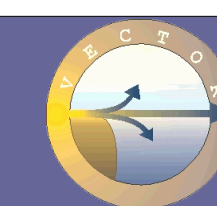


Valutazione dei flussi biogenici sedimentari nel Mare di Ross mediante un modello numerico

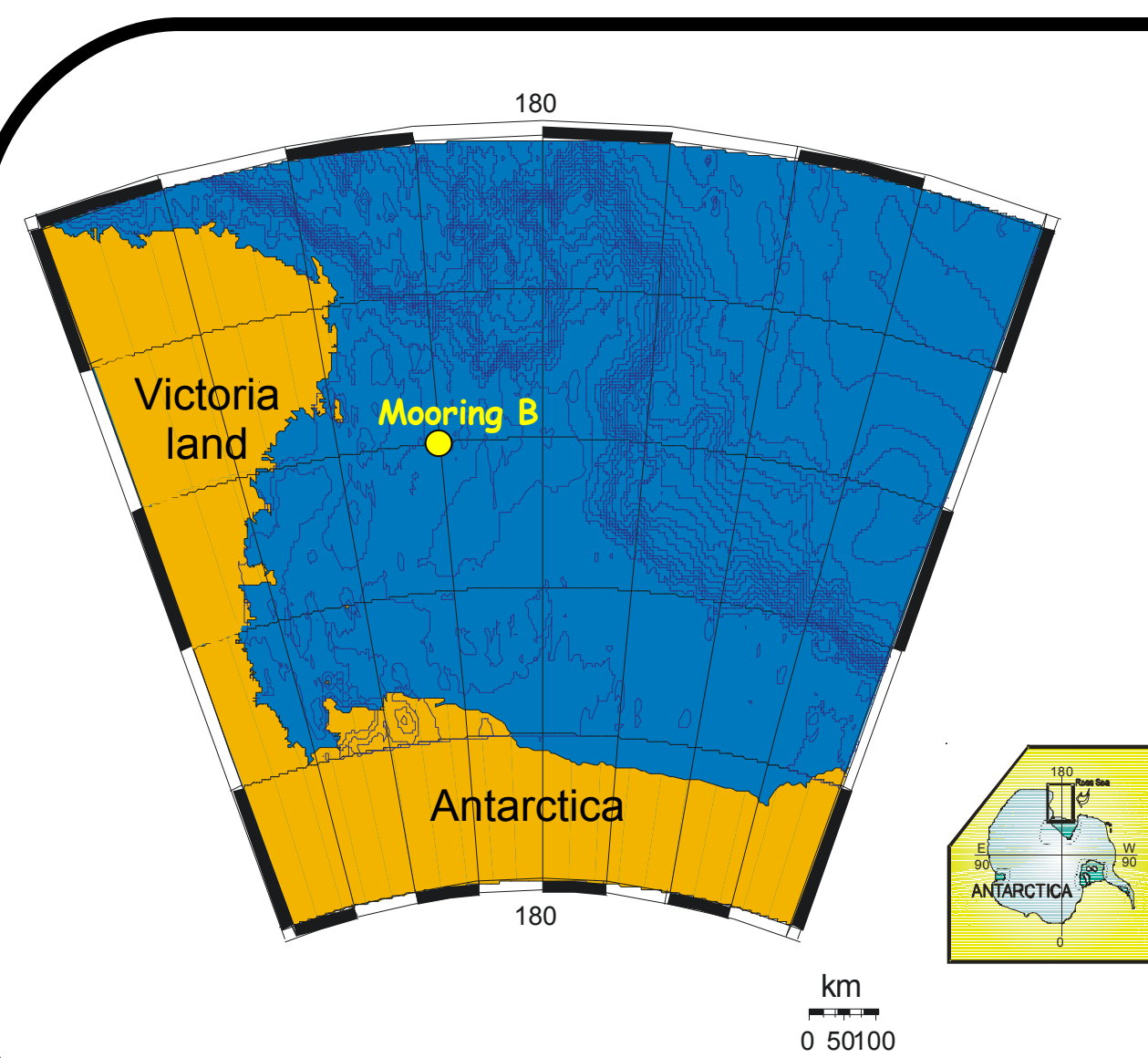
Vichi M.^{1,2}, Coluccelli A.³, Ravaioli M.⁴, Giglio F.⁴, Langone L.⁴, Azzaro M.⁵, Azzaro F.⁵, La Ferla R.⁵, Catalano G.⁶, Cozzi S.⁶



WORKSHOP W10 Progetto VECTOR (Rimini, 10-11 settembre 2007)



1. Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, Bologna
2. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Bologna
3. Università Politecnica delle Marche
4. CNR Istituto di Scienze Marine, Bologna
5. CNR Istituto di Scienze Marine, Messina
6. CNR Istituto di Scienze Marine, Trieste



L'Oceano Meridionale, ed in particolare il Mare di Ross, rappresenta un'area chiave per l'inventario globale dei flussi di materia organica e lo scambio di CO₂ con l'atmosfera. È però difficile valutare i meccanismi ed i processi che determinano la qualità e la quantità di sostanza organica che viene depositata nei fondali dati i problemi oggettivi di campionamento estensivo. I dati italiani raccolti in vari progetti PNRA (ABIOLCLEAR, ROSSMIZE, BIOSO I-II) mostrano che i processi deposizionali biogenici possono essere molto veloci e determinare discrepanze nei dati delle trappole sedimentarie (Langone et al., 2000, 2003). In particolare la stazione B nel bacino Joides presenta tassi di deposizione profondi pari a circa il doppio di quelli osservati nella trappola più superficiale.

