

### **A.3 – Modello ALADYM e risultati delle simulazioni**

#### **A.3.1 Cenni sulla struttura del modello ALADYM**

*ALADYM* (Age-Length Based Dynamic Model) è un modello di simulazione appartenente alla famiglia dei modelli analitici, organizzato secondo l'approccio degli 'operating models' (Hilborn e Walters, 1992).

La popolazione è strutturata per età-lunghezza ed evolve 'in avanti' in modo dinamico e predittivo, secondo lo schema concettuale di Thompson & Bell (1934).

*ALADYM* è stato sviluppato nell'ambito del progetto europeo FISBOAT (Fisheries Independent Survey Based Operational Assessment Tools), alle pagine web del quale si rimanda per i dettagli relativi alla descrizione metodologica ed operativa (<http://www.ifremer.fr/drvecohal/fisboat/>).

In sintesi, il modello, che utilizza le equazioni classiche della dinamica di popolazione, è stato progettato ed implementato per prevedere, mediante un processo di simulazione, le conseguenze dovute a cambiamenti dei fattori di pressione (e.g. mortalità) gestione (e.g. cambiamenti di maglia, fermo temporaneo) o delle caratteristiche biologiche (e.g. reclutamento) su una popolazione monospecifica.

*ALADYM* tiene conto delle differenze fra i sessi in termini di crescita e mortalità e simula la dinamica di una determinata popolazione a livello di micro-coorte, con scala temporale di 1 mese, secondo il classico modello di declino esponenziale, in assenza (1) ed in presenza (2) della mortalità da pesca:

$$\frac{dN}{dt} = -MN \quad (1)$$

$$\frac{dN}{dt} = -ZN \quad (2)$$

usate rispettivamente nelle forme (3) e (4):

$$N_{(t+\Delta t),j} = N_{t,j} e^{-M_{t,j} * \Delta t} \quad (3)$$

$$N_{(t+\Delta t),j} = N_{t,j} e^{-(F_{t,j} + M_{t,j}) * \Delta t} \quad (4)$$

dove  $j$  indica la coorte,  $t$  il tempo,  $Z$ ,  $M$  ed  $F$  i tassi di mortalità totale, naturale e da pesca.

Gli individui morti per le diverse cause sono simulate sulla base del tasso di mortalità totale, modulato usando le informazioni relative al pattern di selettività e di attività/intensità di pesca.

Il vettore di rendimento ( $Y$ ) è ottenuto dall'equazione di cattura (Sparre and Venema, 1998):

$$Y_{t,j} = \frac{F_{t,j}}{Z_{t,j}} \cdot N_{t,j} \cdot (1 - e^{-(F_{t,j} + M_{t,j}) \cdot \Delta t}) \cdot w_{\text{age}}$$

Il modello può lavorare sia secondo un approccio deterministico, che stocastico. Nel secondo caso mediante l'applicazione di tecniche statistiche di tipo MonteCarlo.

In sintesi gli input del modello sono:

- parametri di crescita di von Bertalanffy per sesso con associata variabilità;
- relazione lunghezza-peso per sesso;
- parametric dell'ogiva di maturità per le femmine (L<sub>m50%</sub> e L<sub>m25%</sub>-L<sub>m75%</sub> range);
- mortalità naturale per sesso (un valore costante o un vettore). In alternativa la mortalità naturale è stimata variabile per età, nel modello, secondo il metodo di Chen and Watanabe (1989);
- una stima del numero di nuovi nati che entrano nella popolazione durante l'anno (minimo, massimo, ln della media ed ln della deviazione standard);
- pattern di deposizione con una ripartizione mensile;
- relazione stock-recruitment o un vettore di nuovi nati per mese con indicazione del livello di variabilità associata;
- mortalità totale Z o un valore proxy di Z per sesso;
- pattern di selettività degli attrezzi usati dalla flotta (L50% e range L25%-L75%, D50% in caso di de-selezione);
- un coefficiente di attività/intensità di pesca mensile.

I risultati consistono nella produzione di un insieme di indicatori relativi a:

- abbondanza (e.g. biomassa totale e biomassa dei riproduttori);
- struttura della popolazione (e.g. lunghezza ed età media della popolazione e dei riproduttori);
- produzione (e.g. rendimento e produzione biologica);
- sostenibilità (rapporto fra la biomassa dei riproduttori in condizioni di sfruttamento e la biomassa che si avrebbe se agisse solo la mortalità naturale: ESSB/USSB)

e gli effetti delle diverse misure di gestione possono essere quindi analizzati in termini di sostenibilità della popolazione nel lungo periodo.

## ***Bibliografia***

Chen S., Watanabe S. 1989. Age Dependence of Natural Mortality Coefficient in Fish Population Dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(2): 205-208.

Hilborn, R. and Walters, C.J. (1992). Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.

Sparre P., Venema S.C. (1998) - Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1, manual. FAO Fish. Techn. Pap., 306 (1) Rev. 2: 407 pp.

