

# **Relazione tecnica sulle attività della Campagna Oceanografica "Ancheva 2014"**



**IAMC – CNR di Capo Granitola**



**A. Gargano, S. Mangano, M. Pulizzi, G. Giacalone, I. Fontana, S. Genovese, G. Basilone, A. Bonanno, R. Ferreri, P. Rumolo, M. Barra, S. Aronica, L. La Gattuta, A. Di Maria, M. Calabrò, S. Fiorelli, S. Mazzola.**

<b>INDICE</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>MATERIALI E METODI</b>	
<b><i>Strumentazioni installata a bordo</i></b>	<b>5</b>
<b><i>Area di lavoro e Acquisizione ed analisi dei dati acustici</i></b>	<b>10</b>
<b><i>Cattura ed analisi del campione biologico</i></b>	<b>11</b>
<b><i>Informazioni sulle altre specie ittiche pelagiche (Other Pelagic Species - OPS)</i></b>	<b>15</b>
<b>DISCUSSIONI E CONCLUSIONI</b>	<b>16</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>18</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>19</b>

## INTRODUZIONE

La campagna oceanografica Ancheva 2014, condotta dal Gruppo di Acustica applicata alla Valutazione delle Risorse dell'IAMC-CNR (UOS di Capo Granitola) ha avuto come principale obiettivo la valutazione della distribuzione ed abbondanza di piccoli pelagici (prevalentemente sardine e acciughe) nell'area dello Stretto di Sicilia con l'impiego di strumentazione elettroacustica.

L'attività di ricerca, svolta nel periodo 3 Luglio - 18 Luglio 2014 a bordo della N/O "G. Dallaporta", è parte integrante del progetto MEDIterranean Acoustic Surveys (MEDIAS), finanziato all'interno dell'European Data Collection Framework (DCF). In particolare, la campagna ha permesso di effettuare un echosurvey nello Stretto di Sicilia (GSA 16, FAO sub area 37.2.2) con lo scopo principale di stimare abbondanza e distribuzione spaziale della biomassa ittica di piccoli pelagici sulla piattaforma meridionale della Sicilia, da Marsala a oltre Capo Passero. Sempre nell'ambito del programma MEDIAS, ed in collaborazione con il Fisheries Control Directorate (FCD – Ministry for Resources and Rural Affairs, MRRA) è stata effettuata una prima parte del survey acustico nelle acque Maltesi. Anche in tale area il principale obiettivo dell'investigazione è stato quello di stimare abbondanza e distribuzione di specie ittiche di piccoli pelagici con metodi acustici.

I survey acustici vengono condotti, in base ad un protocollo comune, dall'IEO lungo le coste spagnole, dall'IFREMER nel Golfo del Leone (Francia), dal CNR-ISMAR nel Mare Adriatico (Italia e Slovenia), dal CNR-IAMC nel Canale di Sicilia e nelle acque Maltesi, dall'HCMR nel Mare Egeo (Grecia) e da Bulgaria e Romania nel Mar Nero.

Le specie target del progetto sono le principali specie commerciali di piccoli pelagici, ossia l'acciuga (*Engraulis encrasicolus*) e la sardina (*Sardina pilchardus*).

Si tratta di specie a breve ciclo di vita caratterizzate da ampie oscillazioni interannuali nella biomassa.

A livello economico il gruppo costituito da acciughe, vongole, naselli, sardine e gamberi bianchi, rappresenta il 50% della produzione nazionale (rapporto IREPA 2011, osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia).

La produzione italiana per le due specie selezionate costituisce il 41% dell'intera produzione Mediterranea e la Sicilia contribuisce con il 26%, rispettivamente 13% acciughe e 13% sardine. Benché la sardina costituisca la quota più cospicua della pesca dei piccoli pelagici nel Mediterraneo, l'acciuga ottiene i prezzi più elevati e rappresenta una delle più importanti risorse nell'ambito dell'industria della pesca.

La pressione della pesca è quindi assai più elevata per quanto attiene all'acciuga del Mediterraneo, in tutte le aree marine dove vive stagionalmente.

Durante la campagna di ricerca sono state effettuate le seguenti operazioni:

- ✓ Acquisizione di dati acustici sulle aggregazioni delle principali specie ittiche pelagiche (acciughe e sardine);
- ✓ campionamento biologico di esemplari di acciughe e sardine al fine di determinare lo stadio di maturità sessuale e la struttura per classi di taglia e per classi di età stock;
- ✓ stima della distribuzione spaziale delle due specie ittiche target nell'area di studio;
- ✓ determinazione della biomassa per classi di taglia e per classi di età di acciughe e sardine nell'area di studio;
- ✓ acquisizione dei profili delle principali variabili oceanografiche.
- ✓ Campionamenti Ittioplanttonici e Zooplanctonici con retini BONGO40 e WP2.

## **MATERIALI E METODI**

### **Strumentazioni installata a bordo**

#### **❖ Echosounder EK60**

Le rilevazioni acustiche degli stock di piccoli pelagici con echosounder scientifico Simrad EK60, con trasduttori split beam (38B, ES70-7C ES120-7C e ES200-7C) a scafo aventi frequenze 38, 70, 120 e 200 kHz. La calibrazione del trasduttore a 38 kHz è stata effettuata nel corso della precedente campagna oceanografica Evatir 2014, mentre l'echosounder scientifico è stato calibrato per le rimanenti 3 frequenze (70, 120 e 200 kHz) al termine dell'intera campagna nella GSA 16. La calibrazione ha avuto luogo nella baia prospiciente il porto di Siracusa, attraverso il metodo della sfera standard (Rame) di TS noto (-39.1 dB per 70 kHz, -40.4 dB per 120 kHz e -44.80 dB per 200 kHz). Durante l'acquisizione dei segnali gli ecogrammi sono stati registrati attraverso il software di acquisizione e post-elaborazione ER60.

Il protocollo MEDIAS prevede che i dati acustici vengano acquisiti solo nel corso del periodo diurno. Ciononostante, a causa delle avverse condizioni meteo marine si è dovuto scegliere di acquisire dati acustici sia di giorno che di notte in modo da poter coprire l'area di studio con il poco tempo a disposizione.

#### **❖ Rete Pelagica**

Per il campionamento biologico dei piccoli pelagici è stata usata una rete pelagica (Fig.1) dotata di sistema acustico Simrad ITI per il controllo della geometria della rete durante il campionamento.

La rete adoperata era di tipo "Volante Monobarca" di lunghezza complessiva 78 metri, lunghezza sacco 22 metri con maglia di 18 millimetri, apertura verticale ed orizzontale bocca rispettivamente 11 m e 13 m per un area della bocca di 90 m<sup>2</sup> circa, maglia iniziale del corpo

252 (78\*2+48\*2) maglie da 600 mm. Il cavo da traino in acciaio adoperato era di 16 mm di diametro con calamenti lunghi 76m(48+16.5+2.45+8.80). I divergenti, di tipo AR 170, sono rettangolari, ognuno dei quali da misura 172x110 cm, e pesano circa 380 kg. Inoltre 2 pesi cilindrici da 200kg ognuno vengono collegati alla base della bocca della rete per aumentarne l'apertura verticale.

