (SAC_WGSAD 2015)
Gambero bianco (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	18	XSA	2015	0.72	2.17	sovrasfruttato	biomassa in diminuzione	STECF 16_08, 2016
Gambero bianco (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	18+19+17	XSA	2015	0.69	2.22	sovrasfruttato	stabile	STECF 16_08, 2016

Scampo (<i>Nephtrops norvegicus</i>)	18	XSA, a4a	2014	0.14	6.07	sovrasfruttato	in diminuzione	STECF, 15_06, 2015
Gambero rosso (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>)	18	XSA	2015	non è considerabile uno stock separato dalla GSA19				STECF 16_08, 2016
Gambero rosso (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>)	18+19	XSA	2015	0.42	1.1	sovrasfruttato	in aumento	STECF 16_08, 2016
Cicala (<i>Squilla mantis</i>)	18	XSA	2015	0.43	2.32	sovrasfruttato	variabile, in diminuzione negli ultimi due anni	STECF 16_08, 2016
Cicala (<i>Squilla mantis</i>)	18+17	XSA	2015	0.56	1.23	sovrasfruttato	stabile	STECF 16_08, 2016
Triglia di fango (<i>Mullus barbatus</i>)	19	XSA	2015	0.45	2.2	sovrasfruttato	in diminuzione	STECF 16_08, 2016
Nasello (<i>Merluccius merluccius</i>)	19	XSA	2015	0.18	4.83	sovrasfruttato	biomassa relativa intermedia, in aumento negli ultimi due anni	STECF 16_08, 2016 e GFCM, 2016 (SAC_WGSAD 2015)
Gambero bianco (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	19	XSA	2015	0.89	1.63	sovrasfruttato	in diminuzione	STECF 16_08
Gambero rosso (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>)	19	XSA	2015	0.29	3.1	sovrasfruttato	in aumento nell'ultimo anno	STECF 16_08, 2016
Acciuga (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	19	Separabile VPA	2013	0.4**	1	sfruttato in modo sostenibile	-	STECF 14_08, 2013

*si riferisce all'anno della valutazione (in genere la serie temporale si ferma all'anno precedente)

**per i piccoli pelagici è stato usato il tasso di sfruttamento (E) come proxy di Fmsy.

Discussione e conclusioni

I risultati delle valutazioni condotte per i diversi stock demersali mostrano una condizione cronica di sfruttamento non sostenibile, con alcune eccezioni. Vi sono, infatti, assessment che indicano, negli ultimi anni, un tasso di mortalità da pesca più vicino a quello compatibile con il rinnovamento dello stock nel lungo periodo. È il caso della triglia di fango nella GSA18, della cicala di mare nelle GSA17+GSA18, del gambero rosso nelle GSA18+GSA19 e dell'alice nella GSA19. Tuttavia, per quelle risorse ancora sottoposte ad una pressione eccessiva, come il nasello, sembra si vada instaurando una tendenza alla riduzione della mortalità da pesca. Se si considera l'assessment combinato del nasello nelle GSA17 e GSA18, si osserva che la mortalità da pesca si è ridotta dal 2008 al 2014 di circa il 40% (STECF, 2016), l'assessment nella sola GSA18 (GFCM, 2016) indica una riduzione inferiore, ma comunque di circa il 33% e, nella GSA19, del 28% (GFCM, 2016; STECF, 2016).

Per la triglia di fango nella GSA18 (GFCM, 2016), il tasso di mortalità da pesca nel tempo (2007-2014) appare sostanzialmente in linea con il reference point ($F_{MSY} \sim 0.4$), a meno di due picchi di mortalità attorno a 0.7 nel 2007 e nel 2012 e con tendenza in diminuzione. L'assessment combinato GSA17+GSA18, pur riflettendo ancora una tendenza alla diminuzione della mortalità da pesca, restituisce una condizione di maggiore impatto sullo stock (STECF, 2016), con una mortalità corrente maggiore di circa il 33% rispetto al reference point. È probabile che questo risultato sia il frutto di un appiattimento sulla condizione prevalente dello stock nella GSA17, poiché le catture di triglia di fango nell'intera GSA18 (incluso il versante orientale e lo scarto) ammontano a circa il 25% di quelle della GSA17 (incluso il versante orientale), area in cui era stata precedentemente riportata una maggiore pressione di pesca (progetto SEDAF, Lembo *et al.*, 2015; MAREA Framework). La biomassa dei riproduttori (SSB) è comunque in aumento nell'area adriatica, con un segnale coerente sia nella GSA17 che nella GSA18, dove si è registrato negli ultimi anni (2012-2014) un aumento straordinario dell'indice di reclutamento e di biomassa (dati MEDITS), pari rispettivamente a circa 900 e 300% rispetto alla media della serie storica prima di questi eventi eccezionali. Anche nella GSA19 (STECF, 2016), si è osservato un picco eccezionale di abbondanza di triglia di fango nel 2014, seguito ad un altro di paragonabile entità nel 2007-2008, mentre nell'intervallo di tempo fra 2007-2008 e 2014 l'abbondanza era tornata ai livelli medi della serie storica. Anche nella GSA19 la mortalità da pesca della triglia di fango ha una tendenza in diminuzione: risulta dimezzata fra 2006 e 2014 e ridotta del 20% nel 2014 rispetto al 2007 (in coincidenza con uno dei valori più bassi della serie storica).

Vi è una tendenza alla riduzione della mortalità da pesca anche per lo stock di *Squilla mantis* sia se si considera l'assessment nella GSA18, che restituisce questo parametro di impatto dimezzato nel 2014 rispetto al 2008 (da circa 2 nel 2008 a circa 1

nel 2014), mentre reclutamento e biomassa dei riproduttori sono in lieve aumento, sia se si considera l'assessment combinato nelle GSA17 e GSA18, tenendo conto del fatto che le catture nella GSA18 sono circa il 25% di quelle della GSA17 (1000 contro 4000 tons) (STECF, 2016).

Lo stock di gambero rosso nella GSA18 può essere considerato un'espansione di una unità che comprende diverse sub-unità geografiche, considerate le caratteristiche peculiari della GSA in termini di circolazione delle masse d'acqua, ambienti adatti alle necessità della specie e le connessioni con il bacino Ionico (risultati STOCKMED; Fiorentino *et al.*, 2015). I risultati dell'assessment combinato fra GSA18 e GSA19 possono essere pertanto considerati più robusti (STECF, 2016). Nella GSA18, infatti, le catture sono passate da un centinaio di tonnellate nel 2007 ad una decina nel 2014, con caduta brusca della mortalità e stazionarietà di reclutamento e SSB. Nella GSA19 lo sbarcato commerciale è in aumento dal 2009 e si attesta attorno a circa 300 tonnellate, rispetto a circa 50 del 2004. La mortalità da pesca, crescente dal 2008 al 2011 (da 0.74 a 1.15), è in diminuzione dal 2011 al 2014, con un valore attuale pari a 0.66. Nell'assessment combinato (GSA18+GSA19; STECF, 2016) si determina una condizione di sovrasfruttamento mitigata con la mortalità da pesca che, a parità di tendenza, assume un valore pari a 0.46, di poco superiore al reference point ($F_{MSY}=0.42$).

Lo stock di acciuga nella GSA19 appare in condizioni di equilibrio, ma l'assessment è da considerare poco robusto, in quanto condotto senza poter utilizzare la procedura di tuning per mancanza di dati di survey acustici o di altri dati indipendenti dalla pesca (STECF, 2013).

Per il gambero bianco si registra, invece, una situazione in controtendenza rispetto agli altri stock, l'assessment nella GSA18 ha evidenziato, infatti, un aumento della mortalità da pesca di circa il 70% dal 2007 al 2014 (il valore è passato da circa 1 a circa 1.5). Nella GSA19 la pressione di pesca, in termini di mortalità, appare, negli ultimi anni, sostanzialmente agli stessi livelli del 2007. L'assessment combinato (GSA19, 18 e 17; STECF, 2016) incorpora anche la parte dello stock che si espande fino alla GSA17 (catture in aumento dal 2007 ad oggi sia sul versante occidentale che orientale) e restituisce un quadro del tutto simile a quello osservato nella sola GSA18, con mortalità da pesca in aumento (da poco meno di 1 ad 1.5 dal 2007 al 2014) e reclutamento ed SSB in ripresa.

La condizione di sfruttamento dello scampo è disponibile soltanto per la GSA18 (STECF, 2015). La mortalità da pesca è pressoché stabile, mentre biomassa dei riproduttori e reclutamento appaiono in flessione, un segnale colto anche dagli indici di abbondanza dei trawl survey MEDITS. La diagnosi dell'assessment è di prelievo insostenibile. Se l'unità di stock sia completamente rappresentata nei dati della GSA18 richiede ulteriori approfondimenti. Secondo i risultati in Fiorentino *et al.*, 2015 (progetto STOCKMED) lo stock di *N. norvegicus* dovrebbe essere condiviso fra

GSA18 e GSA17. Tuttavia alcuni elementi di tipo biologico e di eterogeneità nella distribuzione spaziale della risorsa e dello sforzo di pesca fra GSA18 e GSA17 (sia all'interno che all'esterno della fossa di Pomo) fanno ritenere utili ulteriori approfondimenti che prendano questi aspetti in considerazione (STECF, 2016).

L'analisi degli assessment più aggiornati suggerisce alcune considerazioni. Per risorse, caratterizzate da una dinamica di mesoscala, come *P. longirostris* e *A. foliacea* (e.g. Abellò *et al.*, 2002; Relini e Orsi Relini, 1987), è altamente probabile che combinare diverse probabili sub-unità di stock negli assessment contribuisca a meglio chiarire la dinamica. È possibile, infatti, che la distribuzione spazio-temporale di queste risorse sia legata a *preferendum* termici e salini correlati con la circolazione delle masse d'acqua (LIW). Inoltre, sia lo Ionio, con il suo complesso sistema di canyon (e.g. Danovaro *et al.*, 2010), sia la l'area della fossa di Bari, sono caratterizzati da acque profonde ricche di nutrienti, fenomeni di upwelling (disponibilità di prede bento e mesopelagiche) e peculiari tratti geo-morfologici, in linea con le esigenze di queste specie in termini di habitat e complessità trofica. Per risorse come *M. barbatus* e *S. mantis* è probabile, invece, che si configurino sub-unità di stock rilevanti a scala spaziale più ridotta (per esempio GSA). Per la triglia di fango, ad esempio, l'apparente maggiore localizzazione di riproduttori sul versante orientale (frutto di una minore pressione di pesca a livello locale?) e di giovanili sul versante occidentale rende assolutamente necessaria la combinazione di queste sub-aree, ma l'aggregazione di sub-unità del bacini meridionale e centro-settentrionale richiede, probabilmente, ulteriori analisi.

Assessment basati sulla combinazione di sub-unità di stock (e.g. combinazione di diverse GSA) richiedono l'uso di strumenti adeguati, soprattutto per identificare e valutare, le quote di impatto dovute a ciascuna flotta, aspetto finora poco valutato sia a livello di STECF (gruppo di esperti del Mediterraneo) che del GFCM. Sono stati però condotti esercizi molto utili utilizzando modelli di assessment (Statistical Catch at Age) e di simulazione (ALADYM; il modello di simulazione bioeconomico BEM-TOOL in SEDAF; Lembo *et al.*, 2015 e in DISCATCH; Sala *et al.* 2015). Tuttavia, combinare diverse sub-unità di stock che interessano aree più vaste e un numero maggiore e diversificato di flotte contribuisce a complicare maggiormente il quadro della valutazione e della gestione, soprattutto considerando i diversi metier e le interazioni fra flotte che competono per le stesse risorse target.

Dal punto di vista del livello di sfruttamento, i risultati degli assessment evidenziano quasi per tutte le specie, anche quelle sottoposte ad elevata pressione, una diminuzione nel tempo della mortalità da pesca, più contenuta in alcuni casi (e.g. nasello) ed un livello di biomassa relativa o di biomassa di riproduttori non in declino. Non è facile stabilire quanto questo risultato sia frutto della gestione, ad esempio attraverso i piani di fermo e di ritiro attuati a partire dai Piani di Gestione nazionali del 2008, o di una congiuntura ambientale favorevole per il reclutamento

di diverse specie, o se ci sia stato, fra questi due fattori, un effetto sinergico. D'altra parte mentre per la GSA18 sono osservabili variazioni coerenti per diversi stock (calo della produzione, calo dello sforzo di pesca, diminuzione della mortalità da pesca, aumento dell'abbondanza di diverse specie confermata anche dai dati di trawl survey), la stessa dinamica non si riscontra per la GSA19, dove la produzione è diminuita nel tempo, in alcuni casi anche la mortalità da pesca, la disponibilità delle risorse demersali pare in aumento (i trawl survey restituiscono trend positivi per le diverse specie e per il pool di tutte le specie), ma lo sforzo di pesca è rimasto stabile nel tempo. Un calo della produzione a parità di sforzo di pesca appare quindi difficilmente spiegabile sulla base degli elementi noti della dinamica che regola abbondanza, prelievo e produzione.

L'aumento della mortalità da pesca, in controtendenza per il gambero bianco, potrebbe essere invece la conseguenza di un probabile spostamento della flotta, dall'area più costiera, verso il bordo superiore della scarpata continentale, dove il gambero bianco è più abbondante e coesiste con lo scampo.

Per una maggiore incisività della gestione, in modo da contrastare nettamente l'attuale condizione di sfruttamento non sostenibile, occorrerebbe sia usare assessment integrati (e.g. Edwards *et al.*, 2012) per disporre di elementi di valutazione più robusti, sia predisporre e attuare piani di gestione multiannuali (MAP; EU Reg. 1380/2013 la nuova Politica Comune della Pesca) e multi-obiettivo che mettano in atto misure concorrenti (e.g. Worm *et al.*, 2009). Ad esempio includendo margini per la riduzione della flotta, ove questo è possibile, riduzione del tempo di pesca, modifica del pattern di sfruttamento, ritardando la taglia di prima cattura (Gulland, 1983) e diminuendo l'impatto del discard. Ciò si può realizzare sia agendo sulla componente tecnica – attrezzi da pesca – sia sulla componente di comportamento della flotta, mediante l'introduzione di chiusure (parziali o totali) delle aree sensibili, in particolare dove si concentrano giovanili e/o riproduttori. È noto che la pesca in Mediterraneo cattura individui piccoli e che la resilienza di alcuni stock sia attribuita alla funzione di conservazione delle aree rifugio che riducono l'accessibilità ad alcune risorse (e.g.; Caddy, 1999), in particolare, in Mediterraneo, al nasello. In Adriatico soprattutto, e in parte dello Ionio, questo stock è catturato con diversi attrezzi fra cui i palangari, che hanno come target individui di grandi dimensioni, ossia le femmine, con lunghezze ben maggiori della taglia di prima maturità. Attualmente infatti la taglia media dello sbarcato dei palangari varia fra 47 e 56 cm a seconda degli anni (GFCM, 2006), taglie tuttavia inferiori a quella riportata da Kirinčić e Lepetić (1955), pari a 58.6 cm. Se l'impronta ecologica della pesca su stock come il nasello non viene ridotta per la sua componente di impatto sulla frazione giovanile, sarà necessario anche limitare la cattura degli individui più adulti. Risultati dai modelli ALADYM (GFCM, 2016) e BEMTOOL (progetto DISCATCH; Sala *et al.*, 2015) hanno mostrato che sarebbe possibile un aumento del 70% della biomassa dei riproduttori di nasello al 2021 ed

un aumento delle catture del 12%, dopo una riduzione nel breve periodo, se si adottasse una maglia quadra da 50 mm di apertura. Questo comporterebbe anche una riduzione dello scarto di pesca, facilitando così l'applicazione dell'obbligo di scarto, previsto dal regolamento europeo 1380/2013 entro il 2017. Si otterrebbe anche un miglioramento delle performance economiche, che fanno registrare variazioni positive negli anni recenti nella GSA18, ma non nella GSA19 (Lembo *et al.*, 2015; Mannini e Sabatella, 2015).

Cambiare il pattern di sfruttamento è possibile ovviamente anche con misure di tipo spaziale. Le aree di nursery e di concentrazione dei riproduttori rappresentano hot spot con importanti funzioni nella dinamica di diffusione e distribuzione spaziale degli individui nelle diverse fasi del ciclo vitale (Nagelkerken *et al.*, 2015). È fondamentale dunque disporre dell'informazione di base, come quella elaborata in questi anni (e.g. progetto MEDISEH), relativa alla identificazione delle aree dove, in modo persistente e con densità più elevate rispetto alla media dell'areale di distribuzione della specie, si concentrano i giovani e/o i riproduttori. La localizzazione delle aree di nursery e di riproduzione delle diverse specie chiave è, infatti, propedeutica allo sviluppo di piani di gestione con elementi spaziali (e.g. Holland, 2003; Bastari *et al.*, 2016).

In questo ambito, soprattutto in Mediterraneo, vi sono poche applicazioni, soprattutto che contengano previsioni sugli effetti potenziali di una maggiore pressione nelle aree circostanti quelle sottoposte a protezione. Si consideri, infatti, che un numero non trascurabile di operazioni di pesca (anche fino al 60%; dati non pubblicati) può interferire con le aree di nursery. Ciò in quanto le aree di nursery non sono solo hot spot di concentrazione dei giovanili di particolari specie, ma rappresentano habitat, per caratteristiche delle biocenosi di fondo e di disponibilità trofica, tali da attrarre anche adulti di diverse specie. Questo rappresenta dunque un campo da esplorare in maggior dettaglio nell'immediato futuro.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano la Commissione Europea per aver finanziato il framework MAREA (Call for tenders MARE/2009/05_Lot1). Le opinioni espresse dagli Autori non rappresentano né anticipano la posizione ufficiale della Commissione Europea. Le informazioni utilizzate per questo lavoro provengono da elaborazioni sulla base informativa del Programma Raccolta Dati (DCF, Regolamento Europeo 199/2008) cofinanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali e dalla Commissione Europea.

Bibliografia

- AA.VV. 2000. The Eastern Mediterranean climatic transient: its origin, evolution and impact on the ecosystem. *CIESM Workshop Series*, vol. 10. Trieste, Italy. March-April 2000: 86 pp.
- AA. VV. 2013. MEDITS-Handbook. Version n. 7, 2013, MEDITS Working Group: 120 pp.
- Abelló P., Abella A., Adamidou A., Jukic-Peladic S., Spedicato M.T., Tursi A. 2002. Global population characteristics of two decapod crustaceans of commercial interest (*Nephrops norvegicus* and *Parapenaeus longirostris*) along the European Mediterranean coasts. *Scientia Marina*, 66 (Suppl. 2): 125-141.
- Anonymous, 2001. The state of the European wreckfish (*Polyprion americanus*) stocks. Report to the EU (DGXIV), project 98/041. European Commission, Brussels
- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinarci N., Raicich F., Russo A. 1997. The Adriatic Sea general circulation. Part I: air sea interactions and water mass structure. *Journal of Physical Oceanography*, 27: 1492-1514.
- Bastari A., Micheli F., Ferretti F., Pusceddu A., Cerrano C. 2016. Large marine protected areas (LMPAs) in the Mediterranean Sea: The opportunity of the Adriatic Sea. *Marine Policy*, 68: 165-177.
- Bertrand J.A., Gil de Sola L., Papaconstantinou C., Relini G., Souplet A., 2002. The general specifications of the MEDITS surveys. *Sci. Mar.*, 66 (Suppl. 2): 9-17.
- Bregant D., Azzaro F., Bonaccorso A., Civitarese G., Crisafi E., Laferla R., Leonardi M., Luchetta A., Polimeni R., Racich F. (1992) - Condizioni idrobiologiche nell'Adriatico Meridionale. In: Atti X Congresso A.I.O.L., Alassio, 4-6/11/1992: 37-46.
- Buljan M., Zore-Armanda M. 1971. Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split: 424 pp.
- Caddy J. F. 1999. Fisheries management in the twenty-first century: will new paradigms apply? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Vol 9, Issue 1, pp 1-43
- Canals M., Danovaro R., Heussner S., Lykousis V., Puig P., Trincardi F., Calafat A.M., Durrieu De Madron X., Palanques A., Sánchez-Vidal A. 2009. Cascades in Mediterranean Submarine Grand Canyons. *Oceanography*, 22 (1): 26-43.
- Carlucci R., Lembo G., Maiorano P., Capezzuto F., Marano C.A., Sion L., Spedicato M.T., Ungaro N., Tursi A., D'Onghia G. 2009. Nursery areas of red mullet (*Mullus barbatus*), hake (*Merluccius merluccius*) and deep-water rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) in the Eastern-Central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 83: 529-538.
- Carlucci R., Sion L., Maiorano P., Capezzuto F., D'Onghia G., Tursi A., Facchini M.T., Carbonara P., Bitetto I. 2015. Rapporto annuale sullo stato delle risorse della GSA19 - Mar Ionio Occidentale. In: Mannini A., Sabatella R.F. (eds). Annuario sullo stato delle risorse e sulle strutture produttive dei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, 22 (Suppl. 1): 175-201.
- Casciaro L., Bitetto I., Facchini M.T., Spedicato M.T., Carbonara P., Lembo G. 2015. Rapporto annuale sullo stato delle risorse della GSA18 - Mar Adriatico Meridionale. In: Mannini A., Sabatella R.F. (eds). Annuario sullo stato delle risorse e sulle strutture produttive dei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, 22 (Suppl. 1): 147-174 pp
- Colloca F., G., Garofalo, I. Bitetto, M. T. Facchini, F. Grati, A. Martiradonna, G. Mastrantonio, N. Nikolioudakis, F. Ordinas, G. Scarcella, G. Tserpes, M. P. Tugores, V. Valavanis, R. Carlucci, F.

Fiorentino, M. C. Follesa, M. Iglesias, L. Knittweis, E. Lefkaditou, G. Lembo, C. Manfredi, E. Massutí, M.L. Pace, N. Papadopoulou, P. Sartor, C. J. Smith, M.T. Spedicato. 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* DOI:10.1371/journal.pone.0119590.

Costantino G., Mastrototaro R., Tursi A., Torchia G., Pititto F., Salerno G., Lembo G., L. Sion, G. D'Onghia, R. Carlucci., P. Maiorano. 2010. Distribution and bio-ecological features of *Posidonia oceanica* meadows along the coasts of the southern Adriatic and northern Ionian Seas. *Chemistry and Ecology*, 26: 91-104.

Danovaro, R., Company, J.B., Corinaldesi, C., D'Onghia, G., Galil, B., Gambi, C., Gooday, A.J., Lampadariou, N., Luna, G.M., Morigi, C., Olu, K., Polymenakou, P., Ramirez-Llodra, E., Sabbatini, A., Sardà F., Sibuet, M. & Tselepidis, A. 2010. Deep-sea Biodiversity in the Mediterranean Sea: The Known, the Unknown, and the Unknowable. *PLoS ONE*, Vol. 5, No. 8, 25 p.

Darby C.D., Flatman S. 1994. Virtual Population Analysis: version 3.1 (Windows/Dos) user guide. Information Technology Series, MAFF Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, 1: 85 pp.

D'Onghia G., Maiorano P., Sion L., Giove A., Capezzuto F., Carlucci R., Tursi A. 2010. Effects of deep-water coral banks on the abundance and size structure of the megafauna in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research II*, 57: 397-411.

D'Onghia G., F. Capezzuto, F. Cardone, R. Carlucci, A. Carluccio, G. Chimienti, G. Corriero, C. Longo, P. Maiorano, F. Mastrototaro, P. Panetta, A. Rosso, R. Sanfilippo, L. Sion, A. Tursi 2015. Macro- and megafauna recorded in the submarine Bari Canyon (southern Adriatic, Mediterranean Sea) using different tools. *Medit. Mar. Sci.*, 16/1, 2015, 180-196.

