

A.4 - Modello ALADYM e risultati delle simulazioni

A.4.1 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):

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

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

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):

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

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;
- parametri dell'ogiva di maturità per le femmine ($L_{m50\%}$ e $L_{m25\%}$ - $L_{m75\%}$ 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 ($L_{50\%}$ e range $L_{25\%}$ - $L_{75\%}$, $D_{50\%}$ 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).

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.4.2 Parametrizzazione del modello ALADYM nella GSA 9

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 dell’8% dello strascico e del 5% 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 nella GSA 9.

Una sintesi degli input è riportata nelle tabelle 4.2.1-4.2.3 dell'Allegato 3 per le tre specie considerate in quest'analisi (nasello, triglia di fango e gambero bianco).

I parametri di crescita, maturità, pattern di deposizione e reclutamento e taglia di prima cattura delle tre specie provengono sia da stime realizzate nel corso dei progetti GRUND, e MEDITS dal 1994 ad oggi, sia da studi specifici sull'accrescimento e sulla biologia riproduttiva.

Tabella A.4.1 - Sintesi degli input relativi al nasello *M. merluccius*. GSA 9

GSA9		<i>M. merluccius</i>	
Descrizione dell'input		femmine	maschi
K (anno)		0,131±0,01	0,224±0,004
L _∞ (mm)		920 ±20	533 ±7
t ₀		-0,6 ±0,05	-0,97 ±0,03
a		0,00000304	0,00000304
b		3,119	3,119
Ciclo vitale (anni)		20	13
M		Variabile per età (Chen e Watanabe, 1989)	
L _{mat} (mm)		295±15	220±20
Range di maturità (L75-L25) (mm)		20	20
Sex ratio (F/F+M)		0,5	
L ₅₀ (mm); SR (mm)		95; 36 fino al 2009	
		179; 40 dal 2010	
D ₅₀ (mm)		450	
Coefficiente di attività/intensità		Calibrato per mese sul coefficiente specifico di cattura	
		Dal 2008 in poi applicato fra agosto e ottobre	
Pre-reclute (numero iniziale) e parametri della distribuzione <i>ln</i> -normale		121·10 ⁶ (media ln(R)=18,55; ds ln(R)=0,44)	
Periodo di deposizione (picco di deposizione)		Dicembre-Settembre (Febbraio-Maggio)	
Numero di anni della simulazione		30	
proxy di Z (anno)	1994-1999; 2000-2004; 2005-2007;	1,0; 1,1; 1,2-1,3;	

Tabella A.4.2 - Sintesi degli input relativi alla triglia di fango *M. barbatus*. GSA 9

GSA9		<i>M. barbatus</i>
Descrizione dell'input		sessi combinati
K (anno)		0,69±0.07
L _∞ (mm)		250 ±0.07
t ₀		-0,05 ±0,025
a		0,000008991
b		3,046
Ciclo vitale (anni)		6
M		1,0
L _{mat} (mm)		120±5
Range di maturità (L75-L25) (mm)		30
Sex ratio (F/F+M)		0,5
L ₅₀ (mm); SR (mm)		83; (16) fino al 2009
		110 (30) dal 2010
Coefficiente di attività/intensità		Calibrato per mese sul coefficiente specifico di cattura
		Dal 2008 in poi applicato fra agosto e ottobre
Pre-reclute (numero iniziale) e parametri della distribuzione <i>ln</i> -normale		85·10 ⁶ (media ln(R)=18,23; ds ln(R)=0,30)
Periodo di deposizione (picco di deposizione)		Maggio-Settembre (Giugno-Luglio)
Numero di anni della simulazione		22
proxy di Z (anno)	1994-1995	1,93
	1996	2,14
	1997	2,53
	1998-1999	2,46
	2000	2,61
	2001	2,15
	2002	2,24
	2003	2,14
	2004	1,83
	2005	1,89
	2006	2,2

Tabella A.4.3 - Sintesi degli input relativi al gambero bianco *P. longirostris*. GSA 9

GSA 9		<i>P. longirostris</i>
Descrizione dell'input		sessi combinati
K (anno)		0,6±0,05
L _∞ (mm)		43,5 ±0,5
t ₀		-0,05 ±0,01
a		0,00686
b		2,24
Ciclo vitale (anni)		5
M		1,1
L _{mat} (mm)		24±1,0
Range di maturità (L75-L25) (mm)		1,8-2,0
Sex ratio (F/F+M)		0,5
L ₅₀ (mm); SR (mm)		13 (3) fino al 2009
		18 (4) dal 2010
Coefficiente di attività/intensità		Calibrato per mese sul coefficiente specifico di cattura
		Dal 2008 in poi applicato fra agosto e ottobre
Pre-reclute (numero iniziale) e parametri della distribuzione <i>ln</i> -normale		220·10 ⁶ (media ln(R)=19,07; ds ln(R)=0,57)
Periodo di deposizione (picco di deposizione)		tutto l'anno (Febbraio e Giugno)
Numero di anni della simulazione		22
proxy di Z (anno)	1994	1,46
	1995	1,6
	1996	1,7
	1997	1,6
	1998	1,5
	1999	2,1
	2000	2,2
	2001	1,5
	2002	1,9
	2003	1,8
	2004	1,9
	2005	2,2
	2006	2,5