Per l'impiego del sistema Simrad ITI, i trasduttori sono stati collocati sulla parte superiore della bocca della rete mentre una coppia di idrofoni, per la trasduzione dei segnali acustici ricevuti in segnali elettrici, sono stati installati a scafo sulla chiglia della nave. A partire dal 2013 si sono installati due trasduttori per l'ITI al fine di aumentare l'efficienza e quindi la copertura degli angoli morti di trasmissione fra i sensori della rete ed i trasduttori a scafo. Durante lo svolgimento di ciascuna cala sono stati acquisiti dati acustici mediante l'EK60, utili sia allo studio del fondo ma anche alla successiva fase di processamento dei dati. Infatti, i dati acustici possono essere utilizzati sia per uno studio sulle relazioni TS vs. Lunghezza con dati acquisiti *in situ* ma anche per un probabile riconoscimento delle specie.

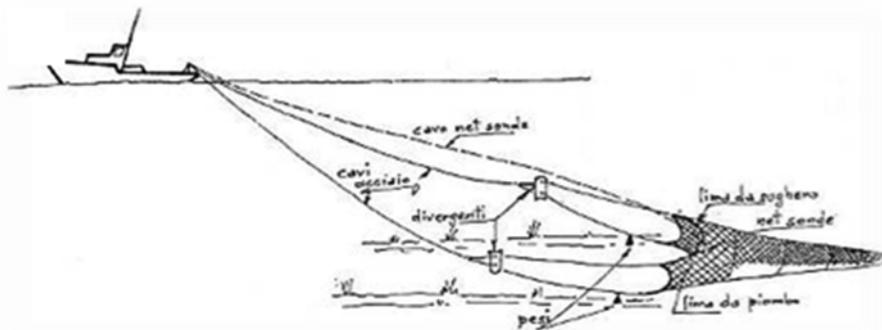


Fig.1.: Caratteristiche complessive della rete pelagica “volante monobarca”.

### ❖ Sonda multiparametrica SBE 9/11 plus

Le misurazioni dei parametri fisico-chimici lungo la colonna d'acqua è stata effettuata con la sonda multiparametrica SEABIRD mod. 9/11 plus.( fig.2 ) La sonda multiparametrica, impiegata in corrispondenza dei vertici dei transetti acustici, è stata calata in mare a nave ferma dal portale posto sulla paratia destra dell'imbarcazione con verricello a doppio tamburo e cavo in acciaio da

8 mm. I sensori collegati al CTD (fig.2) rilevavano pressione, temperatura (primario e secondario), conducibilità (primario e secondario), fluorescenza, ossigeno disciolto (primario e secondario), trasmissione della luce, SPAR e PAR.

Sempre a causa delle condizioni meteo marine avverse si è scelto di non effettuare il rilievo dei profili delle variabili oceanografiche in molte delle stazioni previste dal disegno di campionamento.



*Fig.2 Sonda multiparametrica SBE 9/11 plus montata alla base del CTD*

### ❖ **Bongo 40 e WP2**

Campionamenti Ittioplanttonici e Zooplanttonici con retini BONGO40 e WP2. Il Bongo40 (fig.3) è un campionatore composto da due retini accoppiati, con bocca di diametro di 40 cm, tenuti da una struttura in acciaio a due anelli e depressore per la stabilità durante il traino. La cala del BONGO40 è obliqua e viene effettuata dalla superficie sino ai 100 m e ritorno in superficie, trainandolo ad una velocità costante di 2 nodi con un'inclinazione del cavo di traino di circa 45 gradi. Due flussometri GO hanno permesso di controllare il volume filtrato e l'efficienza della filtrazione. Per il BONGO 40 la velocità di discesa è di 0.75 m/s e quella di risalita è pari a 0.33 m/s.

I campioni sono stati conservati in contenitori Kartell di polietilene da 200 ml in modo separato rispetto a ciascuna bocca: una fissata in formalina neutralizzata al 10%, e l'altra congelata in alcool 70 a -20°C. Il retino WP2 è stato impiegato in stazione con nave ferma e ha permesso di campionare uno specifico strato della colonna d'acqua.



Fig.3 Bongo 40 messa in acqua

IL bongo (fig.3) viene trainata alla dritta della nave ad una velocità di 2 nodi. La velocità di discesa dello strumento è di circa 0,75 m/s, mentre la risalita avviene a circa 0,33 m/s. Il cavo in acciaio che sostiene tutta la struttura deve mantenere sempre un angolo ideale con la superficie del mare di circa 45°. Tale angolo viene misurato ad ogni 20 m di cavo rilasciato con l'utilizzo di un goniometro a vista. Al termine della discesa il bongo rimane fermo 30" in stabilizzazione che servono allo strumento per mettersi nella giusta posizione e alla giusta profondità. Recuperato lo strumento viene verificata la profondità reale raggiunta dal Bongo per mezzo di un profundimetro digitale montato su di esso. Durante tutto il processo viene riempito un modulo cartaceo (fig.4 ) con i valori delle varie fasi di acquisizione dell'operazioni al fine di essere rielaborate successivamente e correlati con altri dati.

Campagna	Barca	Stazione	Ordine	Data	Ora Inizio	Ora Fine
Durata Campionamento		Bocca (1)		Bocca (2)		
Tempo	Minuti	Secondi	Maglia	Maglia		
Discesa rete			N° Flussom.	N° Flussom.		
Stabilizzazione			Iniziale	Iniziale		
Salita rete			Finale	Finale		
Totale			Differenza	Differenza		
Coordinate			Profondità		Temp. Superficiale	
Latitudine		Longitudine		Fondo		
INIZ.		INIZ.		Profondimetro		
FIN.		FIN.				
Metri	240	220	200	180	160	140
Angolo cavo						
Cavo rilasciato (m)						

NOTE:

Fig. 4 Modulo cartaceo

I campioni raccolti con il retino WP2 (fig. 5) e con il Bongo40 verranno impiegati per lo studio delle popolazioni zooplanctoniche e per analisi degli isotopi stabili di azoto e carbonio.

In specifiche stazioni sono stati raccolti campioni d'acqua per la valutazione dei nutrienti e per la stima degli isotopi stabili di azoto e carbonio nel POM.

Il rilevamento dei profili delle variabili oceanografiche, attraverso sonda multiparametrica (CTD), ha permesso di individuare specifiche quote a cui eseguire il campionamento di acqua attraverso le bottiglie Niskin.



*Fig.5 Retino WP2 campionatore universale utilizzato normalmente per la raccolta verticale dello zooplankton*



*Fig3. Raccolta campione con bongo 40*

## ***Area di lavoro***

L'area di lavoro si è estesa lungo la piattaforma continentale lungo il canale della Sicilia (GSA 16, FAO sub area 37.2.2) . Ad ovest e ad est sono presenti rispettivamente il Banco Avventura e la piattaforma Siculo- Maltese che delimitano l'area di studio. Nel corso del survey sono stati acquisiti dati acustici ed oceanografici fino ad una profondità di circa 200 m che corrisponde alla profondità oltre la quale è decisamente raro individuare banchi di piccoli pelagici. Si è scelto di iniziare il survey a partire da Porto Palo. La seconda parte della campagna di ricerca è stata svolta nelle acque maltesi sempre con l'impiego dell'echosounder scientifico Simrad EK60.