Druon, J.N., F. Fiorentino, M. Murenu, L. Knittweid, F. Colloca, C. Osio, B. Mérigot, G. Garofalo, A. Mannini, A. Jadaud, M. Sbrana, G. Scarcella, G. Tserpes, P. Peristeraki, R. Carlucci, J. Heikkonen. 2015. Modelling of European hake nurseries in the Mediterranean Sea: an ecological niche approach. *Progress in Oceanography*. 130: 188-204.

Edwards, C.T.T., Hillary, R.M., Levontin, P., Blanchard, J.L., Lorenzen, K. 2012. Fisheries assessment and management: a synthesis of common approaches with special reference to deepwater and data-poor stock. *Rev. Fish. Sci.* 20, 136-153

Fiorentino F., E. Massutí, F. Tinti, S. Somarakis, G. Garofalo, T. Russo, M.T. Facchini, P. Carbonara, K. Kaporis, P. Tugores, R. Cannas, C. Tsigenopoulos, B. Patti, F. Colloca, M. Sbrana, R. Mifsud, V. Valavanis, and M.T. Spedicato. 2015. Stock units: Identification of distinct biological units (stock units) for different fish and shellfish species and among different GFCM-GSA. STOCKMED Deliverable 03: Final Report. January 2015, 310 p.

GFCM, 2016. Scientific Advisory Committee on Fisheries (SAC) Report of the Working Group on Stock Assessment of Demersal Species (WGSAD). Rome, Italy, 23-28 November 2015.

Gili J.M., Bouillon J., Pages F., Palanques A., Puig P., Heussner S. 1998. Origin and biogeography of deep water Mediterranean Hydromedusae including the description of two new species collected in submarine canyons of Northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, 62 (1-2): 113-134.

Gili J.M., Pages F., Bouillon J., Palanques A., Puig P., Heussner S., Calafat A.M., Canals M., Monaco A. 2000. A multidisciplinary approach to the understanding of hydromedusan populations inhabiting Mediterranean submarine canyons. *Deep Sea Res. Part I*, 47: 1513-1533.

Giannoulaki M., A. Belluscio, F. Colloca, S. Fraschetti, M. Scardi, C. Smith, P. Panayotidis, V. Valavanis M.T. Spedicato (eds.). 2013. Mediterranean Sensitive Habitats, Contract SI2.600741, Final Report, 557 p.

- Granger, V., Fromentin JM, Bez N, Relini G, Meynard C, Gaertner J-C, Maiorano P, Garcia Ruiz C, Follsea C, Gristina M, Peristeraki P, Brind'Amour, Carbonara P, Charilaou C, Esteban A, Jadaud A, Joksimovic A, Kallianiotis A, Kolutari J, Manfredi C, Massuti E, Mifsud R, Quetglas A, Refes W, Sbrana M, Vrgoc N, Spedicato M T, Merigot B. 2015. Large-scale spatio-temporal monitoring highlights hotspots of demersal fish diversity in the Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*. 130: 65-74.
- Gulland J.A. 1983. *Fish stock assessment a manual of basic methods*. Wiley Interscience, Chichester, UK: 223 pp.
- Holland, D. S. 2003. Integrating spatial management measures into traditional fishery management systems: the case of the Georges Bank multispecies groundfish fishery. - *ICES Journal of Marine Science*, 60: 915-929.
- Keller S., V. Bartolino, M. Hidalgo, I. Bitetto, L. Casciaro, D. Cuccu, A. Esteban, C. Garcia, G. Garofalo, M. Josephides, A. Jadaud, E. Lefkaditou, P. Maiorano, C. Manfredi, B. Marceta, E. Massuti, R. Micallef, P. Peristeraki, G. Relini, P. Sartor, M.T. Spedicato, G. Tserpes, A. Quetglas 2016. Large-Scale Spatio-Temporal Patterns of Mediterranean Cephalopod Diversity. PLoS ONE. DOI: 10.1371/journal.pone.0146469.
- Kirinčić J., Lepetić V., 1955. Recherches sur l'ichtyobentos dans les profondeurs de l'Adriatique méridionale et possibilité d'exploitation au moyen des palangres. *Acta Adriat.*, 7 (1): 1-113.
- Leder N., Smircic A., Grzetic Z. 1995. Seasonal variability of dynamical and thermohaline properties in the Otranto Strait area - 1989/1990. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 34: 187.
- Leombo G. (eds). 2006. Inventario e cartografia degli ostacoli alla pesca nei Compartimenti Marittimi della Puglia. POR Puglia 2000/2006. Relazione Finale+GIS. Consorzio per la Ricerca applicata e l'Innovazione tecnologica nelle Scienze del Mare - CRISMA, Bari: 72 pp.
- Leombo G. (coord.). 2010. Identification of spatio-temporal aggregations of juvenile of the main demersal species and localization of nursery areas along the Italian seas - nursery Società Italiana di Biologia Marina - S.I.B.M., Genova: 1-119.
- Leombo G., A. Abella, F. Fiorentino, S. Martino and M.-T. Spedicato. 2009 ALADYM: an age and length-based single species simulator for exploring alternative management strategies. *Aquat. Living Resour.*, 22: 233-241.
- Leombo G. & Donnalioia L. 2007. *Osservatorio Regionale Pesca e Acquacoltura*. Puglia 2007. COISPA, Bari: 89 p.
- Leombo G., P. Carbonara, L. Casciaro, I. Bitetto, M.T. Facchini, D. Divanocić, A. Joksimović, Z. Marcović, Z. Ikica, A. Hoxha, J. Kolutari, G. Kroqi, W. Zupa and M.T. Spedicato. 2016. Review of 2015 Medits survey in the GSA18-South Adriatic Sea. *Medits Annual Report*.
- Leombo G- (coord), Giuseppe Scarcella, Evelina Sabatella, Nedo Vrgoč, Isabella Bitetto, Maria Teresa Facchini, Monica Gambino, Aleksandar Joksimovic, Vanja Cikes Kec, Jerina Kolutari, Roland Kristo, Bojan Marčeta, Olivera Marković, Edvard Avdič Mravlje, Ana Pešić, Dario Pinello, Rosaria Sabatella, Alberto Santojanni, Barbara Zorica and Maria Teresa Spedicato. 2015. Specific Contract 10 "Improved knowledge of the main socio-economic aspects related to the most important fisheries in the Adriatic sea (SEDAF)" Final Report. 148 pp.
- Leombo G., Silecchia T., Carbonara P., Spedicato M.T. 2000. Nursery areas of *Merluccius merluccius* in the Italian Seas and in the East Side of the Adriatic Sea. *Biol. Mar. Medit.*, 7 (3): 98-116.

- Lembo G., Spedicato M.T. 2011. Cap. 2.1.6 GSA 18 - Adriatico meridionale. In: Cataudella S. & Spagnolo M. (eds), 2011 - *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF), Rome (Italy), 904 p.
- Maiorano P., L. Sion, G. D'Onghia, F. Capezzuto, R. Carlucci, L. Ciardo, F. Mastrototaro, M. Panza, F. Curci, A. Tursi. 2015. Review of 2015 Medits survey in the GSA19 - North-Western Ionian Sea. Medits Annual Report.
- Manca B.B., Ursella L., Scarazzato P. 2002. New Development of Eastern Mediterranean Circulation based on Hydrological Observations and Current Measurements. *Marine Ecology*, 23 (Suppl. 1): 237-257.
- Mannini A., Sabatella R.F. (eds) 2015. Annuario sullo stato delle risorse e sulle strutture produttive dei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, 22 (Suppl. 1): 358 pp.
- Martin C.S., M. Giannoulaki, F. De Leo, M. Scardi, M. Salomidi, L. Knitweiss, M. L. Pace, G. Garofalo, M. Gristina, E. Ballesteros, G. Bavestrello, A. Belluscio, E. Cebrian, V. Gerakaris, G. Pergent, C. Pergent-Martini, P. J. Schembri, K. Terribile, L. Rizzo, J. Ben Souissi, M. Bonacorsi, G. Guarnieri, M. Krzelj, V. Macic, E. Punzo, V. Valavanis & S. Frascchetti. 2014. Coralligenous and maërl habitats: predictive modelling to identify their spatial distributions across the Mediterranean Sea. *Scientific Reports*, 4: 5073 | DOI: 10.1038/srep05073.
- Method, R. D. 1990. Synthesis model: an adaptive framework for analysis of diverse stock assessment data. *Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.*, 50: 259-277.
- Method, R. D. 2012. User Manual for Stock Synthesis. Model Version 3.24f. NOAA Fisheries Seattle, WA
- Millar C., E. Jardim, I. Mosqueira, C. Osio. 2012. The a4a Assessment Model. Model description and testing. JRC Technical Report. 86 p.
- Nagelkerken I, Sheaves M, Baker R, Connolly RM. 2015. The seascape nursery: a novel spatial approach to identify and manage nurseries for coastal marine fauna. *Fish and Fish*. Vol. 16, Issue 2: 362-371.
- Relini, G., Orsi Relini, L. 1987. The decline of red shrimps stocks in the Gulf of Genoa. *Inv. Pesq.*, Vol. 51(Suppl. 1), pp. 245-260.
- Peres J.M., Gamulin-Brida H. 1973. Biološka oceanografija: Bentos, Bentoska bionomija Jadranskog mora. *Školska knjiga*, Zagreb: 493 pp.
- Pope, J.G., 1972. An investigation in the accuracy of the Virtual Population Analysis using cohort analysis. *Res. Bull. Int. Comm. NW Atlantic Fish.*, 9: 65-74.
- Rossi S., Gabbianelli G. 1978. Geomorfologia del Golfo di Taranto. *Boll. Soc. Geol. It.*, 97: 423-437.
- Sala A., J. M. Bellido, I. Bitetto, S. Bonanomi, J. Brčić, R. Caggiano, A. Carbonell, F. De Carlo, A. Edridge, S. Krstulović Šifner, A. Lucchetti, G. Lembo, A. Machias, E. Massutí, E. Monnati, F. Moro, E. Notti, J. Pulcinella, F. Škeljo, M. T. Spedicato, K. Tsagarakis, V. Vassilopoulou, M. Virgili. 2015. DISCATCH Final Project Report. 136 p.
- Sardà F., Cartes J.E., Norbis W. 1994. Spatio-temporal structure of the deep-water *Aristeus antennatus* (Decapoda: Aristeidae) population in the western Mediterranean. *Fish. Bull.*, 92: 599-607.
- Sartor P. (coord.) SPECIFIC CONTRACT N° 8 "Identification and characterization of the small-scale driftnets fisheries in Mediterranean (DRIFTMED)". Final Report. MAREA: Mediterranean hAlieutic Resources Evaluation and Advice; 301 pp.
- Senatore M.R., Mirabile L., Pescatore T., Tramutoli M. 1980. La piattaforma continentale del settore Nord-orientale del Golfo di Taranto (piattaforma pugliese). *Geol. Appl. Idrogeol.*, 15: 33-50.

STECF, 2013. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) - 2013 Assessment of Mediterranean Sea stocks part II (STECF-14-08). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 26614 EN, JRC 89860, 364 pp.

STECF 2015. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) - Mediterranean Assessments part 2 (STECF-15-06). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 27221 EN, JRC 95822, 396 pp.

STECF 2016. Reports of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) - Mediterranean assessments part 2 (STECF-16-08). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 27758 EN, JRC XXXX, 483 pp.

Telesca L., A. Belluscio, A. Criscoli, G.d. Ardizzone, E.T. Apostolaki, S. Frascchetti, M. Gristina, L. Knittweis, C.S. Martin, G. Pergent, G. Garofalo, V. Gerakaris, M.L. Pace, C. Pergent-Martini, M. Salomidi 2015. Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. *Scientific Reports*, DOI: 10.1038/srep12505.

Theocharis A., Georgopoulos D., Lacsaratos A., Nittis K. 1993. Water masses and circulation in the central region of the Eastern Mediterranean: Eastern Ionian, South Aegean and Northwest Levantine, 1986-1987. In: Robinson A.R., Malanotte-Rizzoli P. (eds), *Tropical studies in Oceanography. Deep-Sea Res. Part II*, 40 (6): 1121-1142.

Tursi A., D'Onghia G., Sion L., Carlucci R., Capezzuto F., Maiorano P. 2011. North-Western Ionian Sea. In: Cataudella S. & Spagnolo M. (eds), 2011 - *The state of Italian marine fisheries and aquaculture*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF), Rome (Italy), 620 p.

Vilibic I. & Orlic M. 2002. Adriatic water masses, their rates of formation and transport through the Otranto Strait. *Deep Sea Res.*, 49: 1321-1340.

Worm B., Hilborn R., Baum J.K., Branch T.A., Collie J.S., Costello C., Fogarty M.J., Fulton E.A., Hutchings J.A., Jennings S., Jensen O.P., Lotze H.K., Mace P.M., McClanahan T.R., Minto C., Palumbi S.R., Parma A.M., Ricard D., Rosenberg A.A., Watson R., Zeller D. 2009. Rebuilding global fisheries. *Science*, 325: 578-585.

Zore-Armanda M. 1969. Water exchange between the Adriatic and Eastern Mediterranean. *Deep Sea Res.*, 16: 171-178.

Valutazione degli stock demersali adriatici mediante indici puntuali di biomassa in mare

di Corrado Piccinetti, Chiara Manfredi

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano - Università degli Studi di Bologna

Abstract

Trawl surveys provide data about a wide range of species, including many non-commercial species. The main objects of research surveys are the estimation of relative abundance and demographic structure of the population (juveniles, adults, spawners) by means of length-structure, sex-ratio and maturity stages as well as the estimation of species composition of demersal community. Moreover, re-search trawl surveys provide useful information about the distribution of fished species.

Currently, the most important experimental bottom trawls in the Mediterranean Sea is the MEDITS Programme, an European project. In the GFCM-GSA 17 (Northern and Central Adriatic Sea) the MEDITS is performed by the Laboratory of Marine Biology and Fishery of Fano (Italy) in cooperation with the Institute of Oceanography and Fisheries of Split (Croatia) and the Fishery Research Institute of Slovenia. The surveys were performed yearly from 1996 to 2015 during the spring-summer season.

In this paper main results of the MEDITS Survey in the Adriatic, including distribution area and abundance indices of main target species (both density and biomass) update to 2014 are reported; trend and historical fluctuations of abundance indices were also analysed.

Introduzione

Il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, da diversi anni, effettua campagne di ricerca sperimentali per la valutazione delle risorse demersali nel mare Adriatico.

A differenza di altri sistemi (i.e. dati commerciali), i dati raccolti nelle campagne di ricerca hanno il vantaggio di essere sempre georeferenziati, fornendo quindi informazioni sulla distribuzione delle specie, e di essere indipendenti dalla pesca, cosicché non risentono degli errori di cui possono essere affetti i dati di sbarcato a causa della sottostima del pescato.

Sebbene le campagne sperimentali non possano essere esaustive nel fornire stime assolute di abbondanza, sono utili per fornire un'immediata conoscenza dello stato di uno stock attraverso lo studio dell'andamento temporale dell'abbondanza relativa, della distribuzione e della struttura demografica della popolazione.

I monitoraggi in Adriatico dell'Istituto di Ricerca di Fano iniziarono nel 1982 con le campagne di ricerca denominate "Pipeta" (Vrigo *et al.*, 2004); sono poi proseguiti in maniera sistematica come progetto di ricerca nazionale GRUND, concluso nel 2007. Nel 1994 si è aggiunto il programma europeo MEDITS (MEDiterranean International Trawl Survey), programma di ricerca di pesca a strascico internazionale ideato per fornire le informazioni di base sulle risorse demersali nel mare Mediterraneo. Il progetto ha avuto inizio con soli quattro paesi partecipanti (Italia, Francia, Sagna e Grecia) ai quali, in seguito, si sono aggiunte altre nazioni mediterranee, tra cui Croazia, Slovenia, Albania e Montenegro in Adriatico.

La ricerca MEDITS è svolta secondo un protocollo internazionale che standardizza le modalità di esecuzione del survey, di prelievo dei campioni, di raccolta e analisi dei dati biologici (MEDITS-Handbook. Ver.7, 2013). Al momento è la più importante fonte di dati per lo studio delle risorse demersali in Mediterraneo, rappresentando l'unica serie temporale di informazioni sia per le specie target che per la maggioranza delle specie non bersaglio della pesca.

Le risorse demersali dell'alto e medio Adriatico sono condivise e sfruttate da tutti i tre paesi rivieraschi (Italia, Croazia e Slovenia) che spesso operano sugli stessi fondali di pesca. La cooperazione tra queste nazioni per conoscere lo stato e l'evoluzione temporale delle risorse costituisce la base per lo sviluppo di piani di gestione condivisi, volti alla protezione e allo sfruttamento razionale degli stock ittici in Adriatico. È in questo contesto che la campagna MEDITS in Alto e Medio Adriatico viene svolta con continuità dal 1996 dal Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, in collaborazione con l'Istituto di Oceanografia e Pesca di Spalato (Croazia) e con l'Istituto di Ricerca della Pesca della Slovenia.

Materiali e metodi:

L'area di studio della campagna MEDITS copre tutta l'area strascicabile dell'Alto e Medio Adriatico, Sub-area Geografica 17 (GSA 17), da 10 a 500 metri di profondità, per una superficie totale di studio di circa 91100 km². Il campionamento è svolto ogni anno nella stagione primaverile-estiva. Le cale, in numero di 180 nelle acque italiane ed internazionali, 60 nelle acque croate, 2 nelle acque slovene, sono posizionate secondo uno schema di campionamento random stratificato, con gli strati identificati secondo la profondità; il numero di stazioni effettuato per strato è proporzionale alla superficie dello strato stesso (Fig. 1). Le cale sono diurne e hanno una durata di 30 minuti sui fondali inferiori a 200 metri e di 60 minuti in fondali più profondi. L'attrezzo utilizzato per il campionamento è una rete a strascico sperimentale caratterizzata da un'ampia apertura verticale di circa 2.5 m e maglia

del sacco di 20 mm che rende la rete poco selettiva e di fatto permette la cattura anche di esemplari di piccole dimensioni.

Per tutte le specie catturate è possibile ottenere ogni anno la stima relativa dell'abbondanza attraverso il calcolo dell'indice di biomassa (kg/km^2) e numerico (n/km^2). Gli indici di abbondanza sono calcolati utilizzando i metodi standardizzati del campionamento random stratificato (Cochran, 1997) secondo le formule di Souplet (1996). Eventuali trend temporali statisticamente significativi sono stati identificati applicando alla serie storica di ciascun indicatore il Test non parametrico di Spearman (Spearman, 1904); l'individuazione di eventuali trend temporali degli indici di abbondanza che indicano un aumento o decremento delle popolazione, permettono di monitorare l'evoluzione dello stock in esame e di conoscerne lo stato.

I dati standardizzati sperimentali forniscono inoltre informazioni sulla distribuzione spaziale di tutte le specie e permettono di descrivere la struttura di taglia e di età, la composizione demografica, il rapporto sessi degli adulti e lo stadio di maturità di tutte le specie target.

Vengono di seguito riportati i risultati delle campagne MEDITS delle principali specie demersali di interesse economico nella GSA 17 aggiornati al 2014.

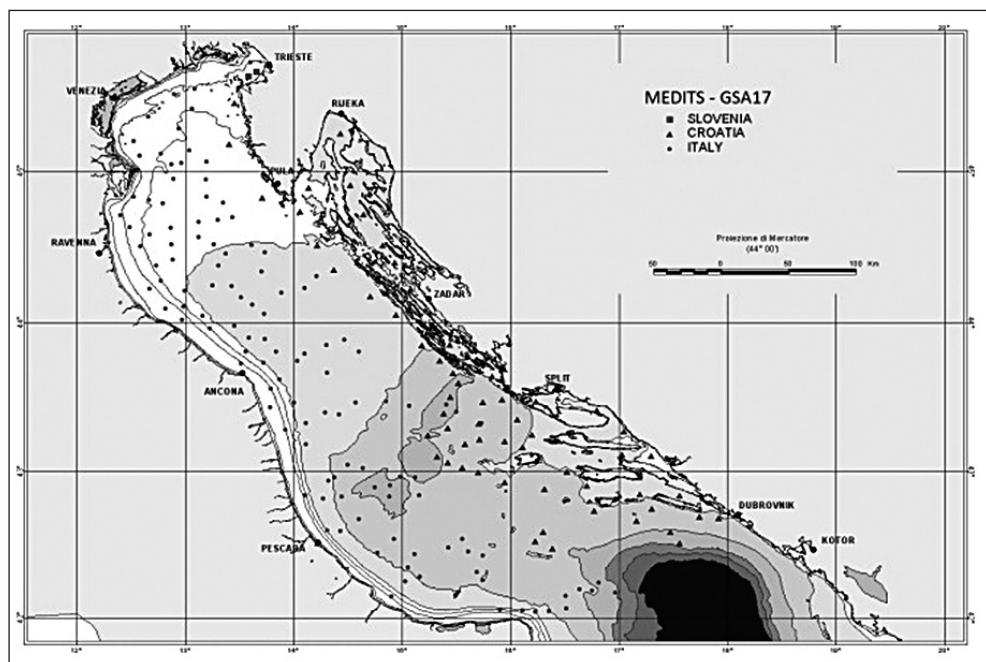


Fig. 1 - Posizione delle cale nella campagna MEDITS nella GSA 17

Risultati

Ogni anno nella campagna MEDITS vengono pescate più di 150 specie tra pesci ossei, pesci cartilaginei, cefalopodi e crostacei (decapodi e stomatopodi) sia di interesse commerciale che non target. Nello specifico nel 2014 sono state catturate e identificate 111 specie di pesci ossei, 17 pesci cartilaginei, 19 cefalopodi, 15 crostacei (Fig. 2).

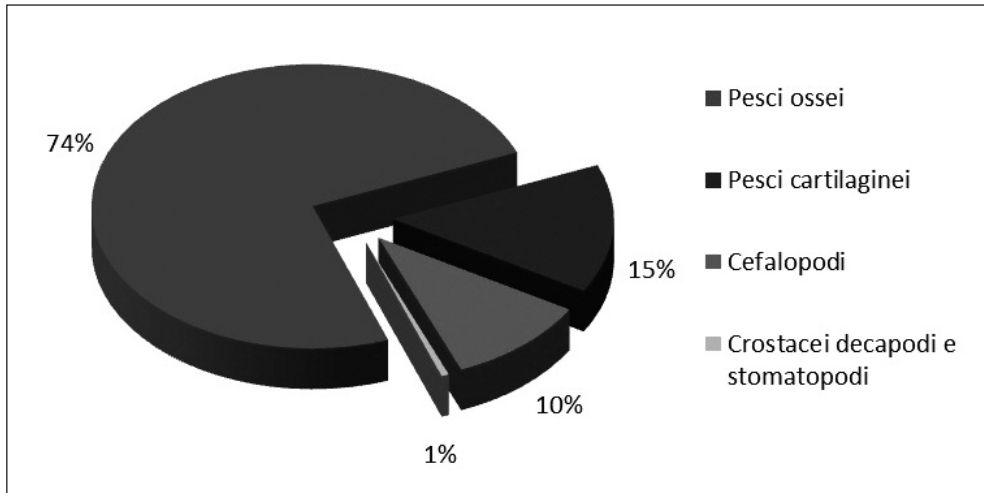


Fig. 2 - Percentuale in peso delle principali categoria faunistiche nelle catture della campagna MEDITS 2014 nella GSA 17

In generale l'andamento degli indici di biomassa delle categorie faunistiche relativo al periodo 1996-2014 non evidenzia nel complesso alcun trend significativo, fatta eccezione per i crostacei, il cui trend è risultato significativamente in diminuzione (Test di Spearman: $\rho = -0.6784$; $p < 0.01$). I valori di biomassa dei Teleostei oscillano ciclicamente con valori comunque più alti negli ultimi quattro anni e dovuti alla grande quantità di piccoli pelagici catturati e che nell'insieme rappresentano circa il 50% delle catture totali (Piccinetti e Manfredi, 2015). Notevolmente più ridotta la scala delle abbondanze dei Selaci che presentano indici sempre molto bassi ad eccezione del 1998.