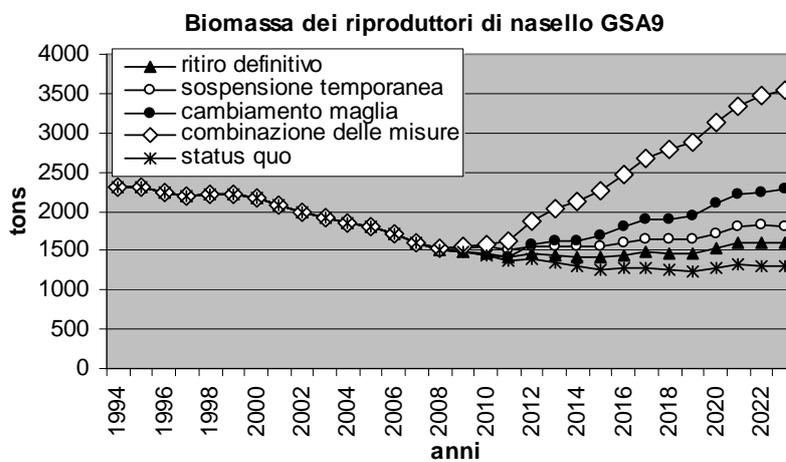
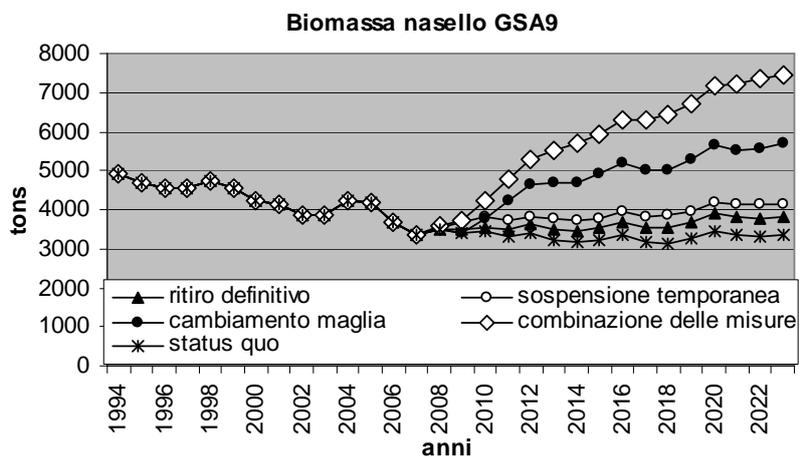
A4.3 Risultati del modello *ALADYM* nella GSA 9

Nelle figure Allegato 4 Fig. 4.3.1 – 4.3.3 sono riportati gli andamenti temporali 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) di nasello, triglia di fango e gambero bianco. I risultati sono riferiti alle simulazioni dello *status quo*, a partire dal 1994 fino al 2008, ed alle proiezioni, a 15 anni per il nasello ed a 7 anni per triglia di fango e gambero bianco, con riferimento ai 5 scenari progettati.

Nelle figure Allegato 4 Fig. 4.3.4 – 4.3.6 sono riportate le variazioni percentuali, rispetto alla situazione attuale, degli indicatori di abbondanza, sostenibilità e produzione per nasello, con

una proiezione a 15 anni dei 5 scenari simulati, e per triglia di fango e gambero bianco con una proiezione a 7 anni dei medesimi scenari.

In questo modo il confronto dei risultati fra misure e specie è facilitato, prendendo a riferimento, come tratto comune di partenza, la situazione al 2007.