Thompson, W.F. and Bell, F.H. (1934). Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm. 8: 49 p.

### **A.3.2 Parametrizzazione del modello *ALADYM* nella Sicilia “altro strascico ed altri sistemi”**

#### *Gli scenari*

Allo scopo di valutare, sia in termini biologici che economici, gli effetti di diverse misure di gestione applicate in modo del tutto alternativo o interamente complementare, sono stati simulati 5 scenari come di seguito riportato.

- *‘Status quo’*, in cui a partire dal 1994 è stata simulata la dinamica di popolazione non introducendo alcuna misura e proiettando la popolazione nel futuro per un numero di anni variabile a seconda delle specie esaminate.
- *Ritiro definitivo*, in cui è stata ridotta la pressione di pesca, applicando una percentuale di ritiro del 25% dello strascico e del 10% di ‘altri sistemi’, pesata in funzione del contributo di ciascuno dei raggruppamenti (‘strascico’ e ‘altri sistemi’) alla cattura della specie esaminata.
- *Sospensione temporanea*, in cui è stato introdotto un fermo di 45 giorni consecutivi, in un periodo compreso fra il mese di Settembre e il mese di Ottobre; è stato inoltre assunto che alla sospensione temporanea seguisse, nei due mesi successivi, una ulteriore riduzione dell’attività di quattro giorni al mese (periodo dopo-fermo).
- *Cambiamento maglia*, è stato introdotto, a partire dal 2010 un aumento della maglia stirata al sacco e la misura è stata implementata considerando una maglia da 50 mm di apertura.
- *Combinazione delle misure o scenario misto*, in cui è stata prevista l’azione complementare e sinergica delle singole misure finora menzionate, applicate contemporaneamente.

### Parametri biologici e pattern di sfruttamento

Il modello *ALADYM* è stato parametrizzato utilizzando le informazioni provenienti da diversi progetti e pubblicazioni realizzati nelle GSA 10, 19 e 16 (strascico d'altura).

I dettagli sulla parametrizzazione del modello sono riportati nei corrispondenti Piani di Gestione.

### **Bibliografia**

ABELLA A., V.BARTOLINO, J.BERTRAND, F.COLLOCA, C.FOLLESA, A.MANNINI, B.REALE, P.RINELLI, M.SBRANA, M.T.SPEDICATO, A.VOLIANI, R.ZUPA. 2007. Use of composite models for the assessment of European hake, Red mullet and Norway lobster stocks in the North-Western Mediterranean (GSAs 7, 8, 9, 10 and 11). *WG SAC Athens, September 2007*

LEMBO G., CARBONARA P., SILECCHIA T., SPEDICATO M.T. (2002) – Prove di pesca a strascico con rete a doppio sacco per la valutazione della selettività dell'attrezzo e della qualità del prodotto. I quaderni scientifici della Lega Pesca, Roma: 1-47.

LEMBO G. (responsabile). 2005. Messa a punto di un modello bio-economico e analisi delle variabili biologiche. Relazione Finale Programma di ricerca n. 6A30, VI Piano triennale L.N. 41/82. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Roma: 80 pp.

LEONORI I., SPEDICATO M.T., LEMBO G., PELUSI P. 2005. Influenza della dimensione della maglia e della circonferenza del sacco sulla selettività della rete a strascico italiana. *Relazione Finale Programma di ricerca n. 6B03, VI Piano triennale L.N. 41/82. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Roma: 122 pp.*

SAMED (2002) - Stock Assessment in the Mediterranean. Final Report EU Project n° 99/047.

### **A.3.3 Risultati del modello *ALADYM* altro strascico Sicilia**

Nelle tabelle da 3.3.1 a 3.3.3 sono riportati i valori ricavati dal modello degli indicatori di abbondanza (biomassa totale, B e biomassa dei riproduttori, SSB), sostenibilità (rapporto fra biomassa sfruttata e non sfruttata dei riproduttori, ESSB/USSB) e produzione (catture, Y) di nasello, triglia di fango e gambero bianco relative al 2008. Sono inoltre riportati, come variazione % dal valore vaseline del 2008, le proiezioni al 2010 ed al 2013 per le specie bersaglio, con riferimento ai 5 scenari progettati.