Anche i Cefalopodi, mostrano un andamento ciclico degli indici annuali di biomassa senza alcun trend e con ampie fluttuazioni, tipiche delle specie a ciclo biologico breve.

Tutte le categorie faunistiche nel 2014 presentano un incremento di abbondanza rispetto all'anno precedente (Fig. 3).

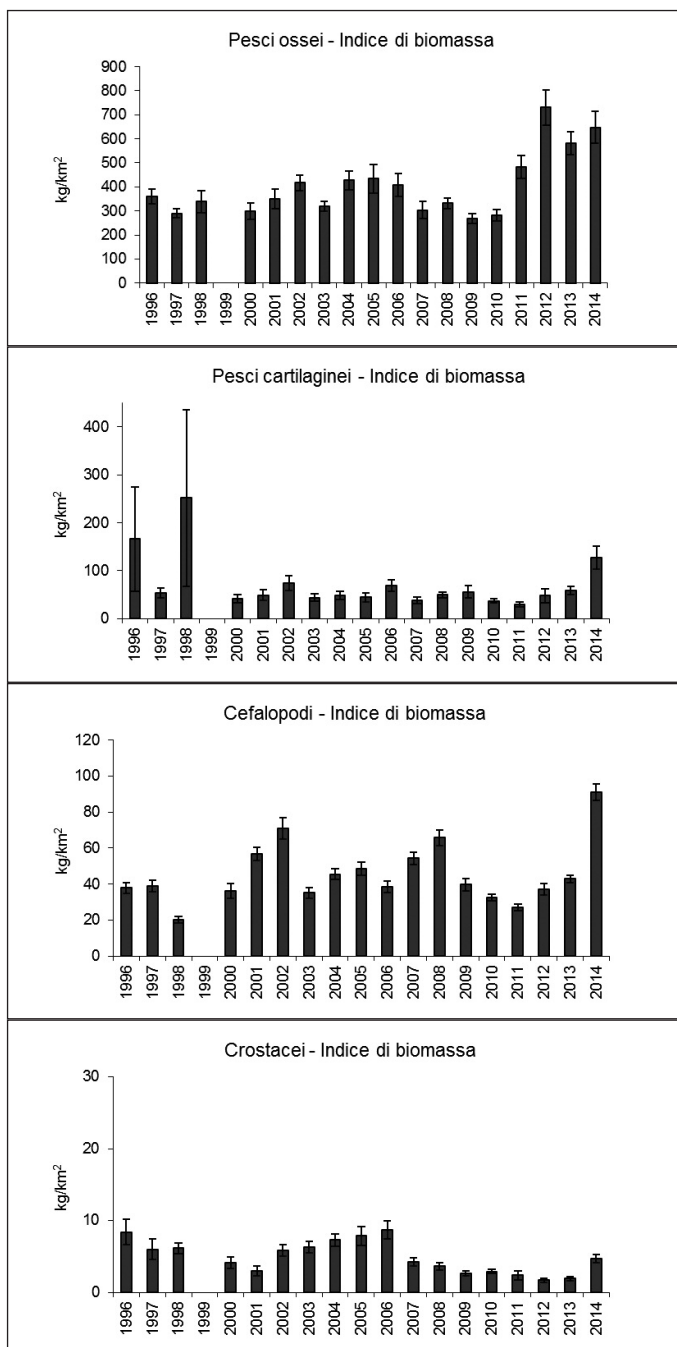


Fig. 3 - Trend temporale degli indici di biomassa delle principali categorie faunistiche nelle campagne MEDITS nella GSA 17

Risultati per specie

Rana pescatrice o budego - *Lophius budegassa* Spinola, 1807

Questa specie è comunemente ritrovata a profondità maggiori di 50 m, in particolare sui fondali fango-argillosi e argillo-fangosi dell'Adriatico centrale (Piccinetti *et al.*, 2012). Nel complesso, nel periodo 1996-2014, gli indici di abbondanza mostrano una diminuzione che è significativa per l'indice di densità (Test di Spearman: $\rho = -0.53$; $p < 0.05$). Dopo un picco dei valori dovuti a un forte reclutamento nel 2003 (Piccinetti *et al.*, 2012) si osserva la costante diminuzione sia della biomassa che del numero, fino a toccare i valori minimi storici nel 2013. Nel 2014 si osserva una leggera ripresa (Fig. 4).

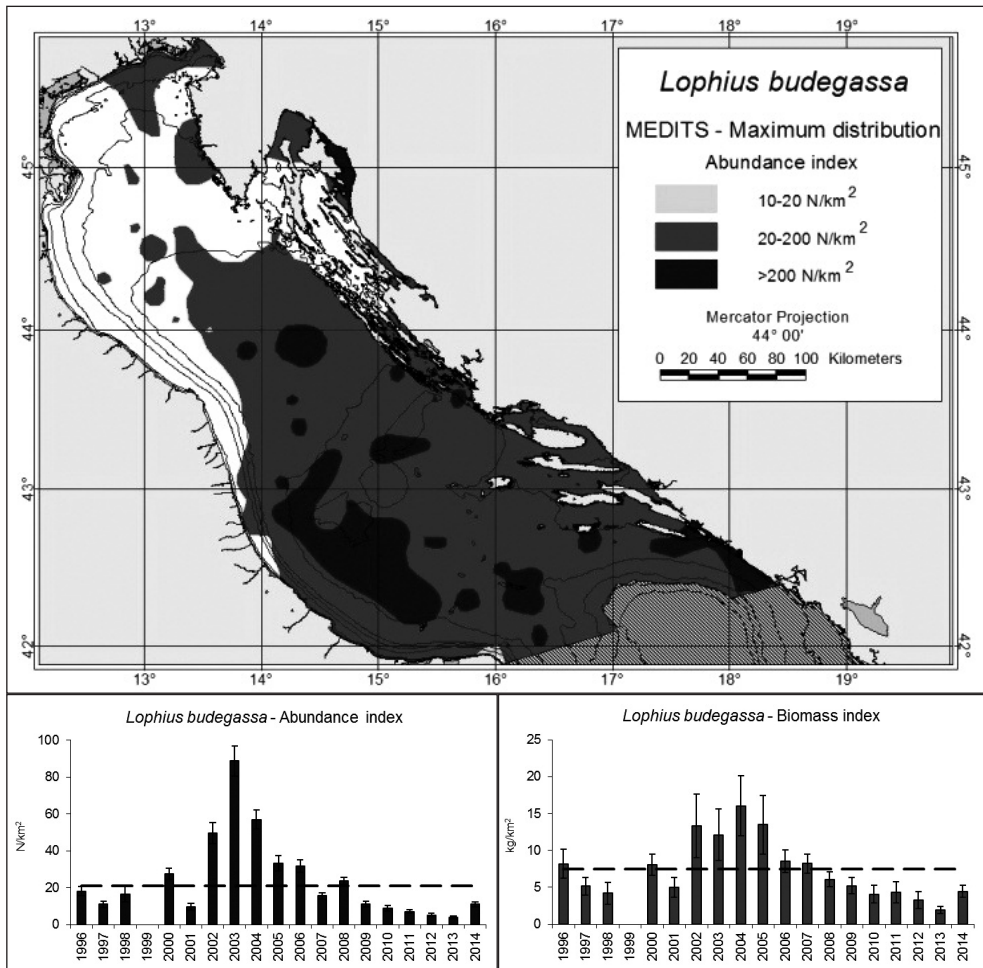


Fig. 4

Merlano - *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758)

L'area di distribuzione del merlano si estende nelle acque poco profonde del bacino settentrionale e lungo tutta la costa occidentale fino al Gargano (Piccinetti *et al.*, 2012). Gli indici di abbondanza mostrano un andamento ciclico con ampie fluttuazioni senza evidenziare alcun trend particolare (Fig. 5).

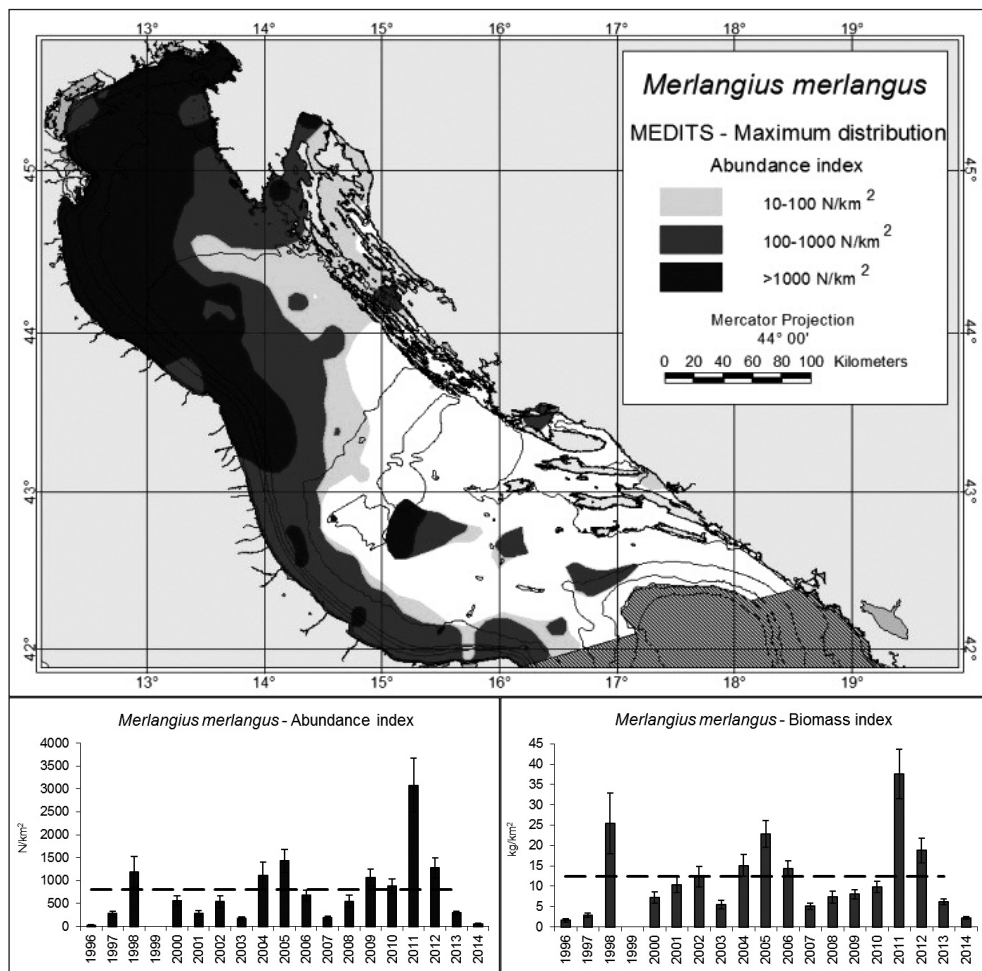


Fig. 5

Nasello - *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

Il nasello è ampiamente diffuso nell'intero bacino ad eccezione della parte più settentrionale a nord della foce del Po. L'abbondanza maggiore è stabilmente ritrovata a profondità maggiori di 100 m nell'Adriatico centrale, dove la popolazione è principalmente costituita da giovani (Piccinetti *et al.*, 2012). Gli indici di abbondanza pur fluttuando in maniera ciclica, mostrano nell'inseme una significativa diminuzione del numero (Test di Spearman: $\rho = -0.53$; $p < 0.05$) (Fig. 6).

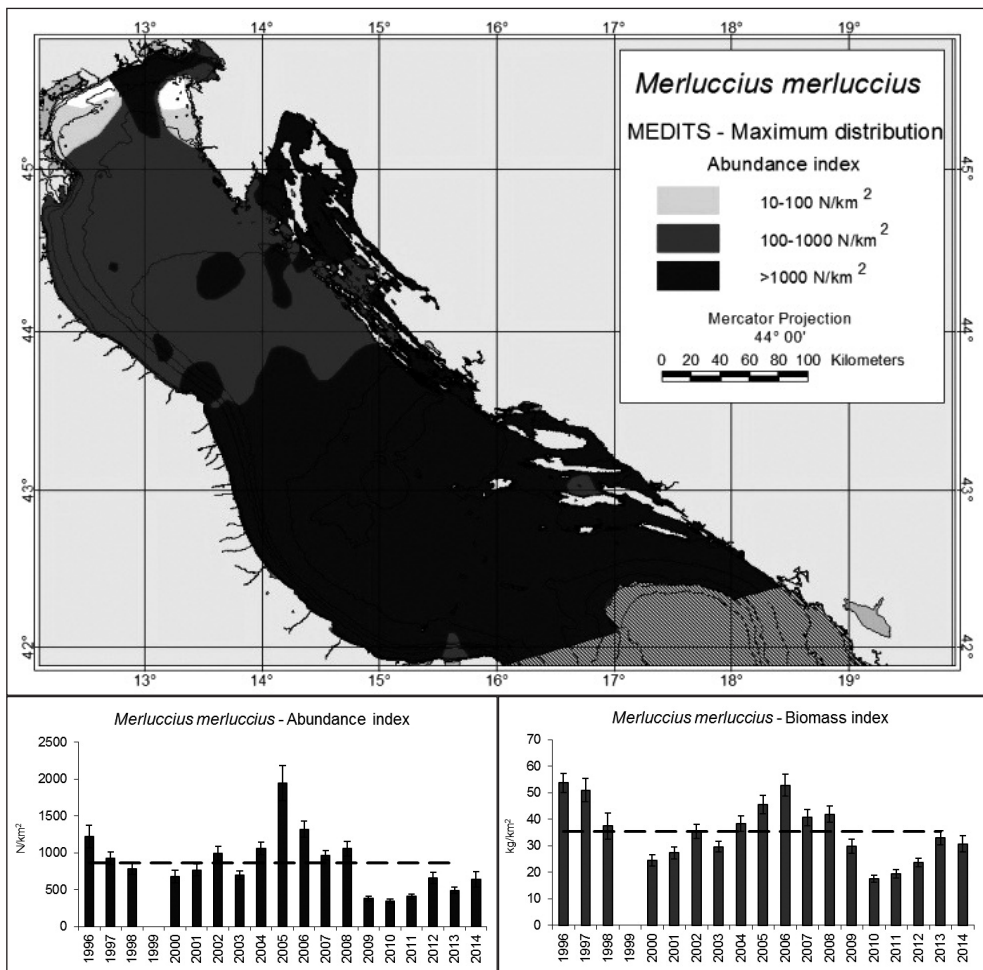


Fig. 6

Triglia di fango - *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758

La triglia è una specie migratoria ampiamente diffusa nell'intero Adriatico. Durante la stagione di svolgimento delle campagne MEDITS, l'abbondanza e la biomassa della specie sono maggiori lungo la parte orientale (Piccinetti *et al.*, 2012).

La popolazione mostra delle fluttuazioni, ma l'andamento generale, sia in numero che in peso, è significativamente in aumento, con notevole incremento negli ultimi tre anni (Test di Spearman: indice di abbondanza, $\rho=0.76$; indice di biomassa, $\rho=0.75$; $p<0.01$) (Fig. 7).

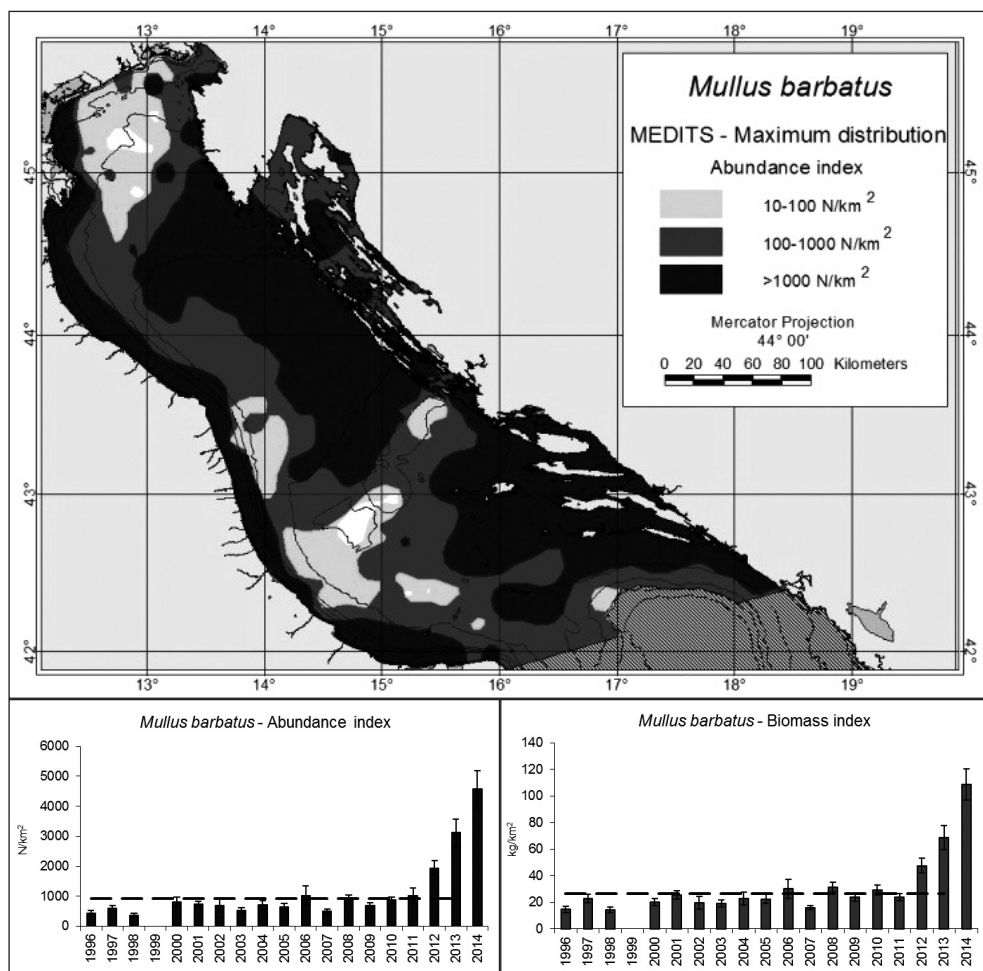


Fig. 7

Pagello fragolino - *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)

Il pagello fragolino è ampiamente diffuso entro la batimentrica dei 100 m, con abbondanza maggiore lungo le coste dell'Adriatico orientale (Piccinetti *et al.*, 2012).

Gli indici di abbondanza e biomassa mostrano ampie fluttuazioni tra un anno e l'altro con trend generale significativamente in aumento (Test di Spearman: indice di abbondanza, $\rho=0.56$; indice di biomassa, $\rho=0.50$; $p<0.05$) (Fig. 8).

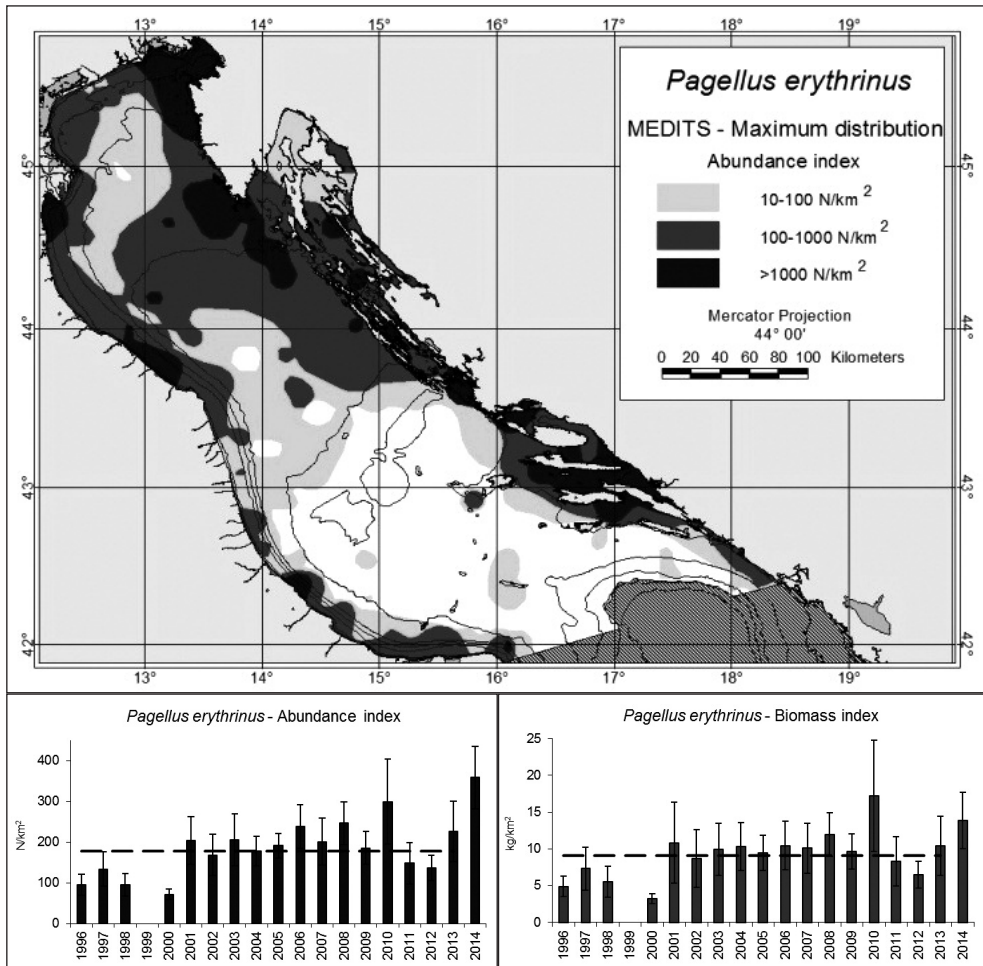


Fig. 8

Merluzzetto giallo - *Trisopterus capelanus* (Linnaeus, 1758)

Il merluzzetto giallo, localmente conosciuto come busbana è ampiamente diffuso nell'intera area (Piccinetti *et al.*, 2012). Gli indici di abbondanza, pur con alcune fluttuazioni, mostrano una significativa tendenza in diminuzione (Test di Spearman: indice di abbondanza, $\rho=-0.65$; indice di biomassa $\rho=-0.62$; $p<0.01$) (Fig. 9).