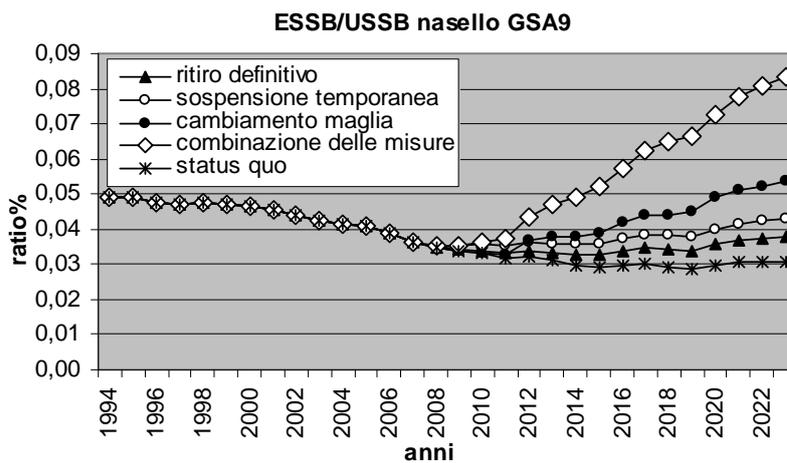
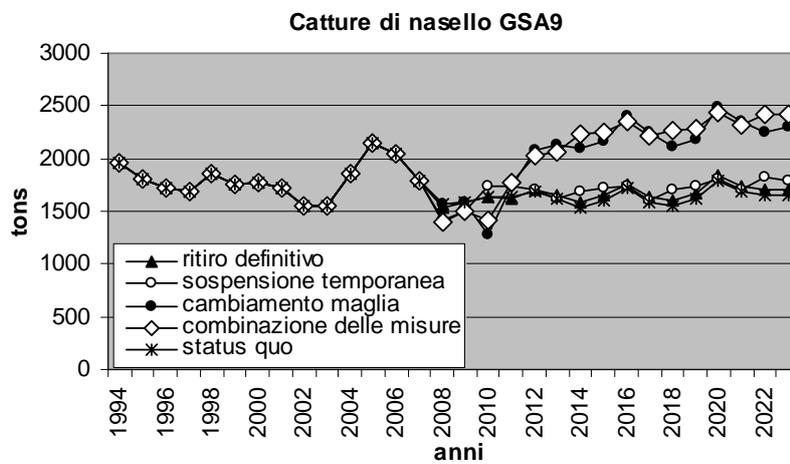
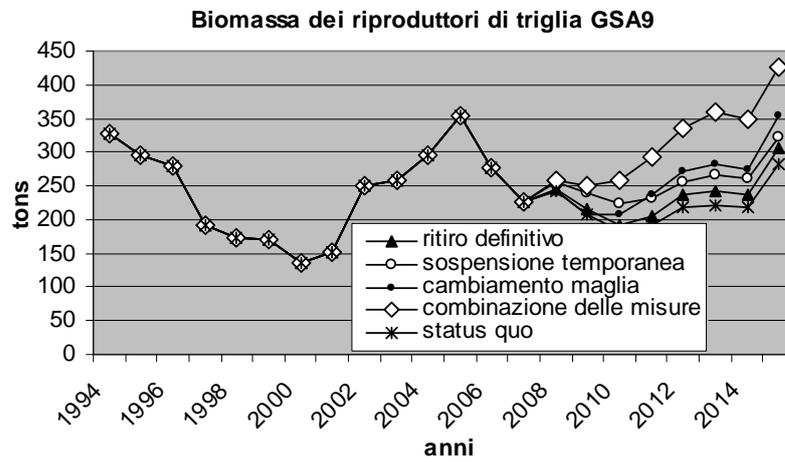
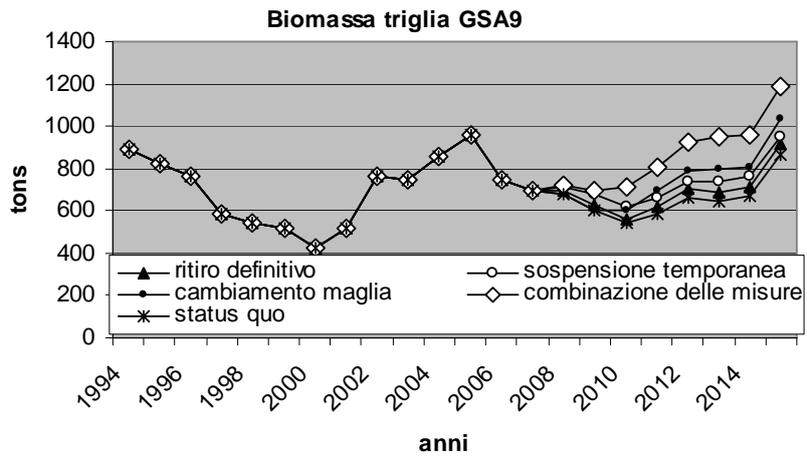


Figura A.4.1 – Andamento temporale degli indicatori di abbondanza, sostenibilità e produzione di nasello. Simulazione dello *status quo* a partire dal 1994 al 2008 e proiezioni a 15 anni dei 5 scenari simulati.