Nonostante il protocollo MEDIAS preveda che i dati acustici vengano acquisiti solo nel corso del periodo diurno, si è scelto di acquisirli sia di giorno che di notte in modo da poter eseguire un esperimento di confronto giorno/notte. Il piano di campionamento adottato (survey design) ha previsto transetti paralleli e perpendicolari alla linea di costa e alle batimetriche. Soltanto l'area a sudest, corrispondente alla zona di Capo Passero, è stata investigata grazie ad un sistema di transetti disposti a zig-zag. L'adozione di tale disegno è stata legata alla particolare struttura delle batimetriche e della linea di costa. La distanza media tra i transetti paralleli è stata di 5 nmi (miglia nautiche). Nello specifico, nel corso dell'echosurvey durante il giorno sono stati acquisiti i dati acustici e sono state effettuate le cale con rete pelagica. Nel corso del periodo notturno sono stati rilevati i profili delle variabili oceanografiche mediante la sonda multiparametrica CTD e sono stati acquisiti anche dati acustici in alcuni transetti per poter condurre uno studio sulla distribuzione giorno/notte dei pesci pelagici nella colonna d'acqua.

## ***Acquisizione ed analisi dei dati acustici***

L'acquisizione dei dati acustici è stata effettuata con l'echosounder scientifico Simrad EK60 sopra descritto (fig.6) . L'analisi dei dati acustici (post-processing) è stata eseguita facendo uso del software SonarData EchoView (V. 4.90). Su ciascun ecogramma, dopo aver inserito i valori dei parametri di calibrazione, sono stati stimati i valori di NASC (Nautical Area Scattering Coefficient; MacLennan et al., 2002) per ogni miglio nautico (EDSU) del survey. In particolare, sono stati stimati i valori di NASC totale, frutto dell'integrazione su tutta la colonna d'acqua del segnale

retrodiffuso, e quelli relativi soltanto ai pesci (NASC Fish per EDSU).

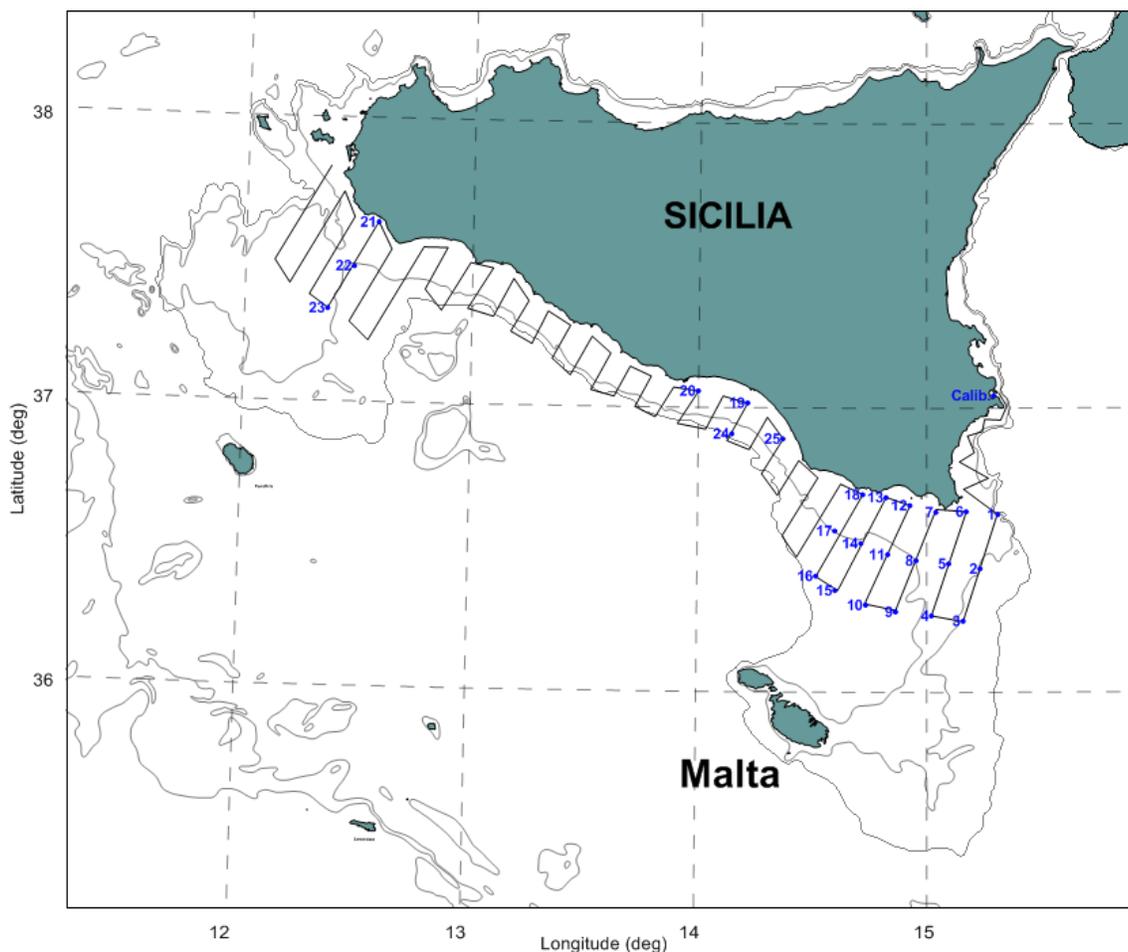


Fig.6 Stazioni CTD effettuate nel corso della Campagna Ancheva 2014 nelle acque della GSA 16 (Stretto di Sicilia).

### ***Cattura ed analisi del campione biologico***

I campionamenti biologici dei piccoli pelagici sono stati effettuati mediante rete pelagica dotata di sistema acustico Simrad ITI per il controllo della geometria della rete durante il campionamento come descritto nel paragrafo. Prima di effettuare la pescata è risultato necessario ispezionare il fondale grazie all'impiego del sistema EK60 proprio al fine di individuare strutture (secche, massi isolati, relitti, risalite rocciose) che potessero diventare pericolose per la navigazione o impedire il corretto posizionamento della rete. Successivamente alle suddette operazioni, la rotta è stata invertita e la rete è stata calata ripercorrendo il percorso

in senso inverso. La durata di ciascuna cala è stata di trenta minuti; ogni cinque minuti sono state trascritte su supporto cartaceo le informazioni relative alla cala quali profondità, cavo filato, distanza tra la nave e la rete, velocità della nave, posizione della rete rispetto alla rotta della nave. Una volta imbarcate le reti, il totale del campione pescato (fig.7) è stato raccolto in specifici contenitori (coffe) e pesato con una stadera in modo da stimare il peso totale del campione. Da quest'ultimo è stato prelevato un subcampione rappresentativo dell'intero pescato ed è stato sottoposto a processamento previa una separazione dei pesci per specie (sorting). Per quanto riguarda le specie pelagiche, i singoli individui sono stati sottoposti a rilievi biometrici e divisi per classe di taglia. Successivamente, ogni classe è stata pesata ricavando così i dati morfometrici.