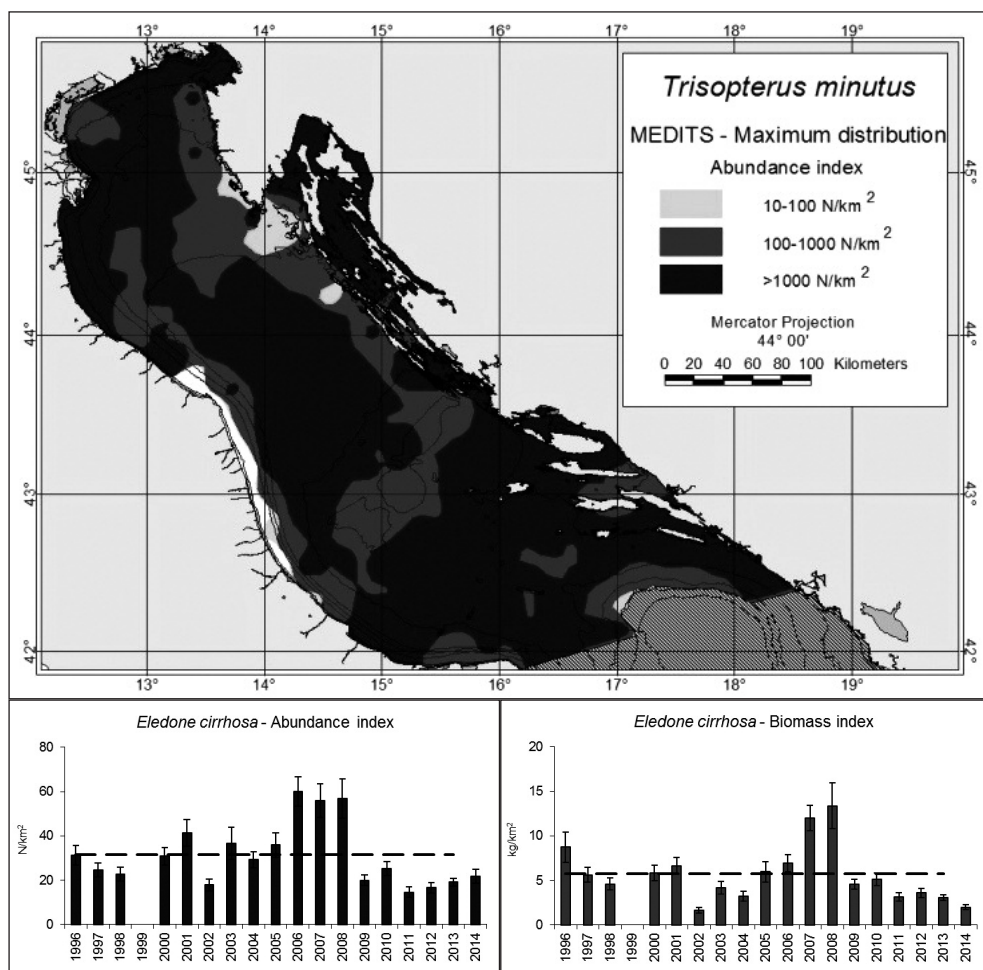


Fig. 9

Moscardino bianco - *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798)

L'area di distribuzione del moscardino bianco si estende nell'intero bacino centrale ad eccezione delle acque costiere poco profonde (Piccinetti *et al.*, 2012). Gli indici di abbondanza fluttuano senza mostrare alcuna tendenza particolare, con valori degli ultimi anni comunque al di sotto della media del periodo (Fig. 10).

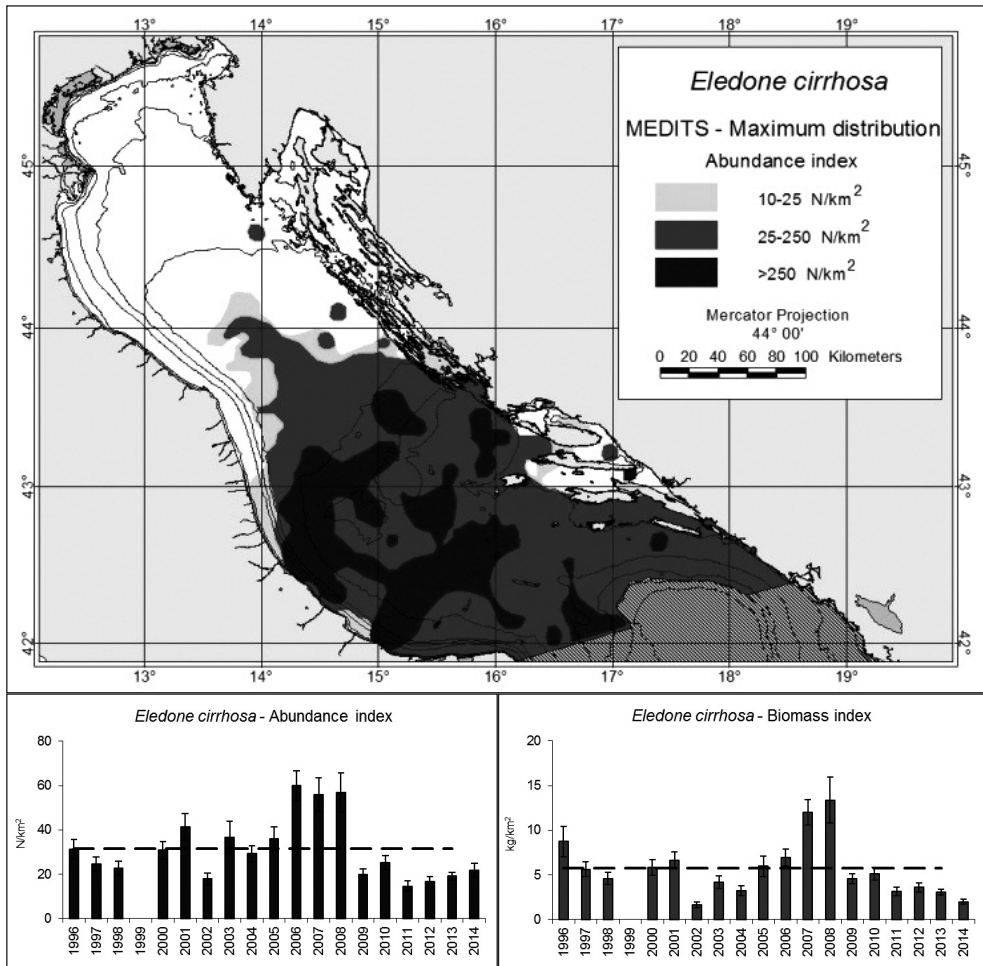


Fig. 10

Moscardino muschiato - *Eledone moschata* (Lamark, 1798)

L'area di distribuzione del moscardino muschiato in Adriatico è complementare a quella del moscardino bianco e si estende nell'intero bacino dell'Adriatico settentrionale e lungo le aree costiere poco profonde dell'Adriatico centrale (Piccinetti *et al.*, 2012). Gli indici di abbondanza fluttuano molto nel periodo di studio, senza mostrare alcuna tendenza particolare, ma con valori in aumento negli ultimi anni (Fig. 11).

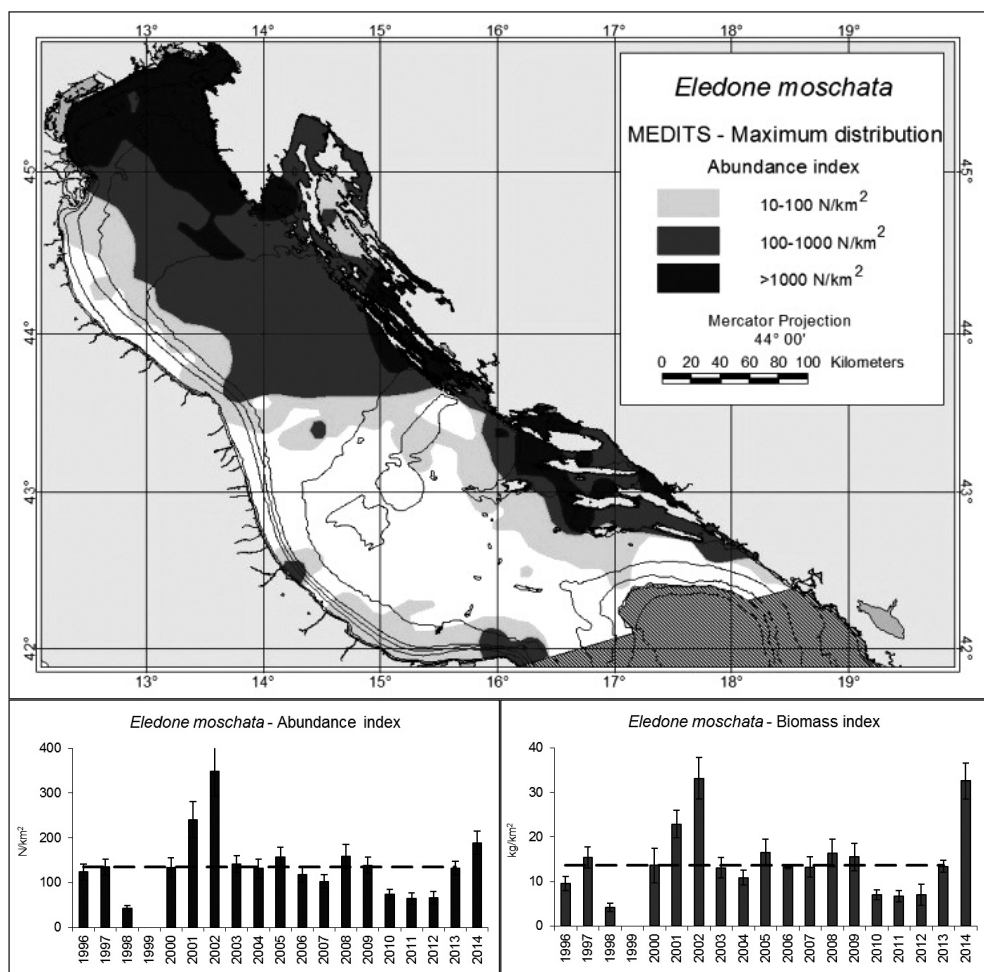


Fig. 11

Totano - *Illex coindetii* (Verany, 1839)

Il totano è presente in tutto l'Adriatico centro-settentrionale, principalmente a profondità maggiori di 20-25 metri. È più abbondante a profondità maggiori di 100 metri (Piccinetti *et al.*, 2012). In generale la specie mostra ampie fluttuazioni di abbondanza, dovute principalmente alla cattura del reclutamento, particolarmente abbondante nel 2002, 2004, 2007 (Piccinetti *et al.*, 2012). Nel complesso si osserva l'incremento significativo dell'indice di biomassa (Test di Spearman: $\rho=0.69$; $p<0.01$) (Fig. 12).

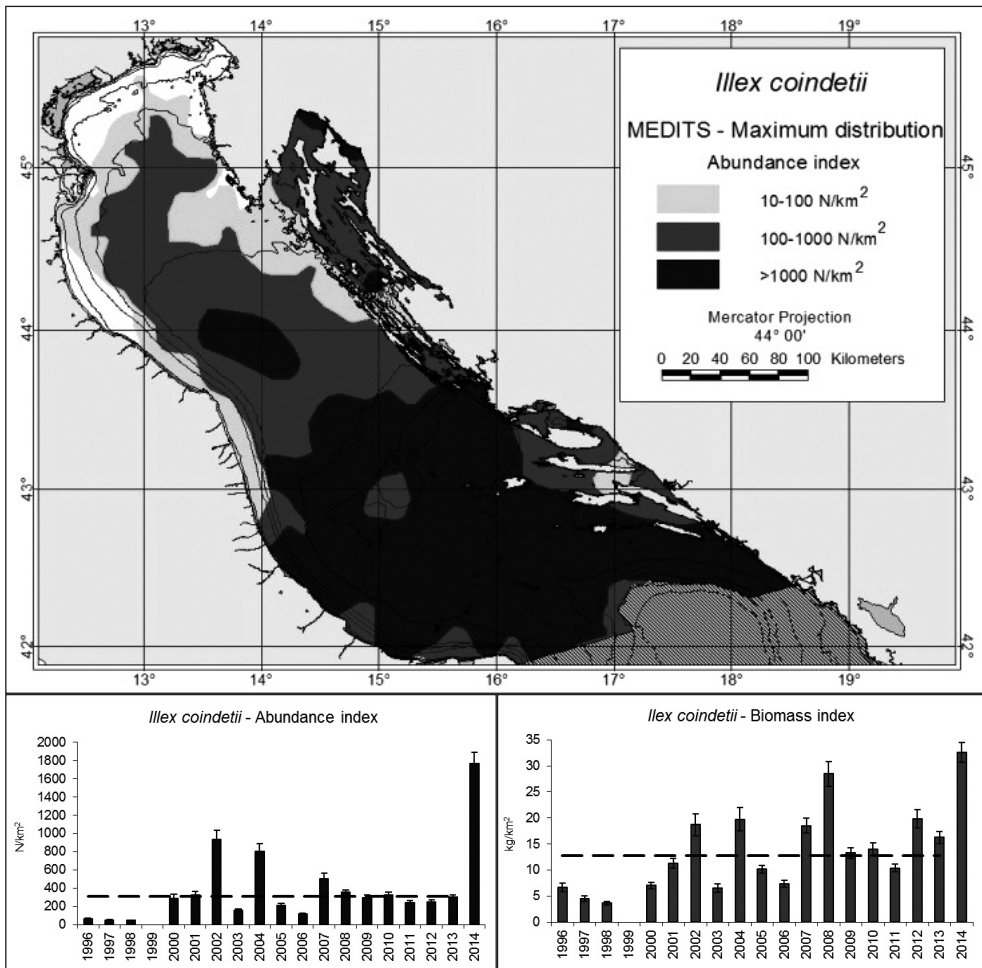


Fig. 12

Calamaro - *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1798)

Il calamaro è distribuito nell'intero bacino, principalmente a profondità inferiori a 150 m. Le abbondanze maggiori si ritrovano nelle aree costiere e nei canali fino a 50 metri di profondità, dovute essenzialmente alla presenza di giovani, distribuiti prevalentemente in queste aree (Piccinetti *et al.*, 2012). Gli indici di abbondanza fluttuano ampiamente con tre picchi nel 2002, nel 2005 e nel 2014 che riflettono l'entità del reclutamento (Fig. 13).

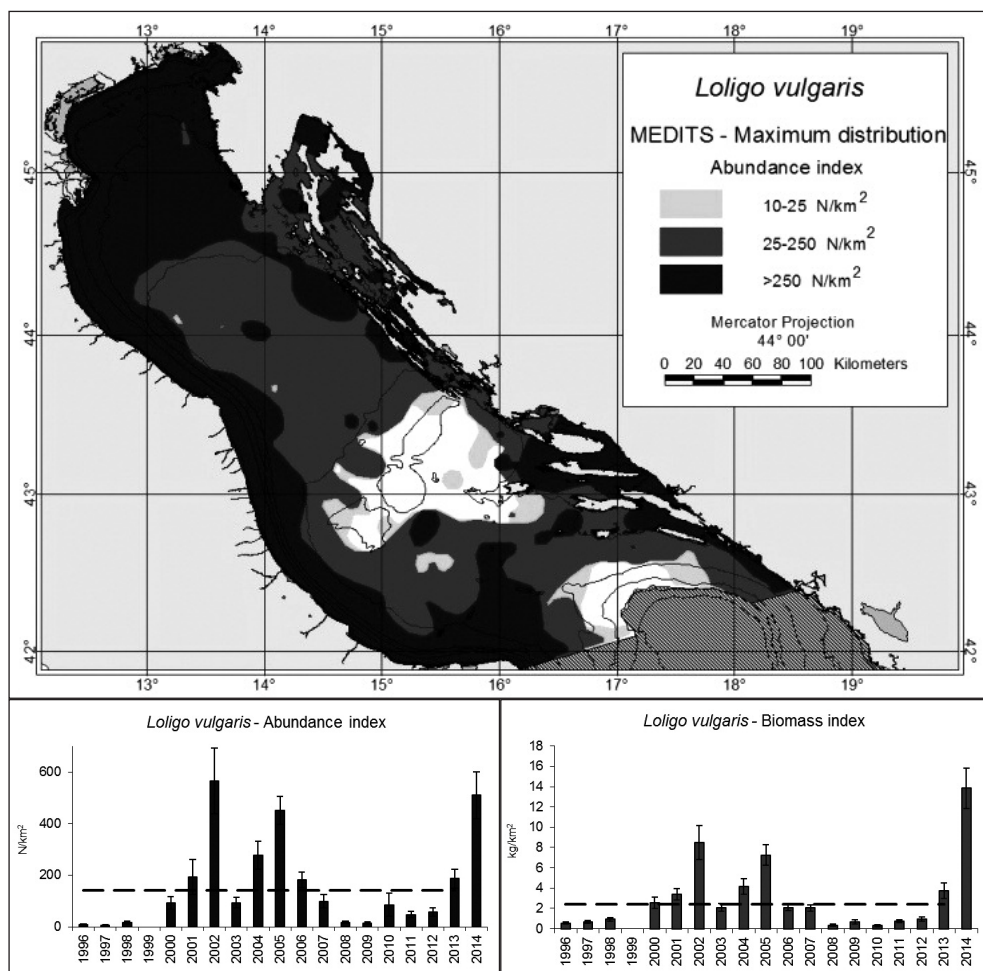


Fig. 13

Scampo - *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758)

L'area di distribuzione dello scampo si estende dalle acque poco profonde dell'alto Adriatico fino al confine meridionale dell'area di studio. Grandi quantità si ritrovano al largo di Ancona e nel canale di Velebit in Croazia, ma la popolazione più abbondante è stabilmente presente sui fondali fangosi del medio Adriatico, nell'area della Fossa di Pomo (Piccinetti *et al.*, 2012). L'abbondanza della popolazione diminuisce significativamente nel corso del periodo, toccando il minimo nel 2011 e con valori sempre molto bassi negli anni successivi (Test di Spearman: indice di densità, $\rho = -0.87$; indice di biomassa, $\rho = -0.83$ $p < 0.01$) (Fig. 14).

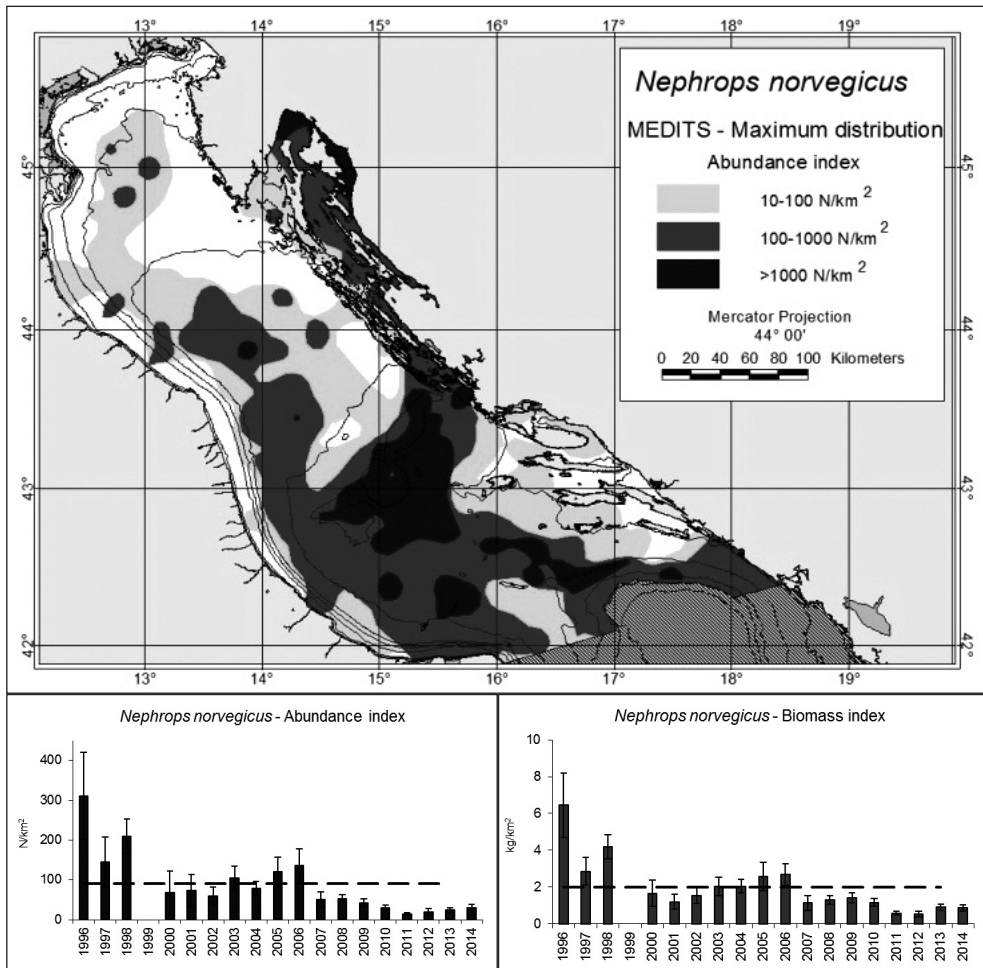


Fig. 14

Pannocchia - *Squilla mantis* (Linnaeus, 1758)

La pannocchia è stata ritrovata sui fondi fangosi dell'area costiera italiana poco profonda, con le catture maggiori stabilmente ottenute vicino al delta e a sud della foce del Po (Piccinetti *et al.*, 2012). Gli indici di abbondanza fluttuano senza mostrare alcuna tendenza particolare (Fig. 15).

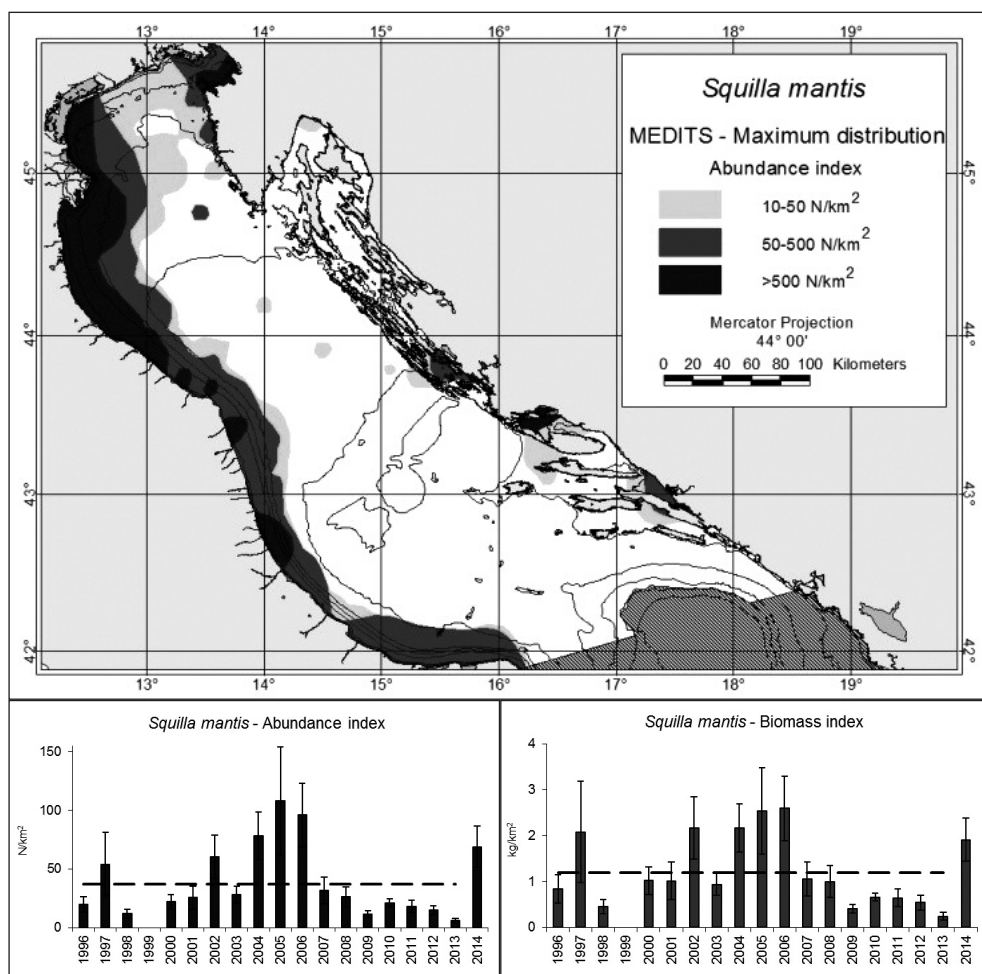


Fig. 15

Commenti e conclusioni

I dati delle ricerche scientifiche indipendenti dalla pesca, rappresentano un'importante fonte per la descrizione e la valutazione delle risorse demersali considerando che, spesso, l'attendibilità e l'accuratezza dei dati statistici sulla pesca in Adriatico sono bassi. La campagna di ricerca MEDITS è la più importante fonte di informazioni sulle risorse demersali in Adriatico, in quanto il campionamento copre l'intero bacino, utilizzando una metodologia uniforme per il campionamento, la raccolta e l'analisi dei dati. L'utilizzo di indici di abbondanza, calcolati con i dati delle campagne sperimentali, sono utili nel descrivere il cambiamento nel tempo e il recente stato delle risorse.