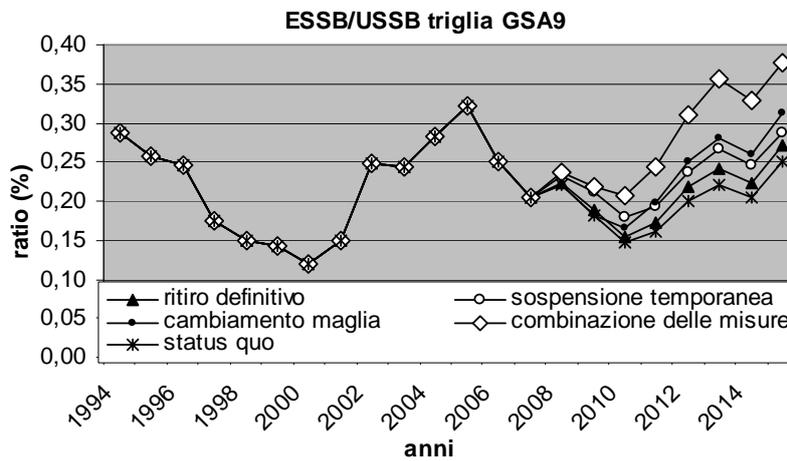
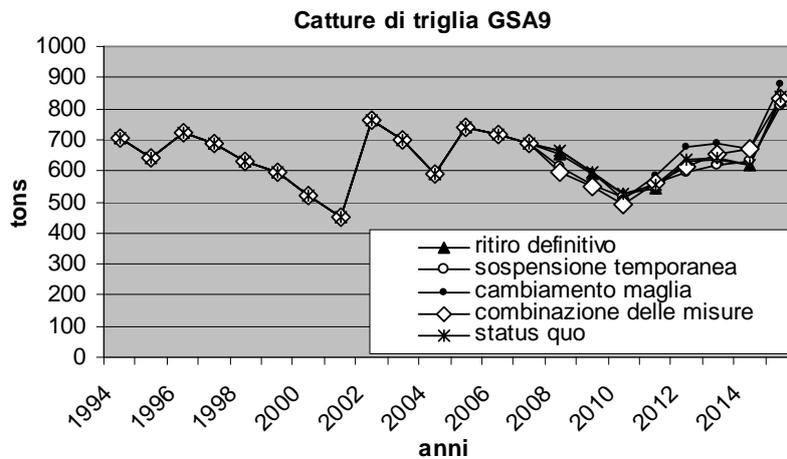
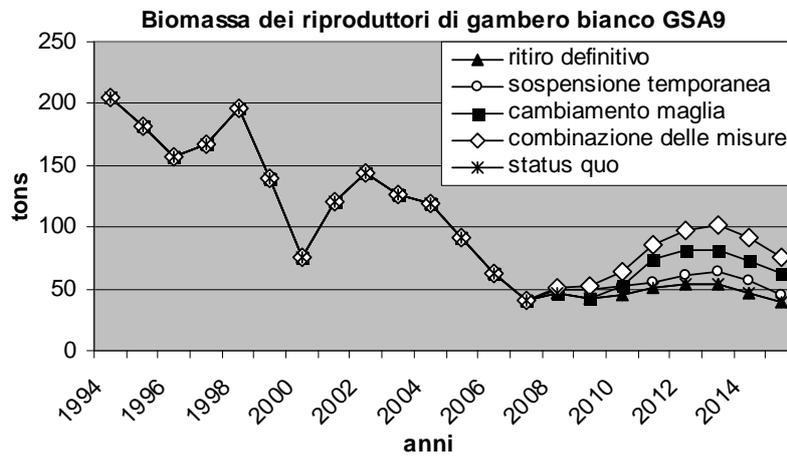
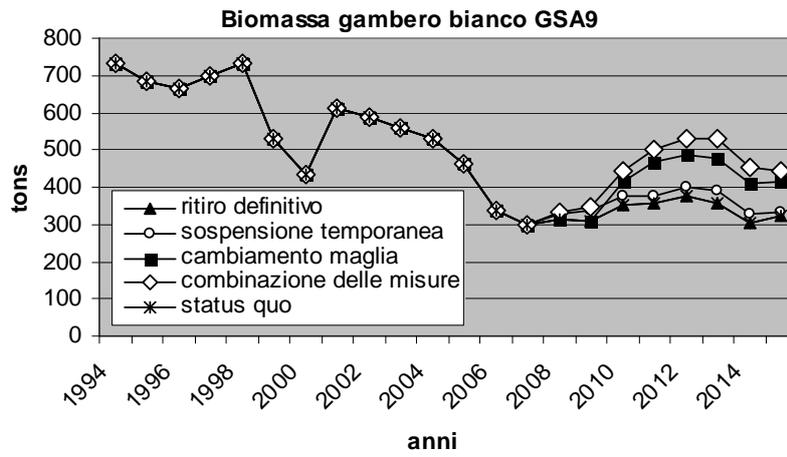


Figura A.4.2 – Andamento temporale degli indicatori di abbondanza, sostenibilità e produzione di triglia di fango. Simulazione dello *status quo* a partire dal 1994 al 2008 e proiezioni a 15 anni dei 5 scenari simulati.