*Fig.7 Campione pescato – coffe (sub campione) - rilevazione dei dati biometrici*

La metodologia di campionamento impiegata per ognuna delle pescate effettuate ha seguito una ben definita procedura suddivisa in 2 passaggi distinti:

- . 1) Il primo prevede che la pescata venga pesata per intero e successivamente suddivisa per specie creando le seguenti classi: specie target 1, specie target 2, altre specie pelagiche, specie demersali. In presenza di una cala abbondante in biomassa, un campione rappresentativo della pescata per ogni specie pelagica viene esaminato per la rilevazione dei principali parametri. In particolare le specie ittiche pelagiche, vengono raggruppate in classi di taglia al 1/2 cm, e gli individui contati e pesati a gruppi di taglia con l'accuratezza di 0.1 g. Anche gli esemplari di specie demersali vengono suddivisi in classi di taglia e pesati a gruppi. Altri gruppi zoologici quali crostacei e molluschi vengono contati e pesati senza suddivisioni in alcuna classe di taglia.
  
- . 2) Per le specie target principali (sardine e acciughe) oltre al primo passaggio vengono anche rilevati a bordo altri parametri quali la lunghezza totale al mm, il peso totale (0.01 g), il sesso e la maturità delle adottando una scala di maturità redatta in un apposito workshop internazionale ICES nel 2008 (ICES, 2008 – WKSPMAT ). Per le determinazioni dell'età viene congelato un sottocampione rappresentativo della pescata e successivamente nei laboratori della U.O.S. di Capo Granitola (TP) dell'IAMC-CNR, vengono estratti gli otoliti da un sub campione di 5 individui per classe di taglia al 1/2 cm. Tale sub-campione è stato prelevato dal campione principale al fine di coprire quanto più possibile tutte le classi di lunghezza presenti nella cala. I criteri seguiti per le stime d'età sono quelli definiti nel corso di un altro workshop ICES tenutosi nel 2010 (ICES, 2010 – WKARA ). L'utilizzo di criteri condivisi dai ricercatori di vari paesi garantisce oltre ad un elevato standard qualitativo, anche la possibilità di comparare i risultati di aree e studi diversi. In allegato al presente rapporto vengono riportate la scala di maturità adottata e il protocollo per la lettura degli otoliti derivanti dai summenzionati workshop.

La determinazione di sesso, maturità ed età consente di ottenere stime della struttura della popolazione investigata. Rispetto alla stima indifferenziata della biomassa questa suddivisione in classi di maturità e d'età permette, infatti di valutare la capacità di rinnovo della popolazione di

compensare l'effetto del prelievo da parte della pesca (Resilienza della popolazione). Tale caratteristica è di fondamentale importanza nelle specie a vita breve come acciughe e sardine. Un'attività parallela viene svolta a bordo in particolare per l'acciuga europea (*Engraulis encrasicolus*). Tale attività riguarda il campionamento della frazione adulta della popolazione ai fini dell'applicazione del "Metodo di Produzione giornaliera delle uova" (DEPM). Tale metodo costituisce l'unico metodo di stima "diretto" della popolazione deponente alternativo a quello acustico.

L'attività per il DEPM (fig.8) a bordo prevede che se all'interno del campione pescato sono presenti un numero di individui sufficienti per le specie target, dopo aver pesato l'intero campione, da questo si preleva un subcampione (fino ad un massimo di 75 individui) che viene esaminato valutando i seguenti parametri:

- Lunghezza totale ( $\pm 1$  mm) utilizzando degli appositi ittiometri;
- Peso totale ( $\pm 0,01$  g); Peso somatico ( $\pm 0,01$  g);
- Peso della gonade ( $\pm 0,01$  g) con l'impiego di una bilancia di precisione stabilizzata;
- Determinazione del sesso;
- Stadio di maturità identificato attraverso un'ispezione visiva della gonade basandosi su una scala a 6 stadi prevista per l'analisi macroscopica. Solo le gonadi femminili di ciascun individuo vengono prelevate, fissate in formalina tamponata al 4% ed etichettate in apposite schede indicando la data, il nome della campagna e il numero della cala, per poi essere studiate successivamente in laboratorio mediante analisi microscopica. La fissazione con formalina serve a bloccare i processi degenerativi della cellula, rendendo insolubili i componenti strutturali, stabilizzando le proteine e inattivando gli enzimi idrolitici. Tutti gli ovari devono essere conservati entro e non oltre le due ore successive alla cattura così da evitare l'instaurarsi dei processi di degradazione e così da poter

applicare i criteri istologici nella determinazione microscopica dello stadio di maturità (Alheit, 1985).



Fig. 8 Dati biometrici dell'esemplare e classificazione macroscopica delle gonadi di E.e. - DEPM

### **Informazioni sulle altre specie ittiche pelagiche (Other Pelagic Species - OPS)**

Nel corso del survey sono stati raccolti anche esemplari appartenenti alle specie *Boops boops*, *Sardinella aurita*, *Spicara spp.*, *Scomber scombrus*, *Trachurus trachurus* e *Trachurus mediterraneus*. Tali specie non sono specie target per il progetto MEDIAS ma nel corso del secondo Coordination Meeting di Palma (1-3/6/2009) si è deciso di riportare nel rapporto finale la relazione lunghezza - peso e la distribuzione delle frequenze di lunghezza. Per convenzione vengono comunque registrate tutte le specie pescate. Di seguito vengono riportate tutte le cale ( fig. 9) effettuate con la rete pelagica e i vari transetti acustici effettuati durante in monitoraggio .