La principale caratteristica della pesca demersale in Adriatico è la cattura multi-specifica; nel corso dell'intera ricerca MEDITS sono state catturate circa 280 specie, di cui 80-90 commercialmente importanti. In generale, nelle catture demersali dell'Adriatico dominano gli esemplari giovani di 0. 1 o 2 anni di età (Vrgoč *et al.*, 2004) che determinano ampie fluttuazioni di abbondanza tra un anno e l'altro. La maggioranza delle 12 specie considerate nel periodo di studio ha mostrato oscillazioni cicliche, evidentemente legate all'intensità del reclutamento, senza evidenziare situazioni particolari di tendenze in diminuzione o in aumento. Solo lo scampo presenta un'evidente situazione di sofferenza con entrambi gli indici di abbondanza chiaramente in diminuzione nel periodo. Al contrario l'abbondanza di specie importanti nell'area come la triglia, il totano e il moscardino muschiato fanno registrare una crescita importante nel periodo considerato; questa tendenza è stata osservata anche nel basso Adriatico (Mannini e Sabatella, 2015).

È interessante notare che le indicazioni sullo stato delle risorse ottenute con le serie delle campagne MEDITS non sempre coincidono con le indicazioni provenienti da modelli di stock assessment che spesso mostrano una situazione di pesca eccessiva per tutte le specie esaminate (Stecf, 2013; Stecf, 2014). La ricerca del motivo di queste differenze è importante perché a seconda dello stato delle risorse possono essere presi orientamenti gestionali molto diversi come, ad esempio, la riduzione dello sforzo di pesca e delle catture o il mantenimento dello sforzo di pesca.

La principale differenza consiste nell'indicatore utilizzato per valutare la quantità delle risorse esistenti in mare. Nelle campagne di pesca sperimentali si utilizza l'indice di abbondanza, cioè la quantità media di ogni specie per km² come risulta da tutte le pesche scientifiche fatte in ogni campagna seguendo sempre lo stesso metodo standardizzato. Nei diversi approcci di stock assessment, l'indice di abbondanza utilizzato è dato dalla quantità pescata proveniente dalle statistiche di pesca, nell'ipotesi che per ogni specie la quantità pescata e sbarcata indichi l'abbondanza della specie in mare. Ma bisogna considerare che le statistiche di pesca non hanno sempre un'attendibilità scientifica, in quanto sono legate al variare delle modalità di rilevare i dati

di cattura nel tempo, alle scelte dei singoli pescatori di pescare in una zona o in un'altra, al variare delle condizioni economiche e alla frazione di pescato che sfugge ai rilevamenti (rigetti in mare e vendita in nero). Inoltre, la riduzione del numero di motopesca e del tempo di pesca, che negli ultimi 20 anni hanno avuto un decremento maggiore rispettivamente del 20% e del 40% (fonte Mipaaf-Irepa), influenza la quantità pescata, facendo sembrare la forte riduzione del pescato come una grande diminuzione delle singole risorse.

L'individuazione di un corretto indicatore dello stato della risorsa è fondamentale per la gestione delle attività di pesca.

Bibliografia

Cochran W.G. (1977). Sampling techniques. John Wiley & Sons, Inc. New York, 3rd ed.: 428 pp.

Mannini A., Sabatella R.F. (eds) (2015). Annuario sullo stato delle risorse e sulle strutture produttive dei mari italiani. Biol. Mar. Mediterr., 22 (Suppl. 1): 358 pp.

MEDITS-Handbook.Version.7, (2013). MEDITS Working Group: 120 pp.

Piccinetti C., Manfredi C. (2015). Programma nazionale Italiano per la raccolta di dati alieutici, 2014. Campagne di ricerca in mare: Sezione G - MEDITSGSA 17. Rapporto tecnico ed analisi finale. Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano, Università degli Studi di Bologna, Italia: 88 pp.

Piccinetti C., Vrgoč N., Marčeta B. Manfredi C. (2012). Recent state of demersal resources in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*. Monograph Series no. 5, 1-220 A1-A2.

Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). (2013) Assessment of Mediterranean Sea stocks part II (STECF-14-08). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 26614 EN, JRC 89860, 364 pp.

Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). (2014) Assessment of Mediterranean Sea stocks - part 1 (STECF-14-17). Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 26955 EN, JRC 93120, 393 pp.

Souplet A. (1996). Calculation of abundance indices and length frequencies in the MEDITS survey. In: J. A. Bertrand *et al.* (Editors), Campagne internationale de chalutage démersal en Méditerranée (MEDITS). Campagne 1995. Rapport final de contract, Vol. III. CEE- IFREMER-IEO-SIBM-NCMR, 68 pp.

Spearman C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *American Journal of Psychology* 15: 72-101.

Vrgoč N., E. Arneri, S. Jukić-Peladić, S. Krstulović-Šifner, P. Mannini, B. Marčeta, K. Osmani, C. Piccinetti & N. Ungaro. 2004. Review of current knowledge on shared demersal stocks of the Adriatic sea. FAO-MiPAF Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. GPC/RER/010/ITA/TD-12. AdriaMed Technical Documents, 12: 91 pp.

La genetica, un efficace strumento per il monitoraggio della biodiversità in Adriatico

di Vincenzo Caputo Barucchi^{1,2}, Tatiana Fioravanti¹, Massimo Giovannotti¹,
Paola Nisi Cerioni¹, Paolo Ruggeri¹, Andrea Splendiani¹
(¹DiSVA - UNIVPM, Ancona; ²ISMAR-CNR, Ancona)

Abstract

In the present short review, we resume the main results of investigation in the field of population and conservation genetics on marine vertebrates carried out by researchers of evolutionary biology laboratory of DiSVA (Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy). We emphasize with some case studies (e.g., anchovy, sardine and marine turtles) that the conservation of genetic diversity is a priority in any strategy for the responsible management of fishery resources.

Il DNA è la macromolecola organica in cui è contenuta l'informazione genetica sotto forma di un codice di quattro basi azotate (Adenina, Guanina, Citosina e Timina). Il genoma dei vertebrati comprende miliardi di copie di queste basi in diverse combinazioni che possono essere oggi decifrate grazie agli straordinari progressi nel campo delle biotecnologie. Quest'ultime consentono di leggere la composizione in basi del DNA degli organismi viventi e di ottenerne la sequenza, acquisendo così preziose informazioni sulla diversità genetica delle popolazioni naturali. Tali conoscenze sono fondamentali non solo per una migliore comprensione della biologia di tali popolazioni, ma anche per le ricadute gestionali e conservazionistiche. Un aspetto di particolare rilevanza è l'elevato potere di risoluzione dell'analisi genetica: come il DNA di ciascun individuo è unico, anche quello delle varie specie animali e vegetali mostra differenze diagnostiche quantificabili. Questo approccio genetico (*DNA barcoding*) si è rivelato particolarmente efficace in ambito applicativo, consentendo di identificare le specie di interesse alimentare dopo la lavorazione (quando la morfologia non è più integra, come per il pesce sfilettato o inscatolato), contribuendo a svelare frodi commerciali o sanitarie (i.e., Barbuto et al., 2010).

In ambito marino è di particolare significato la scoperta che molte specie ittiche sono suddivise, in base alla loro composizione genetica, in molteplici sub-popolazioni (o stock genetici) che reagiscono alla pesca in modo indipendente l'una dall'altra: ciò

significa che tali stock possono essere utilizzati come unità gestionali distinte in quanto la pesca a livello di un'unità non influenza la pesca di un'altra (cfr. Booke, 1999). L'uso di marcatori genetico-molecolari consente di descrivere in termini molto precisi questi stock genetici e di definirne la reciproca distribuzione geografica (*stock boundaries*), fornendo preziose informazioni gestionali ai manager della pesca.

Due interessanti casi di studio, affrontati recentemente presso il Laboratorio di Biologia Evolutiva del DiSVA in collaborazione con l'ISMAR-CNR (sezione di Ancona), hanno riguardato l'acciuga (*Engraulis encrasicolus*) e il rossetto (*Aphia minuta*). Nel caso dell'acciuga, specie di grande interesse economico e con un importante ruolo nella rete trofica dell'Adriatico (Coll et al., 2008), attraverso l'analisi di marcatori molecolari non codificanti (DNA microsatellite), è stato possibile osservare che in Adriatico è presente una sola specie di acciuga (*E. encrasicolus*) al contrario delle due proposte in altri lavori (oltre alla precedente, *E. albidus*, cfr. Borsa et al., 2002; Borsa et al., 2004). Inoltre la struttura genetica della specie (cioè il numero di pool genici riconoscibili all'interno di essa) è risultata più complessa di quanto osservato in precedenza attraverso l'elettroforesi di allozimi (Bembo et al., 1996). Infatti, dal nostro studio è emersa la presenza di tre gruppi geneticamente differenziati, uno al largo del delta del Po, un secondo lungo le coste croate, e il terzo diffuso nel resto del Bacino (Fig. 1). Questa inaspettata suddivisione genetica su scala geografica piuttosto ridotta, potrebbe essere messa in relazione con le marcate differenze chimico-fisiche delle acque adriatiche, influenzate dall'apporto di acque dolci del Po e dal pattern di circolazione delle correnti marine. In particolare si è ipotizzato che la struttura genetica dell'acciuga in Adriatico possa essere frutto dell'adattamento a particolari variabili ambientali quali temperatura e salinità dell'acqua e ossigeno disciolto (Ruggeri et al., 2016c).

Anche nel caso del rossetto gli studi effettuati sul DNA microsatellite hanno evidenziato una chiara struttura genetica con la presenza di due popolazioni principali (atlantica e mediterranea) e una probabile ulteriore suddivisione tra Mediterraneo occidentale e Adriatico. Tale struttura sembrerebbe plasmata dalla presenza di barriere oceanografiche che limitano lo scambio di individui e conseguentemente il flusso genico tra le diverse aree (Giovannotti et al., 2009; Ruggeri et al., 2016a). In particolare la presenza dello Stretto di Gibilterra e/o del fronte Almeria-Oran avrebbe determinato l'isolamento del Mar Mediterraneo dall'Oceano Atlantico (cfr. Patarrello et al., 2007), mentre la separazione tra il versante occidentale del Mediterraneo e il Mar Adriatico potrebbe essere riconducibile alla presenza di barriere idrografiche quali lo stretto siculo-tunisino e/o di Otranto e alla circolazione ciclonica dello Ionio (Ruggeri et al., 2016a).

Un altro valido approccio sperimentale basato sui dati genetico-molecolari è rappresentato dalla *Mixed Stock Analysis* (MSA) che permette di determinare l'eventuale appartenenza degli individui pescati in una determinata area a stock genetici diffe-

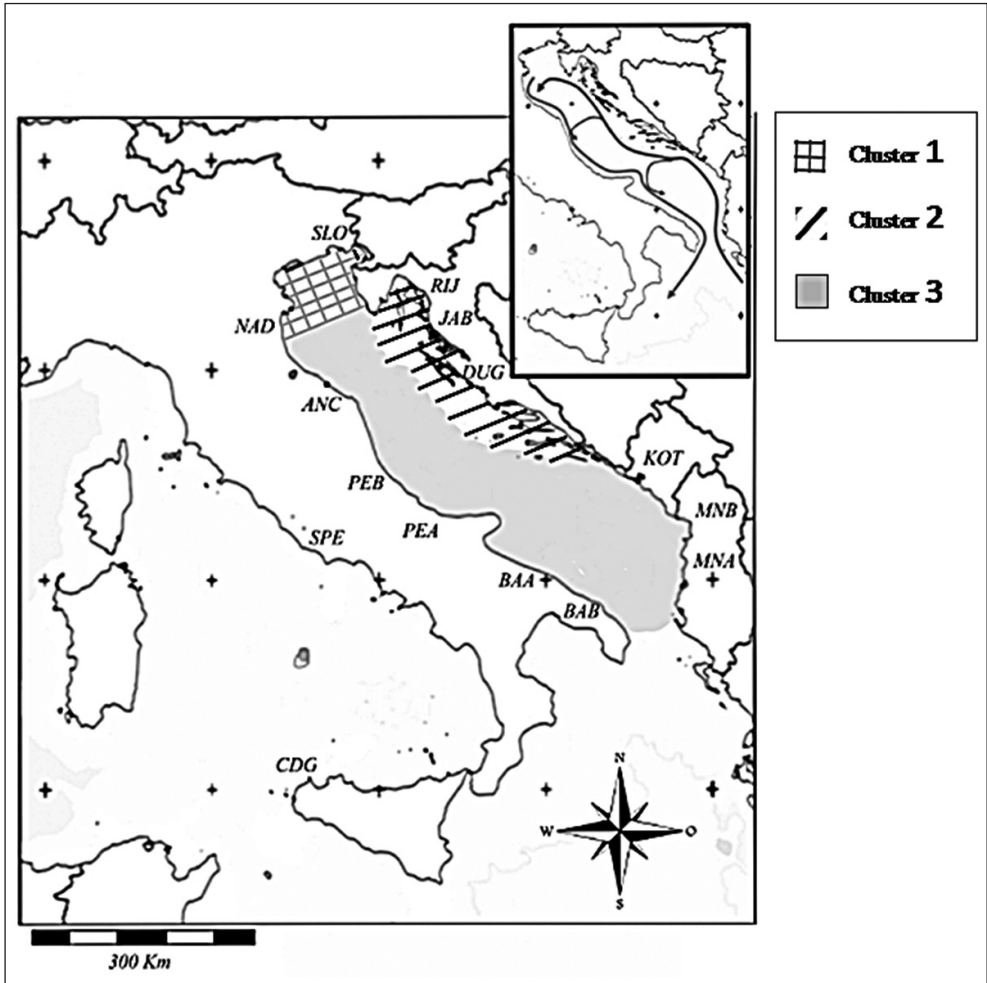


Fig. 1 - Nella mappa principale è riportata la distribuzione dei tre differenti stock genetici di acciuga nel Mare Adriatico. Nel riquadro in alto a destra è rappresentato il pattern di correnti del bacino (modificato da Ruggeri et al., 2016c)

renti. Un interessante caso di studio in Adriatico è quello della tartaruga comune (*Caretta caretta*) che, pur non essendo direttamente oggetto di pesca, è catturata accidentalmente (*bycatch*), con la morte di migliaia di esemplari ogni anno (cfr. Casale, 2010). Le femmine della specie sono note per il loro comportamento filopatrigo (ritorno, generazione dopo generazione, nelle stesse località costiere per la deposizione delle uova) dal quale deriva la presenza di struttura genetica all'interno della specie: questa può essere svelata grazie all'utilizzo di marcatori molecolari ereditati per via materna (DNA

mitocondriale, mtDNA). L'analisi della regione di controllo (o *D-loop*) del mtDNA associata alla MSA ci ha permesso di svelare che nel pool di tartarughe che arrivano in Adriatico per alimentarsi ed accrescersi sono presenti componenti genetiche diversificate: la maggior parte proviene dai siti di nidificazione del Mediterraneo (Grecia, Turchia, Libano e Libia), mentre alcuni genotipi sono addirittura riferibili ai siti atlantici del Golfo del Messico e della Florida (Giovannotti et al., 2010; Splendiani et al., in preparazione) (Tab. 1). Ciò che risulta allarmante in termini di conservazione è che alcuni di questi *nesting sites* ospitano una diversità genetica unica ed estremamente rara che rischia di assottigliarsi sempre più a causa dell'elevata mortalità cui sono soggette le tartarughe durante le migrazioni trofiche nel nostro mare.

Infine, l'analisi della diversità genetica si è rivelata preziosa per evidenziare quei casi in cui le attività di prelievo, sommandosi alla mortalità naturale, erodono il polimorfismo genetico delle popolazioni sfruttate, mettendone in pericolo la sopravvivenza a lungo termine. La diversità genetica è infatti il "carburante dell'evoluzione" che permette agli organismi viventi di fronteggiare gli incessanti cambiamenti ambientali (come quelli climatici, di così pressante attualità). Al riguardo, studi genetici su campioni storici permettono di evidenziare se fluttuazioni demografiche avvenute in passato in seguito a un eccessivo sfruttamento delle risorse ittiche (*overfishing*) o ad eventi naturali, hanno avuto effetti sulla diversità genetica delle popolazioni attuali. Gli studi sul DNA storico (o di archivio) vengono inglobati nel campo di ricerca del DNA antico, reso estremamente difficoltoso dalla degradazione e dal rischio di contaminazione del materiale genetico sul quale si lavora (Pääbo et al., 2004). Alcuni nostri studi su campioni storici di acciuga e sardina (*Sardina pilchardus*) dell'Adriatico hanno svelato importanti fluttuazioni genetiche proprio in corrispondenza di crolli demografici e di cali nel pescato. La perdita di diversità genetica è evidente in entrambe le GSA (*Geographical Sub-Areas*; GFCM, 2001), GSA17 e GSA18, in cui è stato suddiviso questo bacino, ma significativa solo nel caso dell'area più settentrionale (GSA17, Ruggeri et al., 2012, 2013, 2016b; Fig. 2). Tale osservazione è verosimilmente riconducibile all'elevato sforzo di pesca, da sempre maggiore in quest'area rispetto alla porzione più meridionale dell'Adriatico (Marano, 2001). Inoltre, in queste specie di piccoli pelagici che normalmente presentano un'elevata taglia di popolazione, si sono osservati valori molto più bassi rispetto a quelli attesi del parametro N_e (taglia genetica effettiva della popolazione: stima del numero di individui che contribuiscono al pool genico della generazione successiva) (cfr. Ruggeri et al., 2016b). Questo risulta ulteriormente ridotto durante i crolli demografici, dimostrando come le variazioni delle dimensioni delle popolazioni abbiano un impatto sia sulla diversità genetica sia sul potenziale riproduttivo della specie. Fortunatamente, i valori dei parametri stimati sono tornati quasi alle condizioni pre-impatto negli anni successivi, a conferma che le caratteristiche biologiche di molte specie di pesci ossei marini (resilienza genetica e de-

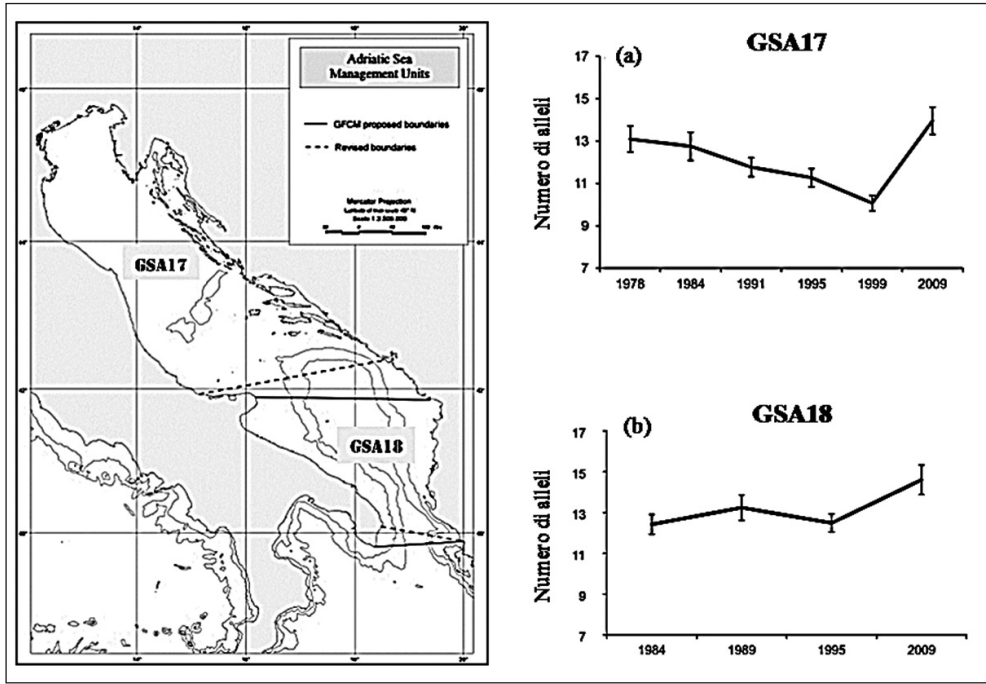


Fig. 2 - La mappa mostra i confini delle due GSA (*Geographical Sub-Area*) presenti in Adriatico come originariamente definite dal GFCM (linee continue) e come modificate da AdriamMed (2001) (linee tratteggiate). I grafici a destra riportano la variazione nel corso del tempo del numero di alleli osservati (N_a) per le sardine provenienti dalla GSA17 (a) e per quelle della GSA18 (b) (modificato da Ruggeri et al., 2012)

mografica, elevata capacità di dispersione) consentono un recupero più o meno rapido dei livelli di diversità genetica a partire dalle popolazioni meno coinvolte dalle attività alieutiche, in modo da consentire il mantenimento del potenziale evolutivo della specie (cfr. Fig. 2a, recupero fra gli anni 1999 e 2009).

Per concludere questo breve excursus, vorremmo sottolineare che, nell’ottica della tutela della biodiversità, preservare la diversità genetica costituisce un aspetto prioritario di ogni strategia di gestione responsabile delle risorse alieutiche: come Darwin aveva già chiaramente compreso oltre un secolo e mezzo fa, essa costituisce infatti il materiale grezzo sul quale opera l’evoluzione, permettendo alle popolazioni di adattarsi ai cambiamenti ambientali. La diversità genetica rappresenta perciò una vera e propria “polizza” contro l’estinzione che noi esseri umani, responsabili per il futuro del Pianeta, dobbiamo sottoscrivere per conto degli altri organismi e per garantire a noi stessi di poter continuare a utilizzare le risorse rinnovabili offerte dal mare in abbondanza, ma non in modo illimitato.