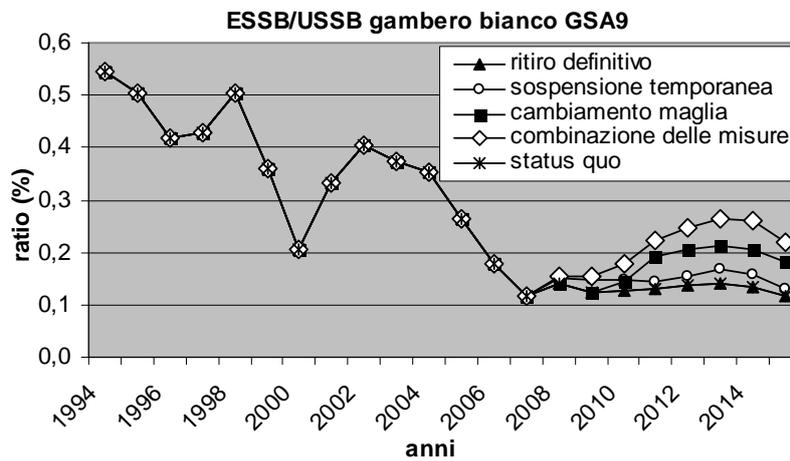
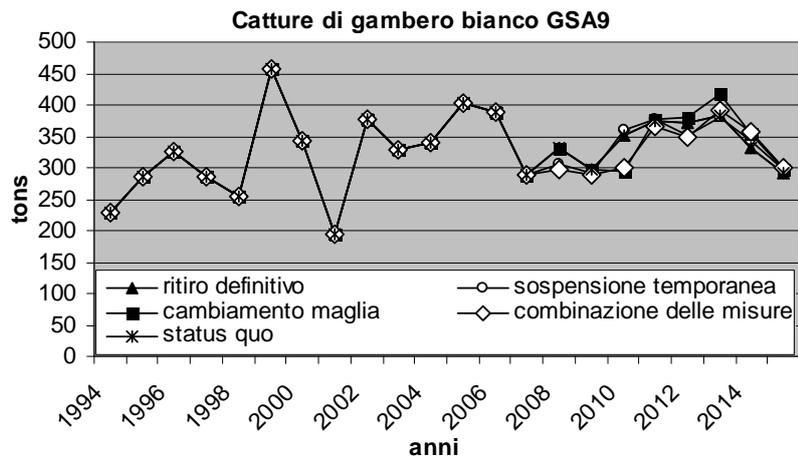
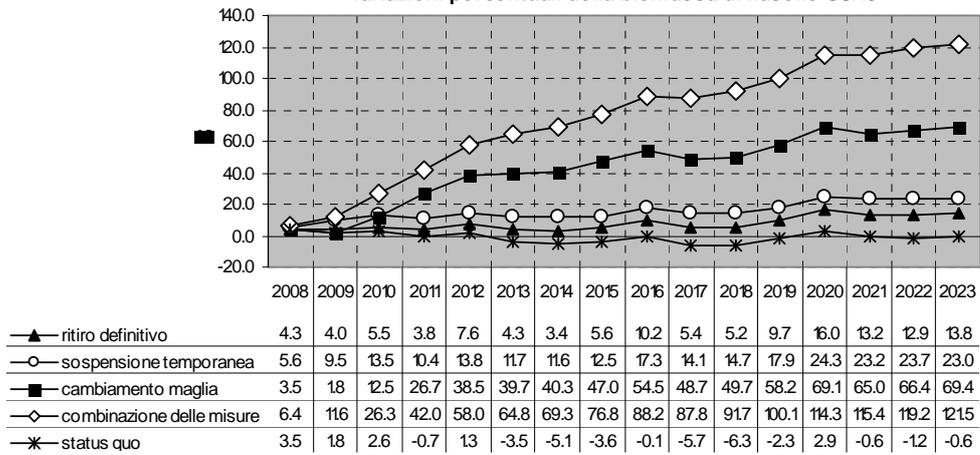
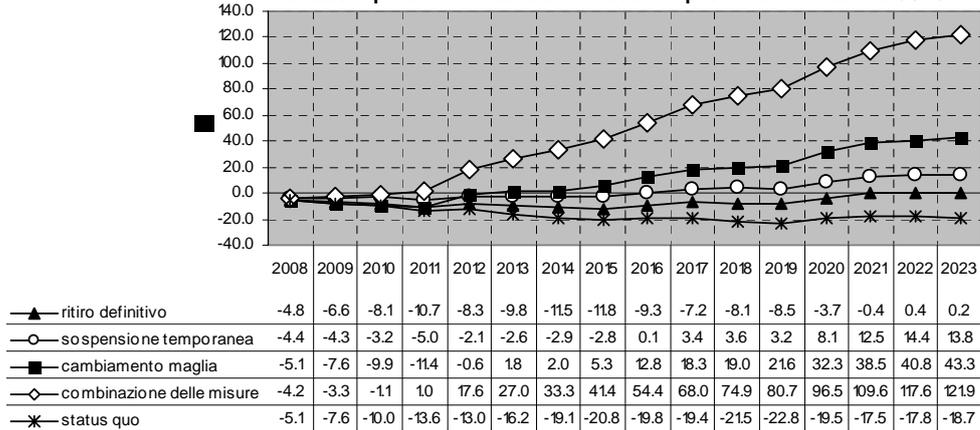


Figura A.4.3 - Andamento temporale degli indicatori abbondanza, sostenibilità e produzione di gambero bianco. Simulazione dello *status quo* a partire dal 1994 al 2008 e proiezioni a 7 anni dei 5 scenari simulati.