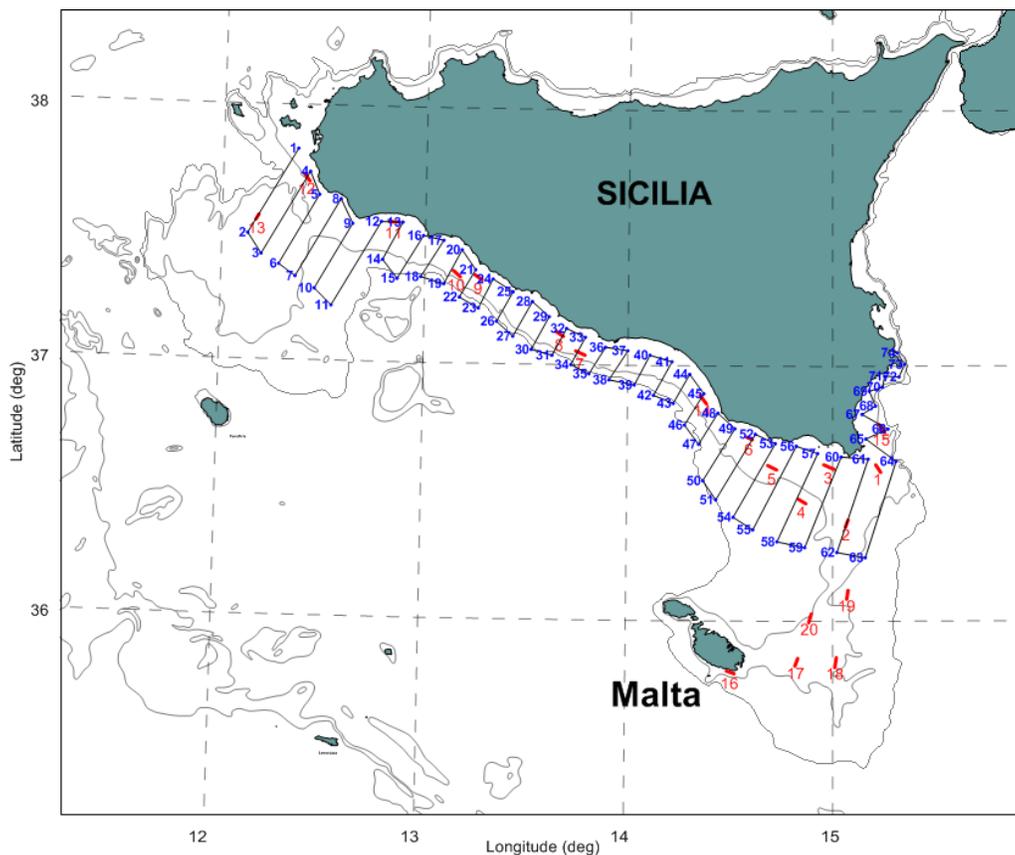


Fig.9 Cale con rete pelagica e transetti acustici effettuati nel corso della Campagna Ancheva 2014 nelle acque della GSA 15 (Malta), della GSA 16 (Stretto di Sicilia) e dello Ionio. N/O G. Dallaporta, Luglio 2014.

## DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Le popolazioni di piccoli pelagici in tutto il mondo sono soggette a oscillazioni interannuali molto robuste nell'abbondanza. I maggiori sistemi di produzione hanno mostrato come alterazione forti dell'ecosistema abbiano prodotto drastiche riduzioni nella biomassa di piccoli pelagici da un anno all'altro; in tali casi di basso livello della popolazione, l'innestarsi di un elevato sforzo di pesca ha portato al collasso delle risorse. In alcune occasioni si è visto che le risorse hanno tardato molto nel recuperare livelli sostenibili di produzione. E' noto come la capacità di una popolazione di resistere ad eventi ambientali od antropici inattesi che possono comportare una grande mortalità (naturale, M), nel periodo di reclutamento o anche successivamente (mortalità da pesca, F), sia strettamente correlata al numero di classi d'età della popolazione stessa. In altri

termini, una popolazione rappresentata da individui grandi (d'età) avrebbe una resilienza sufficiente a garantire un mantenimento dei livelli medi della popolazione, riducendo il rischio di collasso della stessa. Diversamente, se uno stock è prevalentemente composto da individui giovanili o di 1 anno d'età, basterebbe un anno con un reclutamento scarso per avere conseguenze sull'intero stock. In generale è altresì noto come la perdita degli individui più grandi, sia in termini d'età che di taglia, corrisponde ad una riduzione nella fecondità specifica e nella viabilità delle uova e larve prodotte, con un conseguente aumento della mortalità negli stadi che vanno dalla deposizione al reclutamento.

La struttura d'età dello stock di acciughe, espressa in numero d'individui ed in termini di biomassa, ha mostrato essenzialmente alcune principali caratteristiche importanti per determinare lo stato di salute dello stock. Rispetto al 2011 la prima è certamente relativa ai livelli di biomassa complessiva dello stock che è tornato ai livelli del 2010 in cui la biomassa era poco maggiore di 15,000 tonnellate mentre rispetto all'anno precedente (2011) si è triplicata. La seconda caratteristica è relativa alla rappresentatività delle classi d'età che hanno mostrato una sovrapposibilità piena con la struttura dell'anno precedente ovvero con le classi più avanzate in cui l'abbondanza e la biomassa sono risultate decisamente basse. La terza caratteristica riguarda il livello di reclutamento indicato dagli individui d'età 0 che costituiscono una porzione più consistente dell'intero stock rispetto al 2011 (200 mil. nel 2012 e 25 mila nel 2011); questo potenzialmente si tradurrà in un reclutamento migliore con conseguente più alti valori di

abbondanza della classe di età 1 e quindi dell'intero stock. Tuttavia, bisogna precisare che il survey per la stima del reclutamento andrebbe condotto per l'acciuga nel periodo tardo autunnale, quando si ha il picco di reclutamento così da avere un'informazione più completa da correlare all'abbondanza dello stock (relazioni stock-reclutamento).

Lo stato di salute dello stock di acciughe viene fornito oltre che dalla sua struttura anche dall'andamento annuale della biomassa. Tale informazione nell'area di studio è stata resa disponibile grazie alla serie storica creata dall'IAMC-CNR dal 1998 ad oggi. La biomassa dell'acciuga europea, ha avuto un trend decrescente dal 2005 al 2009. Mentre nel 2010 si è assistito ad un'inversione con un incremento sostanziale nella biomassa rispetto all'anno precedente, nel 2011 i livelli dello stock sono nuovamente calati su soglie molto basse indicando

uno stato tutt'altro che stabile nei livelli di biomassa annuali ed infine nel 2012 lo stock si è riportato sui valori di biomassa del 2010. Tali dati, sebbene non consentano di trarre conclusioni definitive sullo stato di salute dello stock, permettono tuttavia di registrare un potenziale riproduttivo ancora sufficiente per permettere la ripresa dello stock fuori dai livelli di guardia. In dettaglio, il potenziale riproduttivo costituisca un importante fattore per il mantenimento del buono stato di salute dello stock, che con un buon potenziale riesce, anche partendo da livelli molto bassi di biomassa, a riprodursi efficacemente per il mantenimento dello stock nell'area di studio. Le valutazioni acustiche della biomassa mostrano come le acciughe abbiano subito ampie fluttuazioni interannuali nell'ultimo decennio ma che difficilmente si portano su livelli alti di abbondanza, anzi sembra ci sia una prevalenza di annate "magre" con livelli di biomassa sotto le 5000 t. Le stime DEPM, ottenute attraverso altri programmi di ricerca, mostrano come malgrado una certa variabilità per alcune annate in linea generale i trend ed i livelli di biomassa di acciughe siano sovrapponibili consentendo quindi di avere maggiore confidenza nelle stime effettuate da ogni metodo. Inoltre, il confronto fra biomassa deponente e biomassa acustica fornisce informazioni anche su quella parte della biomassa costituita da individui immaturi, in quanto il DEPM stima esclusivamente la frazione di individui maturi che depongono nel periodo considerato.

## BIBLIOGRAFIA

Aglen, A. (1989). Empirical results on precision-effort relationships for acoustic surveys. ICES CM: 1989/B:30, 28 p.

Alheit, J. (1985). Egg production method for spawning biomass estimates of anchovies and sardines. ICES, C. M. 1985/H:41: 1-10.

Basilone G., Guisande C., Patti B., Mazzola S., Cuttitta A., Bonanno A., Vergara A.R., Maneiro I. (2006). Effect of habitat conditions on reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Strait of Sicily. Fisheries Oceanography 15 (4):271-280.

ICES. (2010). Report of the Workshop on Age reading of European anchovy (WKARA), 9-13 November 2010, Sicily, Italy. ICES CM 2010/ACOM:43. 122 pp.

IREPA. (2011). Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2008. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, pp. 184.

MacLennan, D.N., Fernandes, P., Dalen, J. (2002). A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. ICES J. Mar. Sci. 59, 365–369.