Bibliografia

- AdriaMed. - 2001. The geographical management units of the Adriatic Sea. Paper presented at the GFCM-SAC Working Group on Management Units (Alicante, 23th-25th January 2001). FAO-MiPAF Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea. GCP/RER/010/ITA/OP-02: 12 pp.
- Barbuto M., Galimberti A., Ferri E., Labra M., Malandra R., Galli P., Casiraghia M., 2010. DNA barcoding reveals fraudulent substitutions in shark seafood products: The Italian case of “palombo” (*Mustelus spp.*). Food Research International, 43: 376-381.
- Beambo D.G., Carvalho G.R., Cingolani N., Arneri E., Giannetti G., Pitcher T.J., 1996. Allozymic and morphometric evidence for two stocks of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in Adriatic waters. Marine Biology, 126: 529-538.
- Booke H. E., 1999. The stock concept revisited: perspectives on its history in fisheries. Fisheries Research, 43: 9-11.
- Borsa, P., 2002. Allozyme, mitochondrial-DNA, and morphometric variability indicate cryptic species of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Biological Journal of the Linnean Society, 75(2), 261-269.
- Borsa, P., Collet, A., & Durand, J. D. (2004). Nuclear-DNA markers confirm the presence of two anchovy species in the Mediterranean. Comptes rendus biologies, 327: 1113-1123.
- Casale P., 2010. Sea turtle by-catch in the Mediterranean. Fish and Fisheries, 12: 299-316.
- Coll M., Santojanni A., Palomera I., Tudela S., Arneri E., 2007. An ecological model of the northern and central Adriatic Sea: analysis of eco system structure and fishing impacts. J Mar Sys 67:119-154.
- General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM), 2001. Report of the twenty-sixth session. Lacco Ameno, Ischia, 10-13 September 2001. GFCM Report. No.26. Rome, FAO. 2001. 27 pp.
- Giovannotti M., La Mesa M., Caputo V., 2009. Life style and genetic variation in teleosts: the case of pelagic (*Aphia minuta*) and benthic (*Gobius niger*) gobies (Perciformes: Gobiidae). Marine Biology, 156: 239-252.
- Giovannotti M., Franzellitti S., Nisi Cerioni P., Fabbri E., Vallini C., Tinti F., Caputo V., 2010. Genetic characterization of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) individuals stranded and caught as bycatch from the North-Central Adriatic Sea. Amphibia-Reptilia, 31: 127-133.
- Marano G., 2001. Small pelagic stock assessment (1984-1996). In: Priority topics related to small pelagic fishery resources of Adriatic Sea. Split, Croatia, 12-13 October 2000. GCP/RER/101/ITATD-03, ADRIAMED Technical Documents No. 3. pp. 66-70.
- Pääbo, S., Poinar, H., Serre, D., Jaenicke-Després, V., Hebler, J., Rohland, N., & Hofreiter, M., 2004. Genetic analyses from ancient DNA. Annu Rev Genet, 38: 645-679.
- Patarnello T., Volckaert F. A. M., Castilho R., 2007. Pillars of Hercules: is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographical break? Molecular Ecology, 16: 4426-4444.
- Ruggeri P., Splendiani A., Bonanomi S., Arneri E., Cingolani N., Santojanni A., Belardinelli A., Giovannotti M., Caputo V., 2012. Temporal genetic variation as revealed by a microsatellite analysis of European sardine (*Sardina pilchardus*) archived samples. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 69: 1698-1709.

Ruggeri P., Splendiani A., Bonanomi S., Arneri E., Cingolani N., Santojanni A., Colella S., Donato F., Giovannotti M., Caputo Barucchi V., 2013. Searching for a stock structure in *Sardina pilchardus* from the Adriatic and Ionian Seas using a microsatellite DNA based approach. *Scientia Marina*, 77: 565-574.

Ruggeri P., Splendiani A., Giovannotti M., Fioravanti T., Occhipinti G., Nisi Cerioni P., Caputo Barucchi V., 2016a. The role of life-history traits, selective pressure and hydrographic boundaries in shaping the genetic structure of the transparent goby, *Aphia minuta*. *Marine Ecology*, 37: 518-531.

Ruggeri P., Splendiani A., Di Muri C., Fioravanti T., Santojanni A., Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Carpi P., Arneri E., Nisi Cerioni P., Giovannotti M., Caputo Barucchi V., 2016b. Coupling demographic and genetic variability from archived collections of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *PLOS ONE*, DOI:10.1371/journal.pone.0151507.

Ruggeri P., Splendiani A., Di Muri C., Fioravanti T., Santojanni A., Leonori I., De Felice A., Biagiotti I., Carpi P., Arneri E., Procaccini G., Catanese G., Tičina V., Bonanno A., Nisi Cerioni P., Giovannotti M., Grant W.S., Caputo Barucchi V., 2016c. Biocomplexity in populations of European anchovy in the Adriatic Sea. *PLOS ONE*, DOI:10.1371/journal.pone.0153061.

Il Progetto Fao Adriamed, per la cooperazione scientifica a supporto della pesca responsabile nel Mare Adriatico

di Enrico Arneri,

Coordinatore Progetto FAO Adriamed

Fisheries Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma

Abstract

An overview is given of the recent activities of the FAO-AdraMed project “Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea” which has been in place since 1999 without interruptions to support the development of responsible fisheries in the Adriatic Sea.

Negli ultimi decenni la situazione mondiale del settore della pesca ha visto accrescere sensibilmente la problematica relativa ad uno sviluppo sostenibile e ad una gestione responsabile del settore. Allo scopo di preservare la biodiversità marina, e per garantire stabilità economica e sicurezza alimentare per le comunità che vivono dell'utilizzo delle risorse ittiche, si sono gettate le basi per una gestione condivisa e responsabile dello sfruttamento del patrimonio ittico. Il progetto AdriaMed (*Cooperazione scientifica a supporto della pesca responsabile nel mare Adriatico*) mira principalmente alla cooperazione a livello istituzionale tra gli Stati dell'Adriatico, in merito alle politiche di gestione e di sfruttamento delle risorse. Le attività del progetto sono iniziate nel settembre del 1999 e da allora è stato finanziato dalla Direzione Generale Pesca del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAAF) senza interruzioni. A questo finanziamento si è aggiunto, a partire dal 2007 un contributo annuale da parte della Unione Europea attraverso la Direzione Generale degli Affari Marittimi e della Pesca (DGMARE) e nel 2016 un contributo del Governo della Repubblica di Croazia. Tra gli obiettivi di AdriaMed, particolare attenzione è rivolta all'incoraggiamento di pratiche sostenibili e responsabili di pesca unitamente alla volontà di rafforzare la collaborazione tecnica tra i centri di ricerca e le amministrazioni nazionali e le altre realtà scientifiche e istituzionali che operano nel bacino

adriatico. Gli obiettivi principali del Progetto AdriaMed possono essere così brevemente riassunti:

- Rinforzare il network sub-regionale Adriatico mediante il coinvolgimento delle istituzioni rilevanti nel settore della pesca nell'ambito della cooperazione e del coordinamento scientifico.
- Supporto all'istituzione di un sistema di monitoraggio scientifico regionale della pesca basato su metodologie standardizzate.
- Identificazione di meccanismi gestionali che possano essere applicati su scala pilota in zone selezionate per rinforzare la cooperazione internazionale nella regione.
- Supporto alle decisioni gestionali su risorse condivise mediante la promozione dell'armonizzazione della legislazione sulla pesca.
- Supporto allo sviluppo di una maricoltura responsabile con particolare attenzione alle interazioni positive tra la pesca e l'acquacoltura.

I principali partecipanti al progetto AdriaMed sono:

- Il Ministero dell'Agricoltura della Croazia (nel 2016 anche Donor del progetto)
- L'Istituto di Oceanografia e Pesca di Split (Croazia)
- Il Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale del Montenegro
- L'Istituto di Biologia Marina di Kotor (Montenegro)
- Il Ministero per l'Agricoltura e l'Ambiente della Slovenia
- L'Istituto di Ricerche sulla Pesca della Slovenia
- Il Ministero per l'Ambiente, le Foreste e l'Acqua dell'Albania
- Il Laboratorio di Pesca e Acquacoltura dell'Università Agricola di Tirana (Albania)
- Il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca dell'Università di Bologna in Fano
- L'Istituto di Science Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISMAR-CNR) di Ancona
- La COISPA Tecnologia e Ricerca di Bari
- L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) sede di Chioggia

Il processo di pianificazione annuale delle attività si basa su una serie di momenti di proposizione durante l'anno che confluiscono e poi di un momento decisione annuale nel Comitato di Coordinamento del progetto, a cui partecipano i paesi beneficiari e i donatori. In questa sede si raccolgono e si discutono le proposte che arrivano da:

- Workshops, training, attività di ricerca e assistenza tecnica svolti dal progetto.
- Indicazioni della General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM).
- Indicazioni date dalle nazioni partecipanti al progetto.
- Indicazioni provenienti dai Working Groups degli esperti dell'Adriatico organizzati da AdriaMed.

L'attività principale di Adriamed specialmente in questi ultimi anni è stata il supporto alla produzione di pareri scientifici per la gestione delle risorse in Adriatico. Questo si è esplicato attraverso: 1) il coordinamento e il co-finanziamento di attività di raccolta dati come surveys in mare in tutto l'Adriatico, rilevazioni dello sbarcato e surveys socioeconomici in Albania e Montenegro; 2) lo sviluppo di strumenti per la gestione dei dati (database); 3) istituzione di gruppi di lavoro per la elaborazione congiunta dei dati e la preparazione di valutazioni dello stato di sfruttamento delle risorse (stock assessments) che poi sono discussi e validati in sede internazionale nei Gruppi di Lavoro della Commissione Generale per la Pesca in Mediterraneo (GFCM). Qui di seguito si fornisce qualche dettaglio sulle attività menzionate.

1. Coordinamento e co-finanziamento di attività di raccolta dati

- Supporto allo svolgimento della campagna di pesca a strascico scientifica MEDITS per la valutazione degli stock demersali, con l'estensione dei campionamenti alla parte orientale del basso Adriatico (GSA 18) grazie alla collaborazione tra COISPA di Bari, Istituto di Biologia Marina di Kotor (Montenegro) e il Laboratorio di Pesca e Acquacoltura dell'Università Agricola di Tirana (Albania)..
- Raccolta dati sulla popolazione di scampi (*Nephrops norvegicus*) della fossa di Pomo (Jabuka) mediante prospezione scientifica con l'uso di telecamera subacquea (UnderWaterTV Survey), condotta dall'ISMAR-CNR di Ancona in collaborazione con l'Istituto di Oceanografia e Pesca di Split.
- Supporto alle attività di ricerca sulla popolazione di sogliole (*Solea solea*), incluso la campagna di prospezione mediante rapidi *SoleMon survey* nell'Adriatico Centro-Settentrionale condotta dall' ISMAR-CNR di Ancona in collaborazione con l'Istituto di Oceanografia e Pesca di Split, l'Istituto di Ricerche sulla Pesca della Slovenia e L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) sede di Chioggia.
- Estensione del survey acustico MEDIAS (MEDiterranean Acoustic Survey) per la valutazione della biomassa di piccoli pelagici alla parte orientale del basso Adriatico (GSA 18) svolta da ISMAR-CNR Ancona in collaborazione con l'Istituto di Biologia Marina di Kotor (Montenegro) e il Laboratorio di Pesca e Acquacoltura dell'Università Agricola di Tirana (Albania).
- Supporto all'esecuzione di survey ittioplanctonici per l'applicazione della metodologia DEPM (Daily Egg Production Method) per la valutazione della biomassa di acciughe (*Engraulis encrasicolus*) nella parte orientale del basso Adriatico (GSA 18) svolta da ISMAR-CNR Ancona in collaborazione con l'Istituto di Biologia Marina di Kotor (Montenegro) e il Laboratorio di Pesca e Acquacoltura dell'Università Agricola di Tirana (Albania).

- Monitoraggio della pesca in Montenegro attraverso surveys per il rilevamento dei dati di cattura e sforzo di pesca, censimento delle barche attive e stima delle catture per segmento di flotta. Rilevamento di dati biologici relativi allo sbarcato in porti campione. Programma svolto dall'Istituto di Biologia Marina di Kotor (Montenegro) iniziato nel 2007.
- Azione pilota di campionamento biologico dello sbarcato a Durazzo (Albania) attraverso survey per il rilevamento dei dati di cattura e sforzo di pesca, censimento barche attive, stima delle catture per segmenti di flotta e rilevamento dati biologici relativi allo sbarcato. Programma svolto dal Laboratorio di Pesca e Acquacoltura dell'Università Agricola di Tirana (Albania) iniziato nel 2013.
- Survey socio-economici in Albania e Montenegro per la raccolta dati socio-economici per segmento di flotta condotti dalle amministrazioni responsabili per la pesca di Albania (Ministero per l'Ambiente, le Foreste e l'Acqua) e Montenegro (Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale).

2. Sviluppo di strumenti per la gestione dei dati e dell'informazione

- Supporto al Sistema Nazionale di statistiche della pesca Albanese presso la Direzione Pesca del Ministero per l'Ambiente, le Foreste e l'Acqua dell'Albania.
- Sviluppo e aggiornamento del software ATRIS (AdriaMed TRawl Information System) Database per la gestione dei dati raccolti in campagne sperimentali di pesca a strascico, è attualmente usato da 20 istituti di ricerca in tutto il Mediterraneo.
- Sviluppo del software ASPA (AdriaMed Small Pelagic Application), un database per la gestione dei dati scientifici sulla pesca dei piccoli pelagici in Adriatico ideato per poter gestire agevolmente i dati dello storico database IRPEM che parte dal 1975.
- Sviluppo di una routine Excel *ad hoc* per facilitare i calcoli nell'applicazione del Daily Egg Production Method ai piccoli pelagici in Adriatico.
- Supporto al Segretariato FAO-ASFA (<http://www.fao.org/fishery/asfa>). Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA) è un sistema cooperativo di informazione via web che copre la letteratura mondiale sulla scienza, tecnologia, gestione e conservazione delle risorse marine, lagunari e d'acqua dolce con l'inclusione degli aspetti socio-economici e legali, attraverso un database costantemente aggiornato di riassunti (abstracts) di articoli. AdriaMed, come partner ufficiale di ASFA, contribuisce a coordinare l'input riguardante l'Adriatico in modo da includere anche riviste e articoli che altrimenti non avrebbero distribuzione su scala mondiale perché pubblicate su riviste a distribuzione locale.
- Il sito web del progetto AdriaMed (www.faoadriamed.org) descrive le attività svolte e i risultati ottenuti .

3. Istituzione di gruppi di lavoro per la elaborazione congiunta dei dati e la preparazione di valutazioni dello stato di sfruttamento delle risorse (stock assessments)

Il processo di formulazione del parere scientifico sullo stato di sfruttamento degli stock oggetto di pesca si compone di una prima fase che si svolge in molti casi nell'ambito del progetto AdriaMed e di una seconda parte che si svolge all'interno dello Scientific Advisory Committee (SAC) della General Fisheries Commission for the Mediterranean. La parte preliminare in ambito Adriamed prevede dei Gruppi di Studio (Study Groups), Gruppi di Lavoro (Working Groups), e riunioni tematiche Ad hoc. Sono istituiti in ambito AdriaMed tre Working Groups annuali, uno per le Risorse Demersali (WG-DEM), uno per le Risorse Pelagiche (WG-SP) e uno per la Pesca Artigianale (WG-SSF).

A valle di tutto questo lavoro si è aggiunto recentemente il dibattito sulla preparazione e l'implementazione di piani di gestione condivisi a livello internazionale della pesca in Adriatico, e il progetto AdriaMed grazie al lavoro svolto in tutte le componenti di preparazione di questo processo decisionale ha contribuito in maniera sostanziale al dibattito sulla gestione dei piccoli pelagici in Adriatico e alla preparazione del piano di gestione attualmente in essere.

Bibliografia

Arneri E., Milone N., Ceriola L., 2011. The AdriaMed and MedSudMed sub-regional projects. In: Cataudella S. & Spagnolo M. (eds) - The state of Italian Marine fisheries and aquaculture. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF), Roma: 348-351.

La storia nelle reti: archeologia subacquea in Adriatico

di Nicoletta Frapiccini

Abstract

This paper provides an overview of the most important underwater discoveries in the middle Adriatic, with particular regard to those carried out along the Marche coast. Antique statues, boat wrecks, amphoras, but also submerged structures, such as the "peschiera" in Pietralacroce in Ancona, reveal how the Adriatic is always a privileged path for trade routes, for the use of fishery resources and a main road for contacts with other cultures.

Come accade in tutto il mar Mediterraneo, sono numerosi i rinvenimenti archeologici che, anche nelle acque dell'Adriatico, hanno portato alla luce evidenze di straordinario interesse, che spaziano nel tempo coprendo un ampio arco cronologico, dall'età romana all'Ottocento¹. Senza dubbio alcune peculiarità del mare Adriatico hanno da sempre ostacolato le esplorazioni: la già scarsa visibilità è stata negli ultimi anni ulteriormente aggravata dalla ben nota fioritura algale e dalle frequenti mareggiate, che sollevano sabbia dal fondale. Questo deposito costituisce una coltre che pareggia il suolo sottomarino coprendo ogni oggetto depositato sul fondale e vanificando ogni ricerca di punti di riferimento. Così i numerosi controlli e le prospezioni della Soprintendenza, a partire dalla fine degli anni Ottanta a oggi, non sempre hanno ottenuto i risultati sperati. Ciononostante, integrando gli elementi emersi con una ricognizione dell'esistente, basata sui reperti e le indagini in archivio, si è giunti alla redazione di una carta da cui risultano evidenti due fasce di rinvenimenti, una immediatamente sotto costa, l'altra a 30-40 miglia, da dove provengono soprattutto le anfore riportate in superficie dai pescatori.

Una delle segnalazioni presenti in archivio, risalente al 1967, è relativa alla presenza di un relitto che dovrebbe trovarsi nell'area portuale di Ancona, nel tratto antistante al cantiere navale, e sarebbe documentato dal rinvenimento di frammenti di anfora di tipo apulo. Nei secc. XVI e XVII questo specchio d'acqua era occupato dall'arsenale e sarebbe stato – secondo le più comuni ricostruzioni – il più antico bacino portuale di Ancona, protetto dai venti dal Colle Guasco (fig. 1). Nel periodo rinascimentale l'erosione delle correnti marine provocò il distacco delle propaggini del colle,



Fig. 1

con il crollo della chiesa di San Clemente e la formazione di quegli scogli e di quella secca che presero il nome dalla chiesa, poi cancellati dall'espansione del cantiere navale. Il molo dove fu eretto l'arco di Traiano proteggeva la rada dai venti pericolosissimi del terzo quadrante, e fu proprio in occasione della ristrutturazione traiana che il porto sarebbe passato nella parte più interna dell'attuale bacino, mentre il sito originale sarebbe rimasto in uso come scalo secondario. Dalla zona provengono un ceppo d'ancora, un'anfora e ancore litiche: non è appurato se tali rinvenimenti siano da attribuire a resti di relitti o, più semplicemente, trattandosi di un bacino portuale, di semplici scarichi o perdite accidentali.

Segnalazioni del 1956 riguardano la zona di Torrette di Ancona, dove venivano segnalati resti di costruzioni in mattoni sommerse a 70 m dalla costa, all'altezza della casa cantoniera, associate a frammenti di anfore romane. Le ricognizioni subacquee sul sito hanno però riscontrato solo la presenza di materiale ceramico, non delle strutture architettoniche, che potrebbero essere state occultate dalle modificazioni del fondale a seguito della realizzazione del frangiflutti. Lo scavo, ese-

guito nel 1996, ha confermato la presenza di anfore, soprattutto di tipo apulo, di laterizi, di qualche frammento di dolio e tegoloni. La successiva individuazione di tavole e altri elementi lignei sicuramente lavorati, rende dubbio se si tratti di resti di un relitto oppure (cosa che appare però meno probabile) di un pontile legato a uno scalo.

Due campagne archeologiche subacquee vennero effettuate nel 1997-98 per indagare il relitto della nave oneraria romana, già individuata nel 1970 a Palombina Vecchia da un sub anconitano (fig. 2). La prima ricognizione ha evidenziato che la nave trasportava un carico di anfore, in parte rovesciato fuori dal relitto per il progressivo disgregarsi delle fiancate in legno. Lo scafo era orientato in direzione E/O, con l'estremità orientale coperta e sfondata dalla scogliera artificiale, conservata per una lunghezza di 17 m. I resti dello scafo, conservati per un'ampiezza di 3,6 mq, erano coperti da uno spesso strato di sedimenti, a 1,60-1,80 m al di sotto del fondo marino, situazione causata dall'allungamento delle scogliere fran-gluffi, che hanno determinato una diminuzione dell'azione delle correnti a ri-

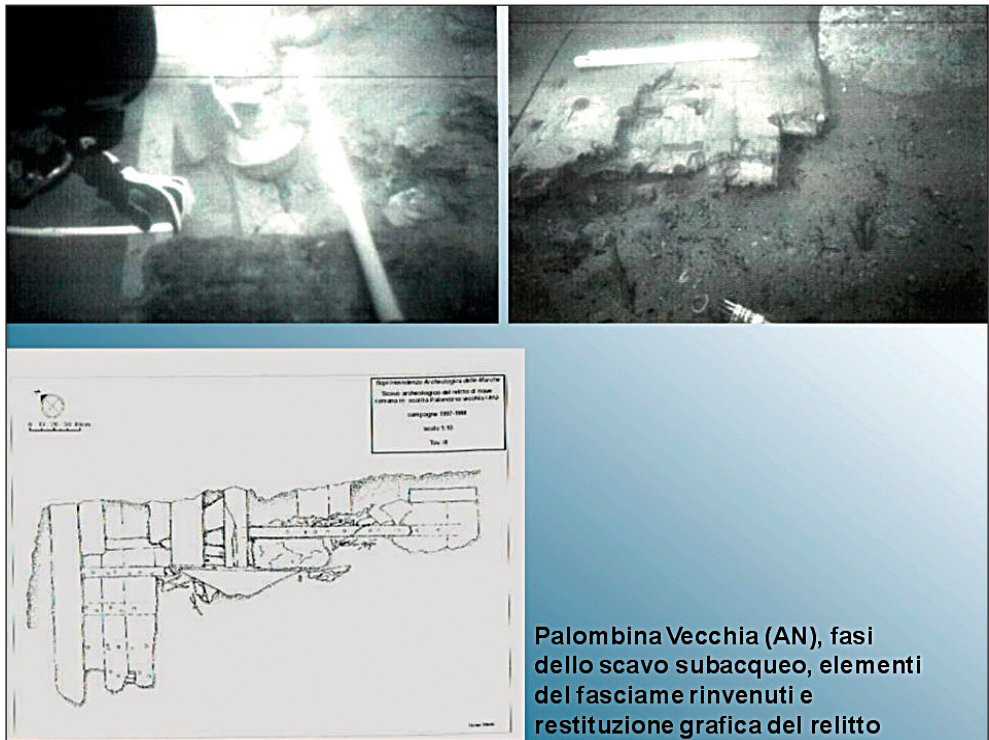


Fig. 2

dosso della spiaggia e un conseguente aumento del deposito di sabbia e fango sopra il relitto. A queste complesse caratteristiche della giacitura, si aggiunse il problema della scarsa o scarsissima visibilità subacquea, che ha rallentato notevolmente le ricerche e il recupero dei resti. Dello scafo si è recuperato l'asse longitudinale, rappresentato dal paramezzale (una trave a sezione triangolare), al di sotto del quale si trovava il madiere (parte della costola che poggia sulla chiglia), conservato quasi per intero, e inferiormente sagomato con un incavo arrotondato, forse utile all'alloggiamento della chiglia. Si sono inoltre rinvenute alcune coste con cavicchi lignei di collegamento del fasciame esterno, e altre coste senza cavicchi. Alcune tavole appartenevano al fasciame interno, o al pagliolo, altre al fasciame esterno, alcune tavole erano riferibili al rivestimento interno. La presenza, tra i materiali, di frammenti di anfora associati a frammenti ceramici pertinenti probabilmente a stoviglie, rende forse plausibile attribuire tali resti al settore poppiero della nave. Il recupero di sei anfore, tutte ascrivibili alla produzione brindisina databile tra la fine del II e la metà del I sec. a.C., consente di attribuire la nave oneraria alla tarda età repubblicana.

Durante le ricerche di ordigni bellici rilasciati sull'Adriatico, nel 1999, sono stati individuati dalla Marina Militare italiana altri tre relitti al largo della costa marchigiana. Uno di essi fu localizzato 45 miglia a NE di Ancona, inabissato a 60-70 m di profondità: ha restituito un carico di anfore rodie con corpo affusolato, anse ricurve e orlo con piccolo labbro, accompagnate da anfore di produzione italica, tutti risalenti alla stessa epoca, tardo repubblicana.