variazioni percentuali della biomassa di nasello GSA9



variazioni percentuali della biomassa di riproduttori di nasello GSA9



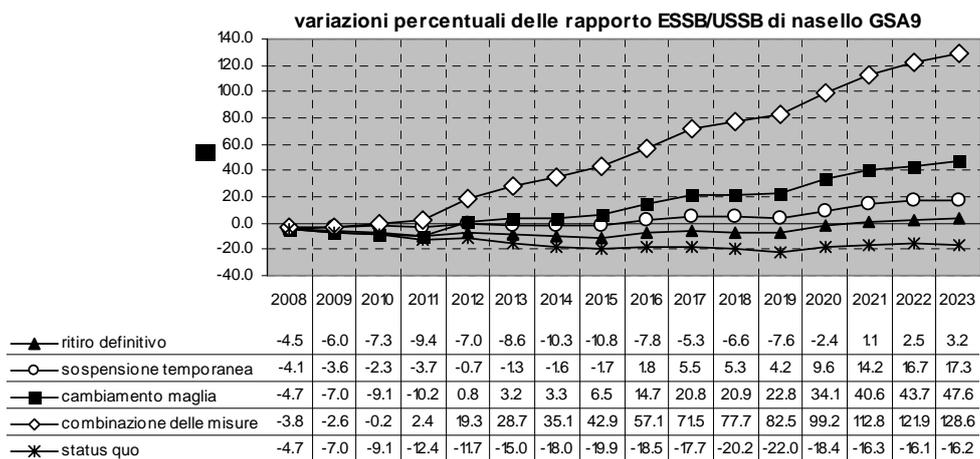
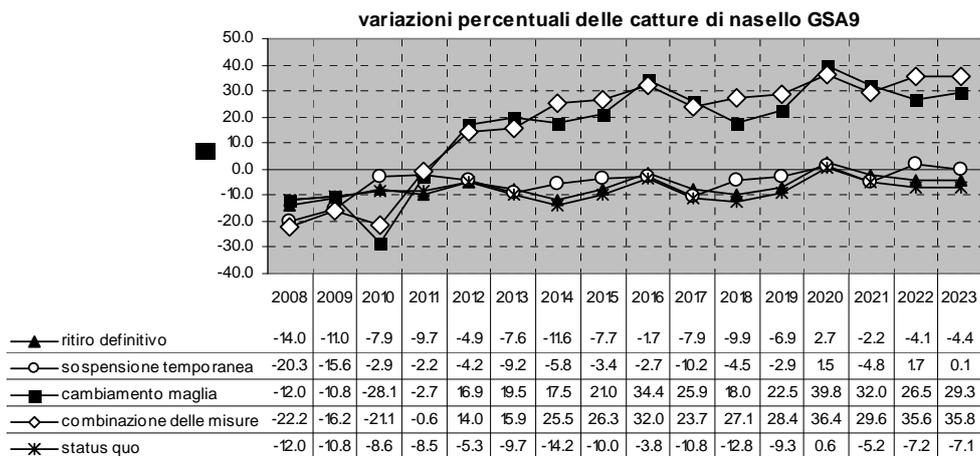
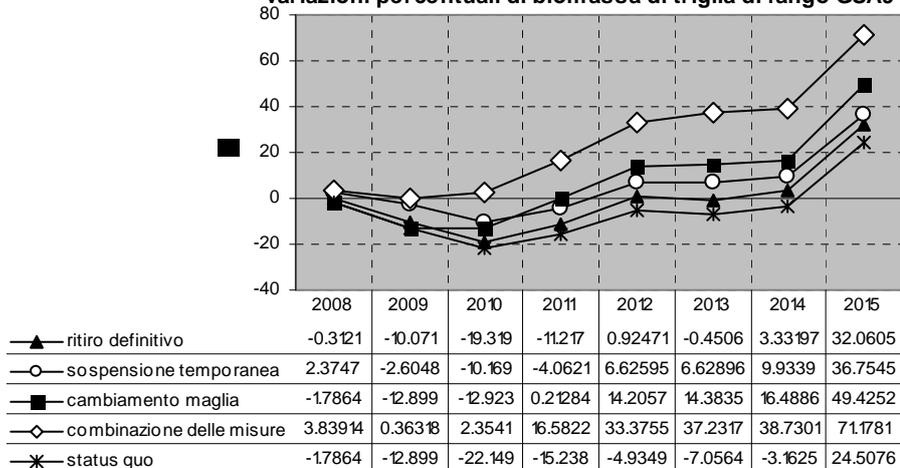
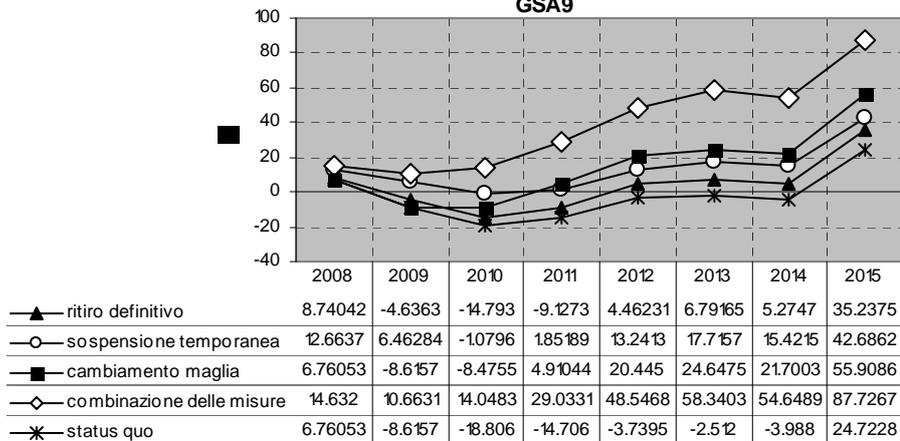