Marshall C.T., Kjesbu O.S., Yaragina N.A., Solemdal P. e Ulltang, O. (1998). Is spawner biomass a sensitive measure of the reproductive and recruitment potential of Northeast Arctic cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 (7), 1766–1783.

Petitgas P., Lafont T. (1997). EVA2: Estimation Variance. Version 2. A geostatistical software on windows95 for the precision of fish stock assessment surveys. ICES CM 1997/Y:22.

Petitgas P., Masse´ J., Beillois P., Lebarbier E., Le Cann A. (2003). ICES Journal of Marine Science, 60: 437–445. doi:10.1016/S1054–3139(03)00026-2.

## ALLEGATI

**Tabella I: Coordinate dei vertici dei transetti acustici relativi alla Campagna Ancheva 2014. N/O G. Dallaporta. Stretto di Sicilia Luglio 2014.**

N. of points	Latitude	Longitude	Long_dec	Lat_dec	Transect ID	Long (nm)	Lat (nm)	Distance (nm)
1	12°21.993'	37°49.638'	12.36655	37.82730	1-2	1516.659	738.477	Start
2	12°07.620'	37°29.561'	12.12700	37.49269	2-3	1498.360	724.167	23.229
3	12°11.720'	37°24.740'	12.19533	37.41233	3-4	1493.255	728.249	6.536
4	12°25.660'	37°44.290'	12.42767	37.73817	4-5	1511.073	742.127	22.585
5	12°28.520'	37°38.930'	12.47533	37.64883	5-6	1505.553	744.974	6.211
6	12°16.960'	37°22.440'	12.28267	37.37400	6-7	1490.513	733.466	18.938
7	12°21.880'	37°19.670'	12.36467	37.32783	7-8	1487.339	738.364	5.837
8	12°34.890'	37°38.020'	12.58150	37.63367	8-9	1504.048	751.316	21.141
9	12°38.490'	37°32.310'	12.64150	37.53850	9-10	1498.115	754.901	6.931
10	12°27.610'	37°16.900'	12.46017	37.28167	10-11	1484.087	744.069	17.723
11	12°32.676'	37°13.017'	12.54460	37.21695	11-12	1479.808	749.112	6.615
12	12°46.940'	37°32.910'	12.78233	37.54850	12-13	1497.876	763.313	22.981
13	12°53.290'	37°32.880'	12.88817	37.54800	13-14	1497.220	769.636	6.356
14	12°47.510'	37°24.010'	12.79183	37.40017	14-15	1489.124	763.881	9.933
15	12°51.890'	37°19.640'	12.86483	37.32733	15-16	1484.425	768.241	6.410
16	12°59.440'	37°29.824'	12.99067	37.49706	16-17	1493.625	775.759	11.880
17	13°5.4702'	37°28.800'	13.09117	37.48000	17-18	1492.023	781.762	6.214
18	12°58.830'	37°20.160'	12.98050	37.33600	18-19	1484.250	775.151	10.204
19	13°5.6598'	37°18.590'	13.09433	37.30983	19-20	1482.040	781.951	7.150
20	13°10.900'	37°26.650'	13.18167	37.44417	20-21	1489.379	787.168	9.005
21	13°14.990'	37°22.020'	13.24983	37.36700	21-22	1484.450	791.240	6.394
22	13°10.290'	37°15.520'	13.17150	37.25867	22-23	1478.582	786.561	7.505
23	13°15.930'	37°13.030'	13.26550	37.21717	23-24	1475.588	792.176	6.364
24	13°20.150'	37°19.910'	13.33583	37.33183	24-25	1481.870	796.378	7.557
25	13°26.080'	37°16.980'	13.43467	37.28300	25-26	1478.410	802.282	6.843
26	13°21.330'	37°09.990'	13.35550	37.16650	26-27	1472.079	797.553	7.903
27	13°26.170'	37°06.530'	13.43617	37.10883	27-28	1468.216	802.372	6.176
28	13°31.810'	37°14.750'	13.53017	37.24583	28-29	1475.650	807.987	9.317

N. of points	Latitude	Longitude	Long_dec	Lat_dec	Transect ID	Long (nm)	Lat (nm)	Distance (nm)
29	13°36.790'	37°11.250'	13.61317	37.18750	29-30	1471.730	812.946	6.321
30	13°31.640'	37°03.500'	13.52733	37.05833	30-31	1464.708	807.818	8.695
31	13°37.740'	37°02.190'	13.62900	37.03650	31-32	1462.809	813.891	6.364
32	13°41.950'	37°08.540'	13.69917	37.14233	32-33	1468.558	818.083	7.115
33	13°47.510'	37°06.510'	13.79183	37.10850	33-34	1466.006	823.619	6.096
34	13°43.300'	37°00.050'	13.72167	37.00083	34-35	1460.154	819.427	7.198
35	13°48.620'	36°57.940'	13.81033	36.96567	35-36	1457.551	824.724	5.901
36	13°53.440'	37°04.230'	13.89067	37.07050	36-37	1463.169	829.523	7.389
37	14°00.000'	37°03.460'	14.00000	37.05767	37-38	1461.732	836.055	6.688
38	13°54.510'	36°56.580'	13.90850	36.94300	38-39	1455.616	830.589	8.202
39	14°01.940'	36°55.430'	14.03233	36.92383	39-40	1453.721	837.986	7.637
40	14°06.470'	37°02.460'	14.10783	37.04100	40-41	1460.075	842.497	7.793
41	14°12.950'	37°00.970'	14.21583	37.01617	41-42	1457.938	848.949	6.797
42	14°07.580'	36°53.040'	14.12633	36.88400	42-43	1450.804	843.602	8.916
43	14°13.390'	36°51.180'	14.22317	36.85300	43-44	1448.382	849.388	6.272
44	14°18.140'	36°58.040'	14.30233	36.96733	44-45	1454.537	854.117	7.762
45	14°22.330'	36°53.500'	14.37217	36.89167	45-46	1449.681	858.289	6.403
46	14°16.710'	36°46.100'	14.27850	36.76833	46-47	1443.096	852.693	8.641
47	14°20.880'	36°41.580'	14.34800	36.69300	47-48	1438.265	856.845	6.370
48	14°26.460'	36°48.940'	14.44100	36.81567	48-49	1444.811	862.401	8.587
49	14°31.450'	36°45.310'	14.52417	36.75517	49-50	1440.752	867.370	6.416
50	14°22.150'	36°33.020'	14.36917	36.55033	50-51	1429.820	858.110	14.327
51	14°25.960'	36°28.570'	14.43267	36.47617	51-52	1425.098	861.904	6.057
52	14°37.430'	36°44.010'	14.62383	36.73350	52-53	1438.844	873.325	17.871
53	14°43.265'	36°41.818'	14.72108	36.69696	53-54	1436.084	879.135	6.432
54	14°31.030'	36°24.460'	14.51717	36.40767	54-55	1420.572	866.952	19.724
55	14°36.772'	36°21.545'	14.61286	36.35909	55-56	1417.134	872.669	6.671
56	14°49.376'	36°41.233'	14.82293	36.68722	56-57	1434.849	885.220	21.711
57	14°55.610'	36°39.500'	14.92683	36.65833	57-58	1432.484	891.427	6.643
58	14°43.788'	36°18.731'	14.72980	36.31218	58-59	1413.654	879.656	22.207
59	14°51.854'	36°17.371'	14.86424	36.28951	59-60	1411.466	887.688	8.325
60	15°02.460'	36°38.690'	15.04100	36.64483	60-61	1430.941	898.249	22.155
61	15°10.340'	36°38.210'	15.17233	36.63684	61-62	1429.598	906.095	7.961
62	15°01.196'	36°16.228'	15.01993	36.27046	62-63	1409.343	896.990	22.208