Gli altri due relitti si trovavano alla stessa profondità, a 40 miglia a NE di Fano. Uno di essi ha restituito anfore di tipo greco-italico, ancora riferibili all'inizio del II sec. a.C., mentre della terza nave si è individuata una sola anfora, risalente al III-II sec. a.C.

A epoca un poco più recente risale invece un'interessante struttura situata a Pietralacroce, nei pressi della Scalaccia, e indagata a partire dal 2001 dalla Soprintendenza (fig. 3). Nota come "le tre pozze", la struttura è situata a circa 20 metri dalla costa, in un'area riparata, e si configurava a tutti gli effetti come una possibile peschiera romana. Essa misura 32 x 13 m, e copre una superficie di circa 416 mq, dove si allineano cinque vasche scavate nella roccia marnosa e disposte su due file, parallele alla linea di costa, collegate tra loro e con il mare aperto da una serie di canali (fig. 4). Le vasche presentano varie grandezze e profondità; l'individuazione di un ulteriore angolo in corrispondenza di una di esse, lascia ipotizzare che la struttura potesse esser più vasta, con altre file di vasche digradanti verso il mare. L'individuazione di alcune buche a nord della peschiera, a sezione cilindrica di 50 cm di diametro, e profonde fino a 1 m, scavate negli scogli a 1 m di profondità, lascia intendere che potessero esistere qui manufatti, in origine fuor d'acqua, con funzione collegata all'allevamento del pesce, che avveniva nelle vasche adiacenti.



Fig. 3

Forse si tratta di contenitori per il pesce catturato, o piccoli ambienti a sé per l'allevamento di specie di dimensioni ridotte. Sul lato esterno degli scogli, che fungono da barriera frangiflutti, sono stati riconosciuti solchi che potrebbero essere pertinenti a un battente, alla profondità media di 1 m. A Nord-Ovest della vasca A corre un canale di alimentazione lungo 4,60 m, in pendenza verso la vasca, utile a favorire l'ingresso dell'acqua di mare. Altri due canali, sempre in pendenza verso le vasche, mettono in comunicazione le piscine B e C con il mare aperto. Tutte le vasche, separate da setti regolari larghi 2,10 m, che presentano un gradone interno alla vasca, sono in comunicazione tra loro tramite canali, con una generale convergenza verso la vasca centrale B. Tramite i gradoni si poteva probabilmente transitare e osservare, alimentare o catturare i pesci. Il fondo delle vasche è scavato nella roccia e, forse, vi era ricreato ad arte l'*habitat* delle specie ospitate, come la-

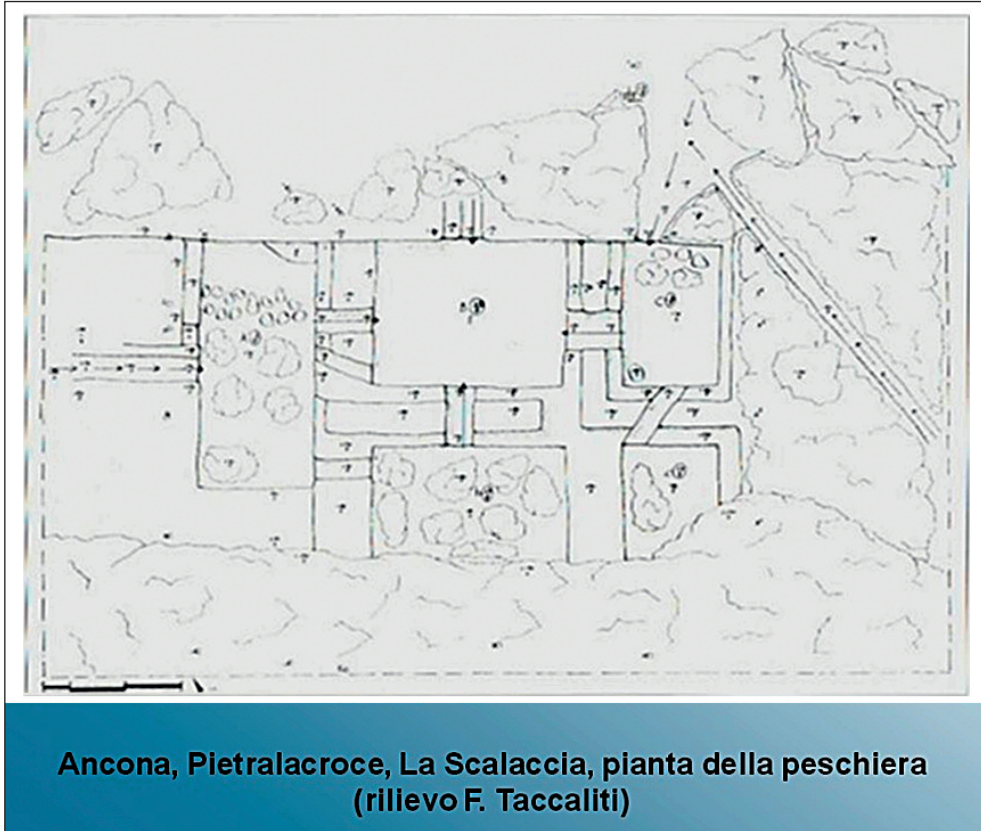


Fig. 4

scia presumere la presenza di pietre calcaree disposte con cura e un pozzetto all'interno della vasca A. Le piscine erano profonde da 1 m a 50-70 cm e, probabilmente, erano servite da una vena di acqua dolce proveniente dalla Scalaccia, convogliata in un canale, attraverso cui si creava l'*aquatio*, la miscela di acqua dolce e salata che attirava orate, cefali e spigole. La collocazione della peschiera, che si trova in una zona eccentrica rispetto al centro dell'antica *Ankòn*, ha indotto a supporre che essa avrebbe potuto afferire a una villa suburbana o a un insediamento romano periferico, residenza della classe emergente. A tali ipotesi si potrebbe aggiungere la supposizione che, in questa area periferica, potesse essere sorta un'attività di allevamento e lavorazione del pesce.

Accanto ai rinvenimenti sinora illustrati, che ci consentono di documentare rotte commerciali e attività ittiche, alcuni eccezionali ritrovamenti documentano come il mare Adriatico fosse una strada maestra anche per la circolazione di beni suntuari e,

in particolare, di opere d'arte, naufragate nell'antichità e talora incappate in moderne tribolazioni. È il caso della vicenda definita "un'avventura penosa" dallo studioso Paolo Moreno, legata al ritrovamento della statua in bronzo dell'Atleta di Fano, ripescata nel 1961 al largo di Numana (o, secondo altri, al largo di Cupramarittima), da due pescherecci fanesi. Venduta a industriali di Gubbio, nel 1977 venne acquistata dal J. Paul Getty Museum di Malibu, in California, da cui riemerse dopo anni di semi clandestinità. Opera di controversa interpretazione, l'Atleta è considerato da taluni una fusione originale di Lisippo, databile al 340 a.C., e identificato come un atleta vincitore a Olimpia. Senza entrare nel merito di tali complesse considerazioni, ci si limita qui a sottolineare l'importanza di tale reperto che, forse sottratto a un più ampio contesto, potrebbe aver perduto molte delle preziose informazioni che avrebbero potuto contribuire a orientarne la comprensione.

Diversa sorte ha riguardato invece l'Atleta di Lussino, recuperato in tempi ben più recenti presso l'isola croata, in seguito alla segnalazione di un turista belga, nel 1996. Adagiata a 45 m di profondità, venne ripescata solo nel 1998, e sottoposta a un ac-



Fig. 5



Fig. 6

curato restauro, condotto a Zagabria, e seguito, insieme a colleghi croati, dal Prof. Giuliano Tordi, dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze (fig. 5-6). La scultura, che rappresenta un atleta che si deterge con lo strigile (fig. 7), è stata da taluni attribuita a età tardo ellenistica, tra II e I sec. a.C., mentre diversa è l'ipotesi di Vincenzo Saladino, che la ritiene una copia del I-II sec. d.C. di un originale ellenistico del III sec. a.C., il cui affondamento risalirebbe alla prima età imperiale. Alcuni residui di noccioli di frutta e la tana di un roditore, attesterebbero che, al momento dell'inabissamento, la statua era probabilmente già danneggiata e non più esposta: forse era da riparare o da fondere e stava raggiungendo probabilmente un centro importante, viaggiando lungo una rotta di cabotaggio. Poiché nelle vicinanze del reperto gli scavi subacquei misero in luce solo ancore in bronzo e alcune anfore, è verosimile che la statua sia finita in acqua con una parte del carico di una nave oneraria durante una tempesta, o deliberatamente gettata in mare per alleggerire il carico.

Questi rinvenimenti in Adriatico vanno a incrementare il numero delle statue in bronzo restituite dal Mediterraneo che, avendole inghiottite nell'antichità, le ha conservate e ce le offre oggi quale dono prezioso: esse costituiscono infatti una rara



Fig. 7

testimonianza poiché, com'è noto, queste opere d'arte in metallo vennero sistematicamente fuse, nel periodo tra tardoantico e alto medioevo, sia per la fame di metalli, sia per la furia iconoclasta del primo cristianesimo. Si sono così salvati i Bronzi di Riace e, più di recente, il Satiro Danzante di Mazara del Vallo, quest'ultimo anche al centro di una controversa vicenda legata al suo recupero in acque internazionali.

Si conclude questa panoramica presentando un ultimo, interessante rinvenimento al largo della costa marchigiana, avvenuto il 27 luglio 1978, quando due sub di Pesaro individuarono i resti di un antico relitto, ribattezzato nell'immediato dai media "il galeone", situato a poche decine di metri al largo della Spiaggia di Levante e a soli 4-5 m di profondità (fig. 8). I recuperi e le indagini effettuate sul sito hanno rimesso in luce numerosi reperti, tra cui tre cannoni (fig. 9), alcuni fucili, oggetti di uso quotidiano di manifattura ottomana e anche inglese, insieme agli elementi strutturali e al fasciame del veliero, indagato soprattutto nella zona di poppa. Gli 11 pani di ghisa rinvenuti al centro della nave, assicurati da paratie, indicano che la nave era deputata al trasporto di ghisa, utilizzata anche come zavorra (fig. 10). L'analisi dei reperti in-

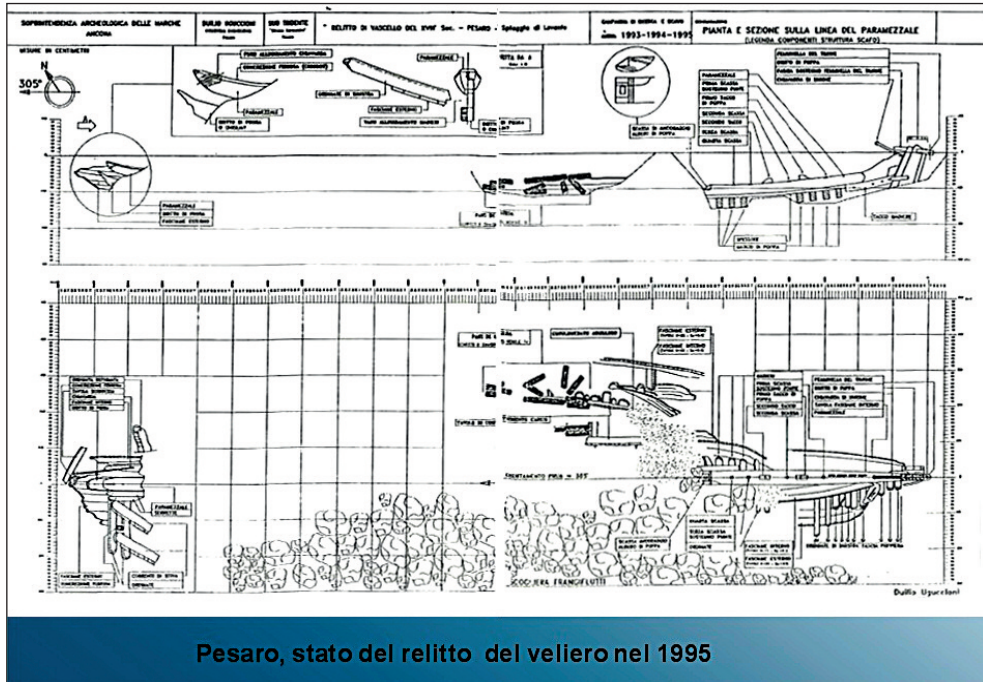


Fig. 8

dica che la nave era stata costruita tra la metà – seconda metà del XVIII secolo, e che dovette affondare nel corso di una tempesta agli inizi dell'Ottocento. L'imbarcazione era robusta ma abbastanza agile, lunga 25 m alla chiglia, 30 sulla linea di galleggiamento, quasi 35 all'altezza del ponte; doveva avere 2 o 3 alberi, un solo ponte e diversi cannoni sopra coperta. Presentava ancora, probabilmente, la sagoma a pesce, cioè con la prua larga quanto – se non più – della poppa. Il riscontro con documenti d'archivio, e accurate ricerche delle fonti storiche, hanno indotto Maria Cecilia Profumo a ritenere plausibile un'identificazione di questo relitto con il veliero Arduz, battente bandiera ottomana, partito da Trieste e diretto ad Alessandria d'Egitto, che naufragò al largo di Pesaro il 27 novembre 1817. Insieme al suo carico, il comandante perse cinque uomini dell'equipaggio e sei cavalli che erano sulla nave. Un alone di mistero circonda la figura di un passeggero scampato al naufragio, che il comandante indica come Giuseppe Fabris, che potrebbe essere invece il luogotenente William Fitzwilliam Wentworth sotto mentite spoglie, il cui stemma di famiglia è presente nei beni di fattura britannica trasportati dal nostro veliero. Ci si chiede dunque se la Arduz non fosse in realtà una nave inglese camuffata, che univa le attività del contrabbando e dello spionaggio.



Fig. 9

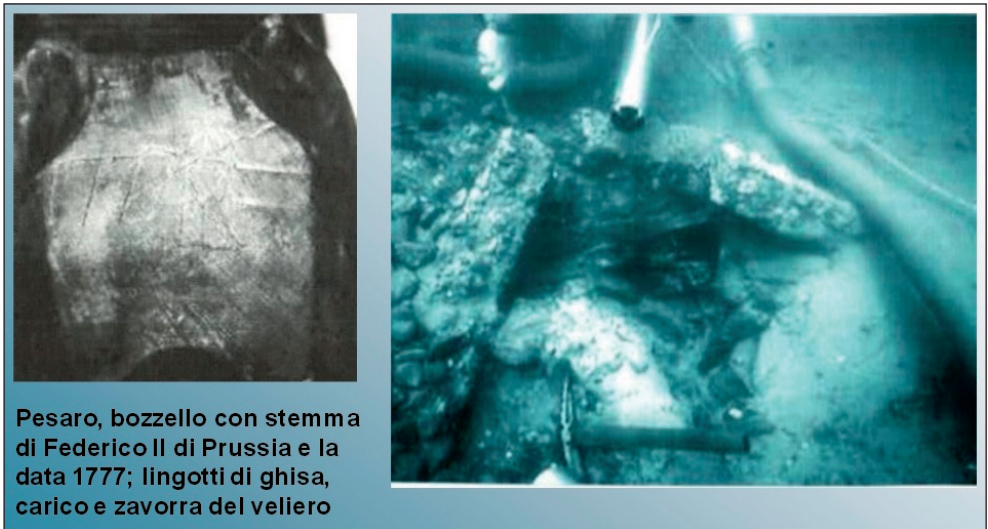


Fig. 10

Bibliografia

- Alfieri N., 1938. Topografia storica di Ancona antica. Ancona.
- Baldelli G., 1986. Quattro “pietre forate” dal porto di Ancona. *Supplemento al Bollettino d'Arte*, 37-38, Roma: 49-52.
- Ciavarini C., 1898. Ancona. Scoperta di un'ancora antica e di vari fittili nel porto di questa città. *NSc*: 304.
- Mattusch C. C., 1997. The Victorious Youth. *Getty Museum Studies on Art*, Los Angeles.
- Mercando L., 1975-1981. Relitto di nave romana presso Ancona. *Forma Maris Antiqui*, 11-12: 69-78.
- Michelucci M. (ed.), 2006. Apoxyomenos: l'atleta della Croazia. Firenze.
- Moreno P., 1995. Lisippo: l'arte e la fortuna. Milano.
- Paci G., 2001. Medio-Adriatico occidentale e commerci transmarini (II sec. a.C. - II sec. d.C.). *Strutture portuali e rotte marittime nell'Adriatico di età romana. Atti del Convegno Internazionale, Aquileia 20-23 maggio 1998*, Trieste: 73-87.
- Profumo M.C., 2008. L'archeologia marchigiana e l'Adriatico: nuovi studi sulla peschiera romana di Pietralacroce (Ancona). *Rimarcando*, 3: 81-86
- Profumo M.C., 1996. Archeologia subacquea nelle Marche. *L'archeologo subacqueo*, II (2): 7
- Profumo M.C., 2004. 1817. From Trieste to Pesaro. Last voyage of the “Arduz”. *Close Encounters: Sea and Riverborne Trade, Ports and Hinterlands, Ship Constructions and Navigation in Antiquity in the Middle Age and in Modern Time*. Oxford: 191-201.
- Profumo M.C., 2000. Importuosae Italiae Litora: archeologia del mare nelle Marche. Recanati: s.n.
- Profumo M.C., 1991. Mare Adriatico, Ancona: rinvenimenti archeologici. *Scavi e ricerche nelle Marche. Introduzione alla mostra. Quaderni di Archeologia delle Marche*, 2. Urbino: 67-68.
- Profumo M.C., 1992. Il mare e il porto. *Fano Romana*, Fano: 491-504.
- Profumo M.C., 2009. Una peschiera romana al Monte Conero (Ancona). *Olio e pesce in epoca romana: produzione e commercio nelle regioni dell'altro Adriatico (Padova 16 febbraio 2007)*. Roma: 113-119
- Profumo M.C., 2001. Relitti romani nell'Adriatico. *L'archeologo subacqueo*, VII (2): 6
- Profumo M.C., 2003. Relitti romani nel mare Adriatico. *L'Archeologia dell'Adriatico dalla Preistoria al Medioevo. Atti del Convegno Internazionale, Ravenna 7-9 giugno 2001*. Firenze: 389-394
- Profumo M. C., 1995-1996. Ricognizioni subacquee nel mare di Numana e Sirolo. *Bollettino di archeologia subacquea*, II-III (1-2), luglio-dicembre 1995-gennaio-giugno 1996: 167:172
- Profumo M.C., 1987. Rinvenimenti sottomarini lungo la costa marchigiana. *Supplemento al Bollettino d'Arte*, 37-38. Roma: 39-48
- Profumo M.C., 2005. L'ultimo viaggio della Arduz. *L'archeologo subacqueo*, XI (2): 7-11
- Profumo M.C., Medas S., Delbianco L. 2001, I relitti romani lungo la costa marchigiana: i dati forniti dall'archeologia subacquea. *Strutture portuali e rotte marittime nell'Adriatico di età romana. Atti del Convegno Internazionale, Aquileia 20-23 maggio 1998*, Trieste: 317-341

Profumo M. C., Taccaliti F., 2007. La peschiera romana di Pietralacroce (Ancona). *Il Piceno romano dal III sec. a.C. al III sec. d.C. Studi Maceratesi*, 41. Pollenza: 483-511.

Radiç Rossi I., 2006. Il bronzo di Lussino. Storia di una scoperta eccezionale. *L'archeologo subacqueo*, XII (3): 1-5.

Viacava A. 1994. *L'atleta di Fano*. Roma

Il presente contributo intende offrire un quadro generale delle più importanti scoperte nelle acque del mare Adriatico, effettuate dalla Soprintendenza Archeologia delle Marche nel corso di lunghi anni dedicati alle ricerche, curate dalla dott.ssa Maria Cecilia Profumo.

Un approccio metodologico all' "Economia del Mare": dalla logica settoriale a quella integrata

di Gian Luca Gregori - Maria Carla Alunno¹

Università Politecnica delle Marche, Ancona

Abstract

The sea is undoubtedly one of the most important assets of our country's capital. In recent years its growing importance in terms of economic value has led to the coining of many neologisms, including that of "Blue Economy": this term suggests the idea of adopting a unified vision of the sectors, the resources and activities that contribute to the maritime economy (fisheries, aquaculture, fish processing industry, shipbuilding, tourism, mining and use in various purposes of marine resources). Numerous studies conducted on this issue adopt an overly sectorial and therefore not very effective approach in considering the many links between the various sectors and the resource "sea". The present work makes a comment about the economic development opportunities related to marine resource proposing a new methodology for promoting the integrated development of "sea chains".

Introduzione

A fronte della crisi globale e dei cambiamenti in atto nel contesto internazionale, per molti sistemi territoriali sembra ormai indifferibile la necessità di individuare nuovi percorsi di sviluppo allo scopo di superare i punti di debolezza, incentivare la competitività del territorio e creare le condizioni per una situazione di benessere socio-economico sostenibile.

Il mare è senz'altro uno dei più importanti *asset* del nostro Paese; negli ultimi anni l'importanza crescente che gli è stata attribuita, anche dal punto di vista del valore economico ed occupazionale, ha portato alla coniazione di numerosi neologismi, tra cui quello di "Blue Economy", definizione che, al di là dei termini di "moda", suggerisce l'idea di adottare una visione unitaria dei settori, delle risorse e delle attività che contribuiscono all'economia marittima.

¹ Gian Luca Gregori è Professore ordinario di "Economia e gestione delle imprese" presso l'Università Politecnica delle Marche. Maria Carla Alunno è Dottore di ricerca in Economia Aziendale.

Dal punto di vista definitorio, al sistema della “Blue Economy” si riconducono generalmente tutte le attività che hanno un collegamento, diretto o indiretto, con la risorsa marina: vi si comprendono, dunque, la pesca, l’acquacoltura, l’industria di trasformazione ittica, la cantieristica nautica, varie tipologie di turismo legate al mare, le attività estrattive e l’utilizzo a vari fini delle risorse marine.

Numerosi sono gli studi già realizzati su questo tema; nella maggior parte dei casi si riscontra, tuttavia, un approccio eccessivamente settoriale e, dunque, poco efficace nel considerare i molteplici legami esistenti tra i diversi settori produttivi e la risorsa “mare”.

La peculiarità del contributo qui proposto è, invece, quella di prediligere un approccio “sistemico” che, pur non prescindendo dalle specificità dei singoli comparti, tenta di individuare le opportunità di integrazione tra i diversi settori: ciò nella consapevolezza che l’economia del mare non può essere vista come una semplice “somma” di settori e che, pertanto, non tutte le filiere possono essere efficacemente connesse tra loro.

L’approccio impiegato è di tipo macro-economico, ma con una forte impronta aziendalistica: vengono, cioè, utilizzati gli strumenti e le logiche di programmazione tipicamente adottati nelle organizzazioni private, ma che possono trovare un utile impiego anche in tale ambito.

Un’ulteriore peculiarità di tale approccio è quello di privilegiare un’impostazione metodologica multidisciplinare, che unisce i metodi della ricerca economico-aziendalistica a quelli tecnico-scientifici propri delle discipline biologiche. Risulta evidente, infatti, la necessità di mettere in relazione le evidenze che emergono dalle analisi economiche con quelle prodotte dalla ricerca scientifica al fine di elaborare progetti di sviluppo che soddisfino i necessari criteri di eco-compatibilità ed eco-sostenibilità.

L’ “economia del mare”: aspetti quantitativi e qualitativi

Ormai numerosi sono gli studi che indicano come, in Italia, le attività produttive legate al mare abbiano un impatto significativo sull’economia e sull’occupazione nazionale.