Figura A.4.4 – Variazioni percentuali, rispetto alla situazione attuale, degli indicatori di abbondanza, sostenibilità e produzione del nasello. Proiezioni a 15 anni dei 5 scenari simulati

variazioni percentuali di biomassa di triglia di fango GSA9



variazioni percentuali di biomassa dei riproduttori di triglia di fango GSA9



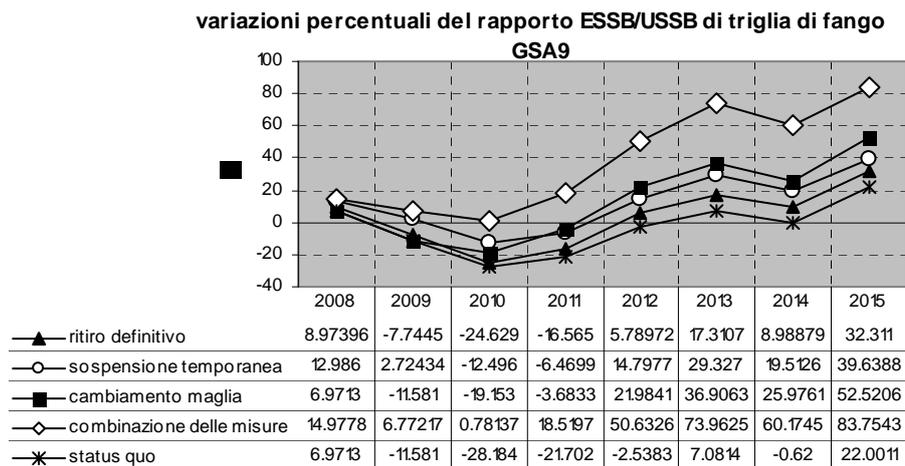
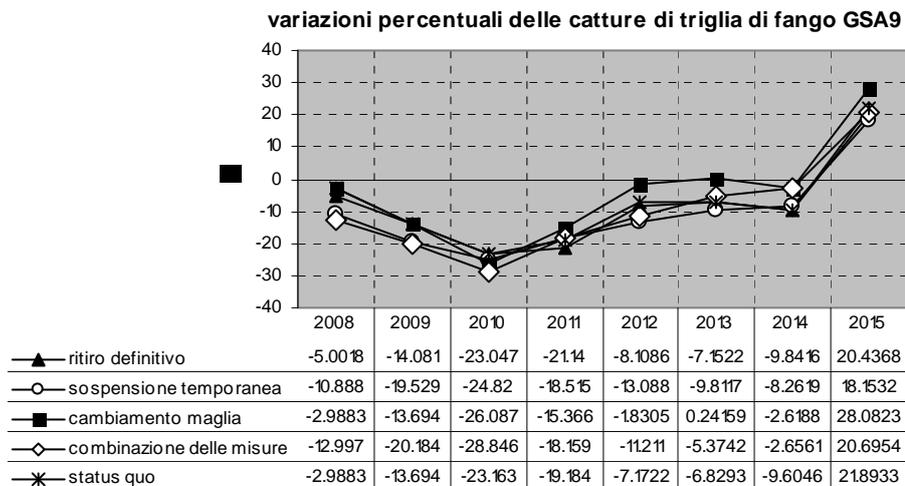
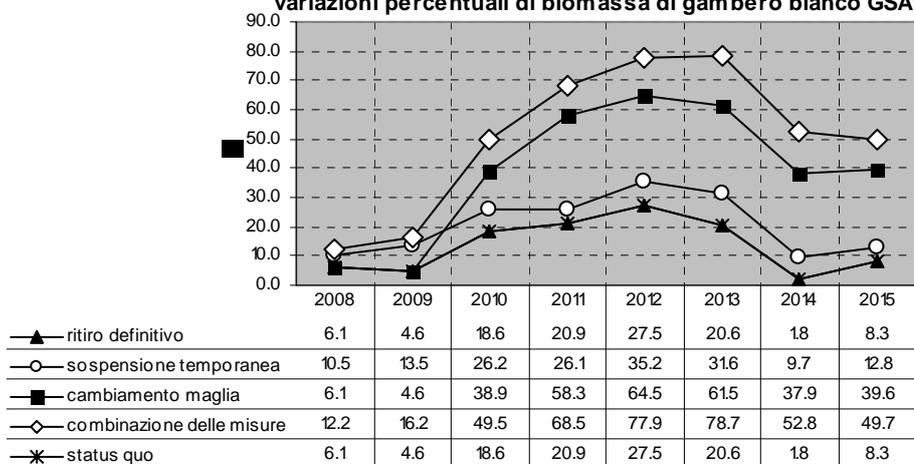
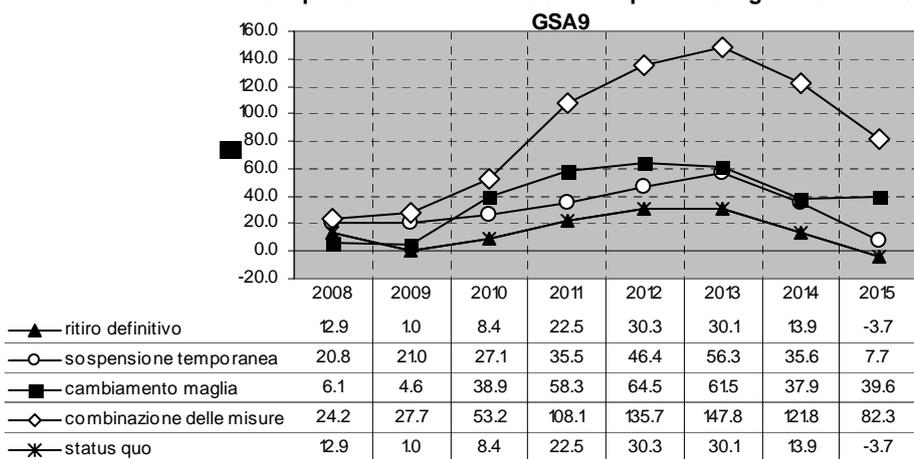