N. of points	Latitude	Longitude	Long_dec	Lat_dec	Transect ID	Long (nm)	Lat (nm)	Distance (nm)
63	15°09.442'	36°15.003'	15.15736	36.25005	63-64	1407.253	905.201	8.473
64	15°18.436'	36°37.655'	15.30727	36.62759	64-65	1428.151	914.158	22.736
65	15°09.641'	36°42.939'	15.16068	36.71565	65-66	1434.250	905.399	10.673
66	15°16.140'	36°45.270'	15.26900	36.75450	66-67	1435.770	911.871	6.648
67	15°08.560'	36°48.720'	15.14267	36.81200	67-68	1439.963	904.323	8.634
68	15°12.500'	36°50.690'	15.20833	36.84483	68-69	1441.423	908.246	4.186
69	15°10.694'	36°54.181'	15.17824	36.90301	69-70	1445.003	906.448	4.006
70	15°14.574'	36°55.120'	15.24290	36.91867	70-71	1445.471	910.312	3.892
71	15°15.211'	36°57.722'	15.25352	36.96203	71-72	1447.913	910.946	2.524
72	15°19.386'	36°57.528'	15.32310	36.95880	72-73	1447.249	915.103	4.210
73	15°21.040'	37°00.491'	15.35067	37.00818	73-74	1449.922	916.751	3.140
74	15°18.949'	37°03.199'	15.31581	37.05332	74-75	1452.780	914.668	3.536

**Tabella II. Coordinate delle stazioni CTD effettuate nella campagna Ancheva 2014.**

Number	Label	Date	Time	Depth	State Sea	Latitude	Longitude	Lat_dec	Long_dec
1	1	05/07/2014	22.55	71	Calm sea	36°37.59'	015°18.59'	36.6266	15.3099
2	2	06/07/2014	0.20	108	Calm sea	36°26.13'	015°13.89'	36.4357	15.2317
3	3	06/07/2014	1.38	115	Calm sea	36°15.09'	015°9.46'	36.2515	15.1577
4	4	06/07/2014	2.32	79	Calm sea	36°16.21'	015°1.21'	36.2702	15.0202
5	5	06/07/2014	11.26	85	Calm sea	36°27.2'	015°5.7'	36.4534	15.0951
6	6	06/07/2014	12.50	53	Calm sea	36°38.18'	015°10.31'	36.6364	15.1719
7	7	06/07/2014	13.42	30	Calm sea	36°38.06'	015°2.38'	36.6344	15.0398
8	8	06/07/2014	17.05	88	Calm sea	36°27.85'	014°57.2'	36.4642	14.9535
9	9	06/07/2014	18.25	128	Calm sea	36°17.05'	014°51.85'	36.2843	14.8642
10	10	06/07/2014	19.19	138	Calm sea	36°18.48'	014°44.05'	36.3081	14.7342
11	11	06/07/2014	22.31	117	Calm sea	36°29.15'	014°49.79'	36.4858	14.8299
12	12	06/07/2014	23.56	31	Calm sea	36°39.48'	014°55.58'	36.6582	14.9265
13	13	07/07/2014	0.35	22	Calm sea	36°41.17'	014°49.34'	36.6863	14.8224
14	14	07/07/2014	1.59	118	Calm sea	36°31.46'	014°42.77'	36.5245	14.7129
15	15	07/07/2014	3.45	145	Calm sea	36°21.51'	014°36.02'	36.3586	14.6005
16	16	07/07/2014	12.25	163	Calm sea	36°24.55'	014°31.02'	36.4092	14.5171

Number	Label	Date	Time	Depth	State Sea	Latitude	Longitude	Lat_dec	Long_dec
17	17	07/07/2014	13.38	118	Calm sea	36°34.08'	014°35.95'	36.5680	14.5992
18	18	07/07/2014	14.49	23	Calm sea	36°41.78'	014°43.24'	36.6964	14.7208
19	19	08/07/2014	2.46	15	Calm sea	37°1.03'	014°12.95'	37.0173	14.2159
20	20	08/07/2014	5.51	20	Calm sea	37°3.47'	013°59.94'	37.0580	13.9992
21	21	14/07/2014	0.21	23	Calm sea	37°37.96'	012°34.92'	37.6328	12.5820
22	22	14/07/2014	1.47	119	Calm sea	37°28.55'	012°28.66'	37.4760	12.4778
23	23	14/07/2014	3.50	94	Calm sea	37°19.57'	012°21.88'	37.3262	12.3647
24	24	15/07/2014	2.05	212	Calm sea	36°54.47'	014°8.81'	36.9080	14.1470
25	25	15/07/2014	4.36	26	Calm sea	36°53.49'	014°22.23'	36.8916	14.3706
26	Calib.	15/07/2014	20.10	17	Calm sea	37°2.68'	015°17.57'	37.0448	15.2929

**Tabella III. Coordinate delle stazioni Bongo40 e WP2 effettuate nella campagna Ancheva 2014. Nelle stesse stazioni è stata campionata la colonna d'acqua con le bottiglie Niskin per le analisi dei nutrienti e gli isotopi stabili di azoto e carbonio.**

CTD Label	Station	Date	Time	Depth	Sea state	Latitude	Longitude	Lat_dec	Long_dec	Note
13	8 - Bongo	07/07/2014	0.35	22	<u>Calm sea</u>	36°41.17'	014°49.34'	36.6863	14.8224	<u>Nutr. + Isotopi</u>
14	9 - WP2	07/07/2014	1.59	118	<u>Calm sea</u>	36°31.46'	014°42.77'	36.5245	14.7129	<u>Nutr. + Isotopi</u>
15	10 - WP2	07/07/2014	3.45	145	<u>Calm sea</u>	36°21.51'	014°36.02'	36.3586	14.6005	<u>Nutr. + Isotopi</u>
19	6 - Bongo	08/07/2014	2.46	15	<u>Calm sea</u>	37°1.03'	014°12.95'	37.0173	14.2159	<u>Nutr. + Isotopi</u>
20	4 - Bongo	08/07/2014	5.51	20	<u>Calm sea</u>	37°3.47'	013°59.94'	37.0580	13.9992	<u>Nutr. + Isotopi</u>
21	1 - Bongo	14/07/2014	0.21	23	<u>Calm sea</u>	37°37.96'	012°34.92'	37.6328	12.5820	<u>Nutr. + Isotopi</u>
22	2 - WP2	14/07/2014	1.47	119	<u>Calm sea</u>	37°28.55'	012°28.66'	37.4760	12.4778	<u>Nutr. + Isotopi</u>
23	3 - WP2	14/07/2014	3.50	94	<u>Calm sea</u>	37°19.57'	012°21.88'	37.3262	12.3647	<u>Nutr. + Isotopi</u>
24	5 - WP2	15/07/2014	2.05	212	<u>Calm sea</u>	36°54.47'	014°8.81'	36.9080	14.1470	<u>Nutr. + Isotopi</u>
25	7 - Bongo	15/07/2014	4.36	26	<u>Calm sea</u>	36°53.49'	014°22.23'	36.8916	14.3706	<u>Nutr. + Isotopi</u>