**Tabella A.3.1 – Principali risultati delle simulazioni con Aladym relative al nasello. Sono riportati i principali indicatori di stato e produttività dello stock al 2008 e le previsioni in termini di variazione percentuale al 2010 ed al 2013. B indica la biomassa totale, SSB la biomassa dei riproduttori, ESSB/USSB il rapporto fra biomassa sfruttata e non sfruttata dei riproduttori e Y le catture**

Misure	Indicatori	Valori correnti	Variazione % rispetto al 2008	
		2008	2010	2013
Solo ritiro	<b>B</b>	1689.97	27.31	36.34
	<b>SSB</b>	708.78	6.13	39.37
	<b>Y</b>	915.44	17.38	25.92
	<b>ESSB/USSB</b>	0.05	11.67	42.65
Solo Fermo	<b>B</b>	1698.83	30.85	38.79
	<b>SSB</b>	711.17	11.14	43.95
	<b>Y</b>	828.26	31.23	40.96
	<b>ESSB/USSB</b>	0.05	16.93	47.32
Solo maglia	<b>B</b>	1651.08	26.14	74.92
	<b>SSB</b>	691.04	-7.64	65.40
	<b>Y</b>	968.19	-8.67	47.80
	<b>ESSB/USSB</b>	0.05	-2.82	69.30
Ritiro+fermo+maglia	<b>B</b>	1735.99	49.27	127.10
	<b>SSB</b>	728.34	23.33	161.90
	<b>Y</b>	779.45	12.54	81.61
	<b>ESSB/USSB</b>	0.05	29.77	168.05
Status quo	<b>B</b>	1651.08	13.75	11.35
	<b>SSB</b>	691.04	-9.99	0.78
	<b>Y</b>	968.19	12.68	11.98
	<b>ESSB/USSB</b>	0.05	-5.30	3.16

**Tabella A.3.2 – Principali risultati delle simulazioni con Aladym relative alla triglia di fango. Sono riportati i principali indicatori di stato e produttività dello stock al 2008 e le previsioni in termini di variazione percentuale al 2010 ed al 2013. B indica la biomassa totale, SSB la biomassa dei riproduttori, ESSB/USSB il rapporto fra biomassa sfruttata e non sfruttata dei riproduttori e Y le catture**

		Valori correnti	Variazione % rispetto al 2008	
		2008	2010	2013
<b>Solo ritiro</b>	<b>B</b>	523.51	1.78	16.35
	<b>SSB</b>	48.86	6.92	39.12
	<b>Y</b>	466.71	0.87	10.91
	<b>ESSB/USSB</b>	0.10	4.42	37.97
<b>Solo Fermo</b>	<b>B</b>	569.29	20.26	25.77
	<b>SSB</b>	58.03	99.00	110.72
	<b>Y</b>	339.84	26.58	34.25
	<b>ESSB/USSB</b>	0.12	94.08	108.70
<b>Solo maglia</b>	<b>B</b>	512.51	4.25	19.33
	<b>SSB</b>	46.94	5.72	66.36
	<b>Y</b>	486.19	-12.90	7.41
	<b>ESSB/USSB</b>	0.10	3.32	64.99
<b>Ritiro+fermo+maglia</b>	<b>B</b>	578.72	25.99	29.08
	<b>SSB</b>	59.80	119.44	170.44
	<b>Y</b>	326.71	16.07	23.65
	<b>ESSB/USSB</b>	0.12	114.01	167.78
<b>Status quo</b>	<b>B</b>	512.51	-2.00	6.19
	<b>SSB</b>	46.94	-5.45	3.40
	<b>Y</b>	486.19	-3.58	7.50
	<b>ESSB/USSB</b>	0.10	-7.63	2.57

**Tabella A.3.3 – Principali risultati delle simulazioni con Aladym relative al gambero rosa. Sono riportati i principali indicatori di stato e produttività dello stock al 2008 e le previsioni in termini di variazione percentuale al 2010 ed al 2013. B indica la biomassa totale, SSB la biomassa dei riproduttori, ESSB/USSB il rapporto fra biomassa sfruttata e non sfruttata dei riproduttori e Y le catture**

		Valori correnti	Variazione % rispetto al 2008	
		2008	2010	2013
<b>Solo ritiro</b>	<b>B</b>	161.54	8.47	9.12
	<b>SSB</b>	28.42	17.32	34.52
	<b>Y</b>	189.69	9.14	-1.98
	<b>ESSB/USSB</b>	0.11	4.97	36.37
<b>Solo Fermo</b>	<b>B</b>	162.42	14.53	3.75
	<b>SSB</b>	28.37	32.43	22.27
	<b>Y</b>	174.18	18.34	7.29
	<b>ESSB/USSB</b>	0.11	18.76	24.18
<b>Solo maglia</b>	<b>B</b>	152.75	22.53	26.32
	<b>SSB</b>	25.61	27.16	58.30
	<b>Y</b>	200.52	-12.08	-2.07
	<b>ESSB/USSB</b>	0.10	13.35	60.27
<b>Ritiro+fermo+maglia</b>	<b>B</b>	171.02	34.45	36.35
	<b>SSB</b>	31.24	65.45	91.84
	<b>Y</b>	162.98	5.19	14.58
	<b>ESSB/USSB</b>	0.12	48.17	95.05
<b>Status quo</b>	<b>B</b>	152.75	4.41	-5.33
	<b>SSB</b>	25.61	5.46	-2.73
	<b>Y</b>	200.52	3.74	-5.96
	<b>ESSB/USSB</b>	0.10	-5.73	-1.53