Figura A.4.5 - Variazioni percentuali, rispetto alla situazione attuale, degli indicatori di abbondanza, sostenibilità e produzione della triglia di fango. Proiezioni a 7 anni dei 5 scenari simulati

variazioni percentuali di biomassa di gambero bianco GSA9



variazioni percentuali di biomassa dei riproduttori gambero bianco



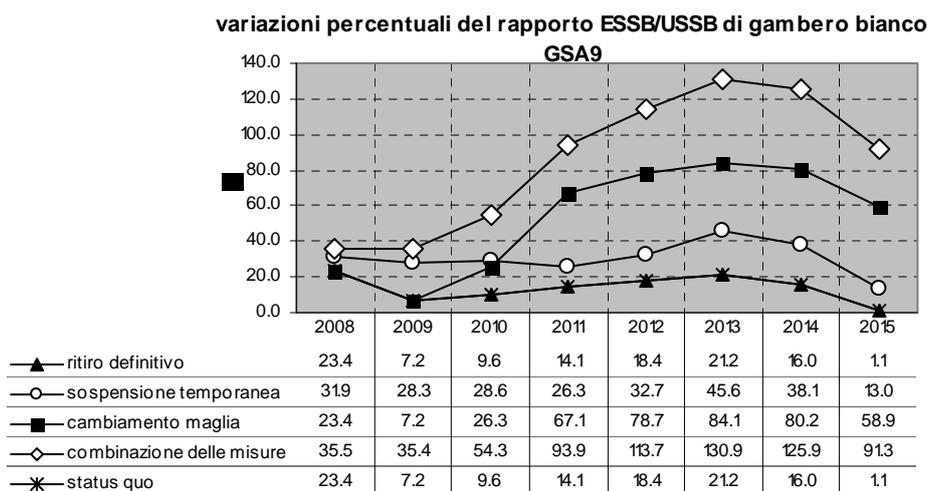
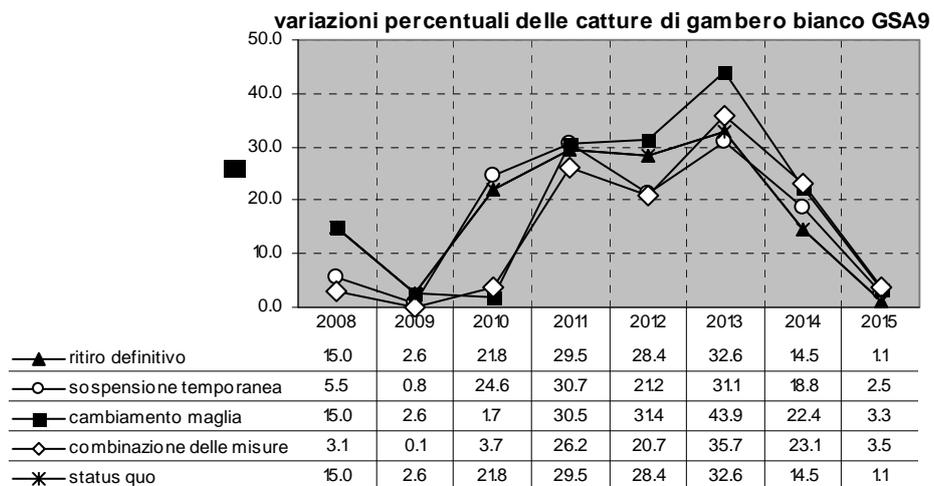


Figura A.4.6 - Variazioni percentuali, rispetto alla situazione attuale, degli indicatori di abbondanza, sostenibilità e produzione del gambero rosa. Proiezioni a 7 anni dei 5 scenari simulati