Alla fine del 2015, il Registro delle imprese censiva in Italia 185 mila imprese attive in diversi comparti dell’economia del mare (pari al 3,1% del tessuto imprenditoriale nazionale)².

Tra il 2011 e il 2015 queste imprese sono aumentate di circa 9.100 unità (+5,2%), a differenza del resto delle altre imprese registrate, diminuite dell’1,0% (-61.588 unità)³.

² I dati presentati in questo paragrafo sono tratti da: Unioncamere-SI.Camera, “Quarto Rapporto Unioncamere sull’Economia del Mare”, 2016.

Nel 2015 tali attività hanno sviluppato un valore aggiunto di quasi 43 miliardi di euro (pari al 3,5% del PIL italiano), coinvolgendo oltre 835 mila occupati (corrispondenti al 3,5% dell'occupazione nazionale).

Una delle peculiarità di questa economia è la sua intensa *capacità moltiplicativa* dato che, per ogni euro prodotto direttamente, riesce ad attivarne altri 1,9 sul resto dell'economia arrivando, nel 2015, a costituire una filiera - tra produzione diretta e indiretta - di 123 miliardi di euro di valore aggiunto (quasi il 9% del totale nazionale).

Il turismo marino è l'ambito in cui si concentra la maggior parte delle imprese della Blue Economy: oltre il 40% delle imprese è rappresentato da operatori del settore dei servizi di alloggio e ristorazione (77mila imprese); un altro 16% riguarda il settore delle attività sportive e ricreative (28.700 imprese).

La filiera ittica (pesca, lavorazione del pesce e relativo commercio) è il secondo settore per numerosità imprenditoriale e conta quasi 33.800 aziende, pari al 18,2% del totale imprese dell'economia del mare.

La filiera della cantieristica navale, uno dei comparti più presenti sui mercati internazionali, è formata da 27.400 imprese, quasi il 15% del totale.

Assume poi un ruolo importante la movimentazione marittima di merci e persone, che comprende 11mila imprese (pari al 6,0% del totale imprenditoriale della Blue Economy). Oltre 6.600 imprese operano, infine, nel settore della ricerca, regolamentazione e tutela ambientale (3,6%) e poco più di 500 in campo estrattivo marino.

Approfondendo l'analisi dal punto di vista territoriale, il Mezzogiorno e il Centro Italia sono le due macro-ripartizioni a più alta concentrazione di imprese della Blue Economy, con un'incidenza del 4,0% e del 4,1% sui rispettivi totali regionali (79.989 imprese nel Mezzogiorno e 53.901 nel Centro). Nel Nord-Est le imprese della Blue Economy rappresentano il 2,5% di tutte le imprese dell'area, mentre nel Nord-Ovest incidono solo per l'1,4%.

Esaminando il modello di sviluppo di molte regioni italiane si può riscontrare la centralità della fascia costiera, la cui importanza è spesso non solo economica, ma anche culturale e sociale⁴. In molti territori le attività marittime apportano un contributo rilevante in termini di occupazione e di sviluppo economico; va rilevato, peraltro, che nonostante una prevalente localizzazione nei comuni costieri, tali imprese si

³ In relazione ai settori, nel periodo considerato si riscontra un'elevata crescita del numero di imprese appartenenti al settore dei servizi di alloggio e ristorazione (+12%), così come sono aumentate quelle operanti nel settore delle attività sportive e ricreative (+5,7%) e, soprattutto, quelle dedite alle attività di ricerca, regolamentazione e tutela ambientale (+22,2%). Un lieve miglioramento si registra nel settore dei trasporti marittimi (+0,2%), mentre si hanno diminuzioni nella filiera ittica (-1,2%) e, in misura più consistente, nella cantieristica (-4,9%).

⁴ Basti considerare che, sebbene il numero dei comuni presenti lungo la fascia costiera rappresenti solo l'8% del totale dei comuni italiani (occupando solo il 14,3% della superficie nazionale), il 28% della popolazione italiana risiede nel territorio litoraneo: le aree costiere sono, dunque, quelle più densamente popolate: 388 abitanti per kmq a fronte dei 166 del territorio non litoraneo (fonte: Istat).

trovano ad operare anche in località dell'entroterra: in particolare, le attività legate alla filiera ittica, cantieristica e alle attività di ricerca, trovano ampio spazio anche nei comuni non costieri. Ciò a sottolineare l'importanza di questo settore, che è in grado non solo di contribuire allo sviluppo economico dei territori direttamente interessati, ma anche di creare un "effetto contagio" verso i comuni limitrofi.

Tab. 1 - Considerazioni su alcuni settori dell'economia del mare. (Fonte: nostre elaborazioni su differenti fonti)

Il settore della pesca è quello che, negli ultimi anni, ha registrato i più evidenti cambiamenti per il manifestarsi di diversi fenomeni, tra i quali il grave impoverimento degli stock ittici, il forte ridimensionamento della flotta peschereccia e dell'occupazione, la riduzione dei redditi degli armatori, nonché il progressivo invecchiamento degli imprenditori e del naviglio. Dal punto di vista del rapporto con il mercato, va evidenziato che spesso il pescato non è riconoscibile dal consumatore per la mancanza, per gran parte delle produzioni ittiche, di un'indicazione di origine geografica. È stato evidenziato, inoltre, che i collegamenti tra gli operatori ittici e gli imprenditori turistici non sono sempre presenti.

In relazione alla *nautica*, si rileva che l'industria italiana è tra le più importanti al mondo per la presenza di un notevole patrimonio di know how e una rilevante capacità innovativa. Spiccata, inoltre, è la vocazione all'export. La nautica è, tra le componenti del "sistema marittimo", il comparto con il più elevato grado di interrelazione con il resto del sistema produttivo per l'elevato valore delle forniture acquisite da altri settori (da qui una capacità di "creare indotto" particolarmente rilevante). Il comparto si caratterizza per una notevole "eterogeneità" da diversi punti di vista: in termini di specializzazioni produttive, di segmenti di mercato serviti, ma anche in termini di composizione del tessuto imprenditoriale (a fianco di realtà aziendali ampie e strutturate, opera una moltitudine di imprese minori con notevoli capacità tecniche, ma spesso di dimensione artigianale). Anche in tale contesto si rilevano criticità connesse al ricambio generazionale degli imprenditori e della forza lavoro.

La "*blue logistic*" è al centro del sistema della Blue Economy e ne rappresenta l'elemento "tangibile". In relazione a tale tema va evidenziato l'importante ruolo delle strutture portuali: alcune presentano problematiche strutturali, esigenze di riqualificazione, recupero e individuazione di nuove possibilità di sviluppo, anche per la frequente presenza di notevoli valenze turistiche.

Il turismo legato al mare è un fenomeno di portata rilevante a livello mondiale (alcuni paesi traggono la loro principale fonte di sostentamento proprio da questo complesso di attività). Dagli anni Cinquanta in poi il turismo del mare ha rappresentato quasi i due terzi delle vacanze fruitive nel mondo; alcune componenti (si pensi alle crociere) sono da anni in forte crescita. Il sistema costiero riveste un ruolo primario anche per il turismo italiano: nel 2014 le proposte turistiche concentrate sul mare hanno determinato oltre il 47% dei viaggi di vacanza degli italiani in Italia o all'estero (Istat)⁵. Ciò nonostante il fatto che anche l'industria turistica soffra di alcune problematiche, quali un'offerta mono-dimensionale e spesso focalizzata sul prodotto mare "classico", la carenza di circuiti turistici strutturati, una spiccata stagionalità della domanda ed una limitata incidenza di turisti stranieri.

⁵ Si individuano diverse forme di turismo legato al mare: balneare, crocieristico, turismo nautico, pescaturismo e it-titurismo, oltre a diverse forme "di nicchia" come il diving, il turismo surfistico ed altre forme di turismo sportivo legato al mare.

La "Blue Economy" secondo differenti approcci interpretativi

Negli ultimi anni l'importanza crescente attribuita alla risorsa marina - anche dal punto di vista economico ed occupazionale - ha determinato un notevole ampliamento degli studi realizzati su tale tema; sono stati coniati anche numerosi neologismi, tra i quali: "pianeta mare", "sistema mare", "distretto del mare", "cluster marino", etc. Tra questi si è diffuso anche il concetto di "Blue Economy" definizione che, al di là dei termini di "moda", suggerisce la necessità di adottare una visione unitaria dei settori, delle risorse e delle attività che contribuiscono all'economia marittima.

Nella tabella seguente si offre una breve rassegna dei possibili approcci interpretativi che, in vari studi, sono stati applicati al concetto di "Blue Economy".

Tab. 2 - Alcune definizioni di "Blue Economy". (Fonte: nostre elaborazioni su differenti fonti)

Analizzando il tema della "Blue Economy" va evidenziata, innanzitutto, la presenza di una molteplicità di approcci interpretativi. Su tale argomento sono stati realizzati numerosi studi; ne sono scaturite anche differenti definizioni utilizzando diversi criteri: nel proseguito si accenna brevemente ad alcune di queste.

Una prima classificazione fondata sul tema "nautica" prende in considerazione i servizi di accesso ai porti, quelli legati alla movimentazione delle merci, i servizi di trasporto passeggeri, la navigazione interna, la costruzione e la riparazione di navi, l'istruzione e la formazione nautica, l'attività di assicurazione e altre (State University of New York Maritime College Campus).

Un'altra definizione classifica le varie attività in funzione del loro rapporto con il mare distinguendo le attività che, per la loro realizzazione, richiedono la presenza del mare da quelle che teoricamente potrebbero localizzarsi ovunque, ma che trovano maggiore convenienza a localizzarsi sulla fascia costiera, da quelle ancora la cui localizzazione sulla costa è del tutto indipendente dalla vicinanza al mare.

Un'ulteriore definizione distingue le diverse attività legate al mare in filiere "mature" ed "innovative": tra le prime si includono la pesca, la cantieristica e il trasporto marittimo; tra le seconde tutte le altre sviluppatasi nel tempo.

Si riscontra, poi, ancora un'altra classificazione che distingue tra settore navale, pesca, trasporti marittimi, porti commerciali, turismo nautico e tutela ambientale.

In altri casi si considerano anche le varie istituzioni coinvolte: Capitanerie di Porto, Autorità Portuali, altre autorità militari etc. che, in effetti, hanno un impatto economico rilevante in termini di occupazione e di ricchezza prodotta.

Inoltre, il termine "Blue Economy" propone idee di business con elementi in comune, quali il territorio (mare), le materie prime locali, l'osservazione della natura e della sua capacità di integrare chimica, fisica e biologia in sistemi circolari che non producono rifiuti.

Gunter Pauli nel suo libro "Blue Economy. 10 anni, 100 innovazioni e 100 milioni di posti di lavoro" offre una rassegna di centinaia di progetti imprenditoriali realizzati in diverse parti del mondo, che si ispirano a logiche economiche completamente nuove, più sostenibili, più eque e più convenienti dal punto di vista economico. Si tratta, per la maggior parte, di progetti di nicchia con un limitato impatto economico, ma estremamente interessanti se integrati con altre componenti.

Dal punto di vista definitorio al sistema della “Blue Economy” vengono generalmente ricondotte tutte le attività che presentano un collegamento *diretto o indiretto* con il mare: vi si comprendono solitamente la pesca, l’acquacoltura, l’industria di trasformazione ittica, la cantieristica nautica, varie tipologie di turismo legate al mare, le attività estrattive e l’utilizzo a vari fini delle risorse marine. Va rilevato, tuttavia, che tra i numerosi studi realizzati su tale tema si riscontra generalmente un approccio eccessivamente settoriale e, quindi, poco efficace nel considerare i molteplici legami esistenti tra i diversi settori produttivi e la risorsa marina. Il limite evidente di tale approccio risiede nel fatto che l’analisi “a compartimenti stagni” dei singoli settori *rischia di non prestare adeguata attenzione alle interdipendenze che possono esistere tra filiere sì diverse, ma “contigue” dal punto di vista delle risorse utilizzate.*

Un’ipotesi di “modello allargato” del concetto di “Blue Economy” è quello raffigurato nella figura 1: esso risulta piuttosto diffuso, ma limitatamente utile in termini strategici nella misura in cui, comprendendo tutte le componenti che “utilizzano” il mare con modalità differenti, rischia di connettere settori potenzialmente in contrasto tra loro.

Risulta evidente l’importanza di un approccio integrato, che valorizzi le interdipendenze tra le diverse categorie di operatori che fanno parte dell’Economia del Mare e, tra questi, e gli altri settori economici. Ciò risulta utile, a maggior ragione, in quei territori che risentono ancora degli effetti della crisi e, per i quali, concetti come “programmazione” e “sistema” indicano la necessità di non disperdere risorse in progetti isolati, ma concentrarsi sulle vocazioni del territorio individuando possibili percorsi da intraprendere o continuare a sviluppare. Si pensi, ad esempio, ai territori con una forte vocazione turistica, dove una possibile visione “sistemica” potrebbe essere quella che sfrutti i possibili collegamenti tra pesca, turismo, enogastronomia, area portuale, manifestazioni ed eventi di promozione del territorio.

Va osservato, inoltre, come la “Blue Economy” non possa essere considerata in contrapposizione all’economia “non costiera”: valorizzare le attività e le risorse legate al mare non significa concentrarsi solo sulla fascia litoranea, bensì intervenire in termini di “integrazione” con altre parti del territorio (si pensi alla necessità e all’utilità di integrazione con l’entroterra, strategica in alcune aree). Tale integrazione può assumere una valenza strategica: si pensi, ad esempio, alla possibilità di definire nuovi prodotti turistici, dove per “prodotto” si intende lo sviluppo di un’intera filiera e non il mero sfruttamento di una singola risorsa.

Infine, anche la “Green Economy” - comunemente intesa - può trovare molte possibilità di integrazione e di sviluppo nella e con la “Blue Economy”.

La peculiarità della metodologia di analisi qui proposta è, dunque, quella di prediligere un approccio “sistemico” che, pur non prescindendo dalle specificità dei singoli comparti, tenta di individuare le opportunità di integrazione tra i diversi settori elaborando progetti comuni di sviluppo. Ciò nella consapevolezza che l’economia

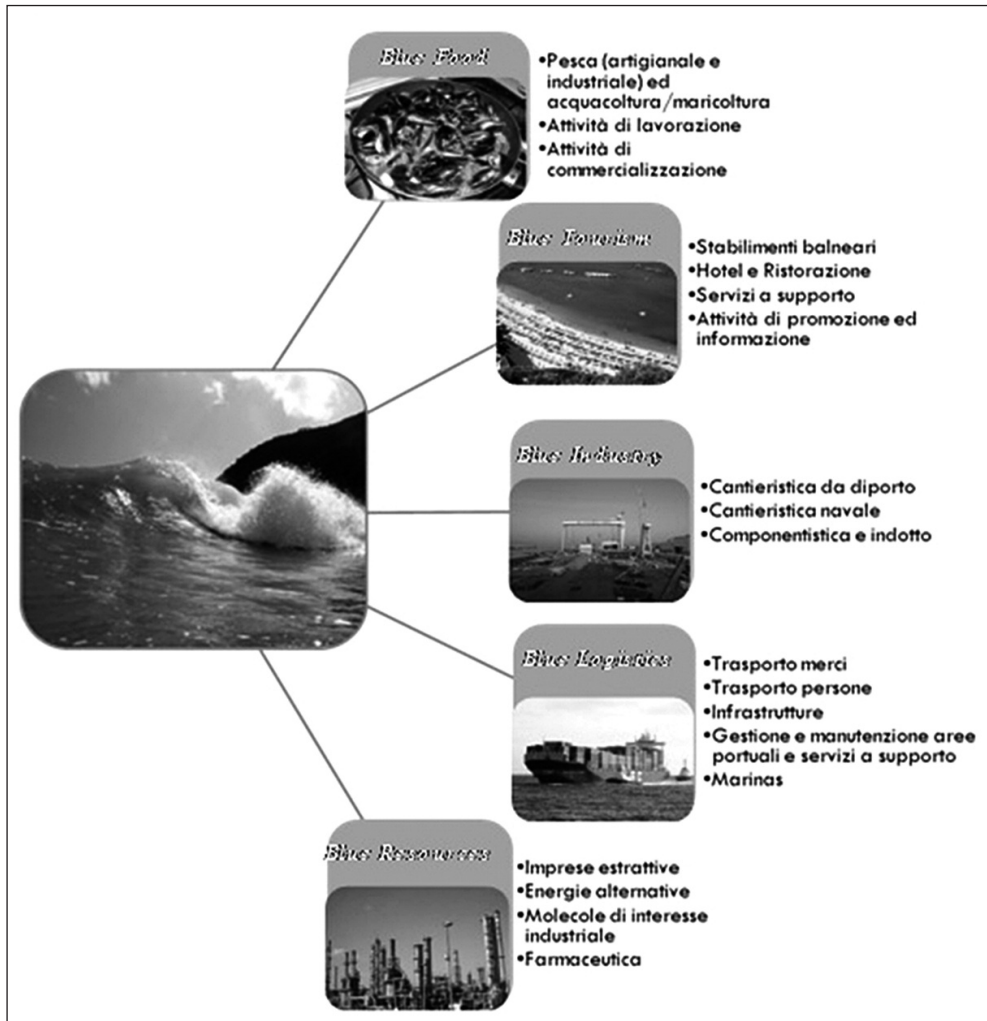


Fig. 1 - I settori della "Blue Economy" (Fonte: Cardinali-Danovaro-Gregori-Mea, 2012)

del mare non può essere vista come una semplice "somma" di settori e che, pertanto, non tutte le filiere possono essere efficacemente connesse tra loro (ad esempio perché alcune potrebbero essere in contrasto con altre).

Risulta dunque evidente la necessità di adottare comportamenti differenti per le varie aree costiere, che presentano caratteristiche diverse.

Dal punto di vista metodologico, un primo sforzo va dedicato ad individuare le possibilità di integrazione tra diversi settori, che possano essere correttamente collegati tra loro tenendo conto delle peculiarità della specifica area analizzata.

In termini generali sembra necessario tenere distinte due filiere, che partono da due opposte concezioni della risorsa marina:

1. il mare è considerato ed utilizzato come uno strumento / mezzo (ha dunque un ruolo passivo);
2. il mare è l'obiettivo ed acquisisce un "ruolo attivo" nelle differenti politiche.

Adottando un approccio restrittivo (e, quindi, non allargato a tutte le componenti che "utilizzano" il mare in modo differente), è possibile pervenire alle due configurazioni di seguito descritte.

Una prima possibile aggregazione, legata alla cantieristica, ma anche all'innovazione e allo sviluppo ("filiera industriale - produttiva") potrebbe coinvolgere i seguenti settori:

- porti commerciali;
- cantieristica navale;
- industrie estrattive;
- servizi portuali connessi;
- autorità ed istituzioni coinvolte;
- operatori (ponendo attenzione alle loro esigenze - si pensi alla normativa, alla gestione degli spazi, etc.-);
- presenze "laborative";
- istruzione e formazione;
- conservazione e tutela dell'ambiente marino;
- attività di ricerca.

Una seconda aggregazione potrebbe coinvolgere i settori più strettamente connessi al turismo, inteso come settore dell'accoglienza, della ristorazione e del divertimento ("filiera turistico-ricettiva"):

- turismo balneare (da collegare, peraltro, ad altre forme di turismo a fronte della necessaria integrazione con le aree dell'entroterra);
- porto turistico;
- edilizia (ad esempio per la necessità di ristrutturare e riqualificare le strutture alberghiere, i residence, le case e gli arredi urbani);
- eno-gastronomia;
- nautica da diporto;
- servizi accessori e nuovi servizi;
- pesca sportiva / acquacoltura;
- operatori (ponendo attenzione alle loro esigenze - si pensi alla normativa, stabilimenti balneari, rapporto con le amministrazioni, etc.-);
- eventi e manifestazioni culturali coerenti;
- istruzione e formazione;
- servizi aerei;

- conservazione e tutela dell'ambiente marino e costiero;
- attività di ricerca.

L'approccio qui proposto è necessariamente *multidisciplinare* per la necessità di unire i metodi della ricerca economico-aziendalistica a quelli tecnico-scientifici propri delle discipline biologiche.

È necessario, infatti, *mettere in relazione* le evidenze che emergono dalle analisi economiche con quelle prodotte dalla ricerca scientifica al fine elaborare progetti di sviluppo che siano economicamente, ma anche ecologicamente sostenibili. È evidente, infatti, come lo studio del mare sia una fase imprescindibile per individuare "nuove" soluzioni di utilizzo della risorsa marina nel rispetto delle esigenze di conservazione e di tutela dell'ambiente marino e costiero. L'obiettivo è quello di salvaguardare l'ambiente e il patrimonio ittico, ma al contempo andare oltre la logica della "mera conservazione" per sviluppare attività ad elevato valore aggiunto e basso impatto ambientale (ad es. puntare su attività di trasformazione, di allevamento, su nuove forme di turismo legate al mare, etc.)⁶.

D'altro canto l'obiettivo dell'analisi "economica" è quello di individuare i settori che possono essere connessi tra loro ed elaborare progetti di sviluppo comuni. L'approccio adottato è di tipo macro-economico, ma con una forte impronta aziendalistica: strumenti e logiche di programmazione tipicamente impiegati nei business privati vanno usati per individuare nuovi modelli interpretativi e formulare una nuova "governance" del settore. Al tempo stesso lo sviluppo di strumenti di controllo e di monitoraggio delle azioni intraprese è utile per la verifica dei risultati e la realizzazione di interventi correttivi.

In conclusione emerge con forza l'esigenza di una nuova attenzione al territorio in termini di integrazione e di interventi differenziati; la necessità di un maggiore coordinamento tra settori e soggetti diversi e la formulazione di un piano strategico pluriennale, anche tramite la misurazione delle performance e la cultura del dato: la misurazione e le valutazioni ad essa conseguenti ci mettono nelle condizioni di decidere nel modo più razionale possibile e consapevoli dei possibili effetti delle nostre azioni.

⁶ Importante risulta essere il contributo anche di altre discipline, come l'urbanistica, per l'analisi del rapporto "mare-città" e per la formulazione di linee-guida per uno sviluppo urbanistico coerente con il ruolo attribuito alle attività e alle risorse legate al mare (promuovere una riflessione sugli spazi e sulla localizzazione delle infrastrutture legate al mare, ma anche sulle esigenze di ristrutturazione edilizia e di riqualificazione di aree, strutture e arredi urbani).

Bibliografia

Angeletti M., Danovaro R., Gregori G.L., Alunno M.C. (a cura di), 2012. La Blue Economy nel mare Adriatico. Piceno Promozione, Azienda Speciale della C.C.I.A.A. di Ascoli Piceno.

Cardinali S., Danovaro R., Gregori G.L., Mea M., 2012. Blue Economy: l'economia del mare. Analisi e prospettive per la Regione Marche. Esculapio, Bologna.

Caroli M.G., 2011. Il marketing territoriale: idee ed esperienze nelle regioni italiane. Franco Angeli, Milano.

Federazione del Mare - Censis, 2015. V Rapporto sull' Economia del Mare. Roma.

Gregori G.L., Felici A., Alunno M.C., 2014. Le economie del mare. Piceno Promozione, Azienda Speciale della C.C.I.A.A. di Ascoli Piceno.

Unioncamere - SI.Camera, 2016. Quinto Rapporto sull'Economia del Mare.

Finito di stampare nel mese di maggio 2017
Carlo Saladino Editore s.r.l.
via Principe di Villafranca 48/a – Palermo
www.carlosaladinoeditore.it
info@carlosaladinoeditore.it