## ALLEGATO 2: Report di calibrazione dei trasduttori split beam dell'echosounder EK60. Ancheva 2014

### Calibration in Siracusa (pos.: Lat 37 02.923N, Long 15 17.273E)

```
# Date: 16/07/2014
#
# Comments:
# Calibration 70kHz
#
# Reference Target:
# TS          -39.10 dB   Min. Distance   6.00 m
# TS Deviation  5.0 dB   Max. Distance   8.50 m
#
# Transducer: ES70-7C Serial No. 271
# Frequency      70000 Hz   Beamtype       Split
# Gain           27.00 dB   Two Way Beam Angle -20.6 dB
# Athw. Angle Sens. 23.00   Along. Angle Sens. 23.00
# Athw. Beam Angle 7.16 deg   Along. Beam Angle 7.16 deg
# Athw. Offset Angle 0.00 deg   Along. Offset Angle 0.00 deg
# SaCorrection    0.00 dB   Depth          0.00 m
#
# Transceiver: GPT 70 kHz 009072084972 4-1 ES70-7C
# Pulse Duration 1.024 ms   Sample Interval 0.197 m
# Power          1000 W   Receiver Bandwidth 2.86 kHz
#
# Sounder Type:
# EK60 Version 2.4.3
#
# TS Detection:
# Min. Value     -50.0 dB   Min. Spacing    100 %
# Max. Beam Comp. 6.0 dB   Min. Echolength 80 %
# Max. Phase Dev. 8.0     Max. Echolength 180 %
#
# Environment:
# Absorption Coeff. 21.8 dB/km   Sound Velocity 1541.2 m/s
#
# Beam Model results:
# Transducer Gain = 25.54 dB   SaCorrection = -0.41 dB
# Athw. Beam Angle = 6.57 deg   Along. Beam Angle = 6.58 deg
# Athw. Offset Angle = -0.00 deg   Along. Offset Angle = -0.01 deg
#
# Data deviation from beam model:
# RMS = 0.23 dB
# Max = 0.61 dB No. = 40 Athw. = -0.3 deg Along = 1.2 deg
# Min = -0.72 dB No. = 1 Athw. = -0.2 deg Along = -2.5 deg
#
```

```

# Data deviation from polynomial model:
# RMS = 0.21 dB
# Max = 0.55 dB No. = 42 Athw. = 0.4 deg Along = -2.6 deg
# Min = -0.68 dB No. = 229 Athw. = 1.9 deg Along = 1.3 deg

# Date: 15/07/2014
#
# Comments:
# Calibration 120kHz
#
# Reference Target:
# TS -40.40 dB Min. Distance 6.00 m
# TS Deviation 5.0 dB Max. Distance 8.50 m
#
# Transducer: ES120-7C Serial No. 480
# Frequency 120000 Hz Beamtype Split
# Gain 24.33 dB Two Way Beam Angle -20.6 dB
# Athw. Angle Sens. 23.00 Along. Angle Sens. 23.00
# Athw. Beam Angle 6.65 deg Along. Beam Angle 6.49 deg
# Athw. Offset Angle 0.10 deg Along. Offset Angle 0.13 deg
# SaCorrection -0.34 dB Depth 0.00 m
#
# Transceiver: GPT 120 kHz 009072056af4 2-1 ES120-7C
# Pulse Duration 1.024 ms Sample Interval 0.197 m
# Power 1000 W Receiver Bandwidth 3.03 kHz
#
# Sounder Type:
# EK60 Version 2.4.3
#
# TS Detection:
# Min. Value -55.0 dB Min. Spacing 100 %
# Max. Beam Comp. 6.0 dB Min. Echolength 80 %
# Max. Phase Dev. 8.0 Max. Echolength 180 %
#
# Environment:
# Absorption Coeff. 50.1 dB/km Sound Velocity 1541.2 m/s
#
# Beam Model results:
# Transducer Gain = 24.56 dB SaCorrection = -0.36 dB
# Athw. Beam Angle = 6.46 deg Along. Beam Angle = 6.61 deg
# Athw. Offset Angle = 0.07 deg Along. Offset Angle = 0.09 deg
#
# Data deviation from beam model:
# RMS = 0.47 dB
# Max = 1.67 dB No. = 80 Athw. = -2.5 deg Along = 3.0 deg
# Min = -2.35 dB No. = 41 Athw. = -3.6 deg Along = 1.6 deg
#
# Data deviation from polynomial model:
# RMS = 0.43 dB

```

```

# Max = 1.52 dB No. = 473 Athw. = -3.0 deg Along = 0.2 deg
# Min = -2.44 dB No. = 41 Athw. = -3.6 deg Along = 1.6 deg

# Date: 15/07/2014
#
# Comments:
# Calibration in Siracusa 15 July 2014
#
# Reference Target:
# TS          -45.00 dB   Min. Distance    6.00 m
# TS Deviation  5.0 dB   Max. Distance    8.50 m
#
# Transducer: ES200-7C Serial No. 365
# Frequency    200000 Hz   Beamtype        Split
# Gain         22.57 dB   Two Way Beam Angle -20.5 dB
# Athw. Angle Sens. 23.00 Along. Angle Sens. 23.00
# Athw. Beam Angle 6.18 deg Along. Beam Angle 6.57 deg
# Athw. Offset Angle 0.17 deg Along. Offset Angle -0.07 deg
# SaCorrection  -0.41 dB   Depth           0.00 m
#
# Transceiver: GPT 200 kHz 00907205a693 3-1 ES200-7C
# Pulse Duration 1.024 ms Sample Interval 0.197 m
# Power          1000 W Receiver Bandwidth 3.09 kHz
#
# Sounder Type:
# EK60 Version 2.4.3
#
# TS Detection:
# Min. Value     -55.0 dB   Min. Spacing    100 %
# Max. Beam Comp. 6.0 dB   Min. Echolength 80 %
# Max. Phase Dev. 8.0    Max. Echolength 180 %
#
# Environment:
# Absorption Coeff. 89.5 dB/km Sound Velocity 1541.2 m/s
#
# Beam Model results:
# Transducer Gain = 22.30 dB SaCorrection = -0.51 dB
# Athw. Beam Angle = 7.03 deg Along. Beam Angle = 6.90 deg
# Athw. Offset Angle = 0.70 deg Along. Offset Angle=-0.30 deg
#
# Data deviation from beam model:
# RMS = 0.84 dB
# Max = 2.63 dB No. = 250 Athw. = -1.1 deg Along = 0.9 deg
# Min = -2.32 dB No. = 119 Athw. = -3.0 deg Along = 0.9 deg
#
# Data deviation from polynomial model:
# RMS = 0.80 dB
# Max = 3.02 dB No. = 250 Athw. = -1.1 deg Along = 0.9 deg
# Min = -2.25 dB No. = 385 Athw. = -2.4 deg Along = -2.9 deg

```