•Un modello numerico unidimensionale fisico e biogeochimico è stato usato per valutare ipotesi e spiegare in parte i meccanismi causali dei dati osservati.

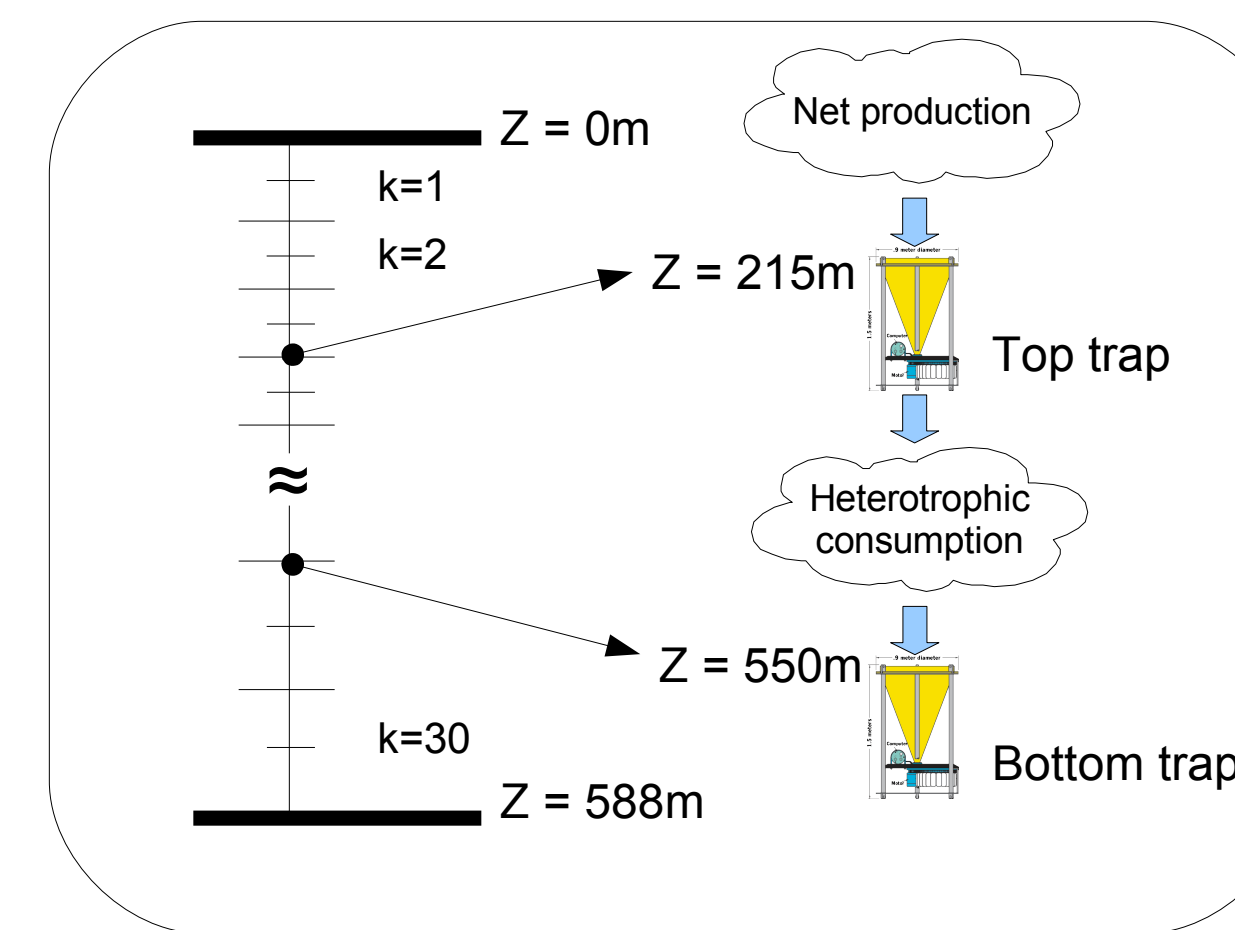
•Il modello simula i processi fisici e biologici verticali e stima i flussi di sostanza organica alla profondità effettiva delle trappole sedimentarie nella stazione B.

•Obiettivi:

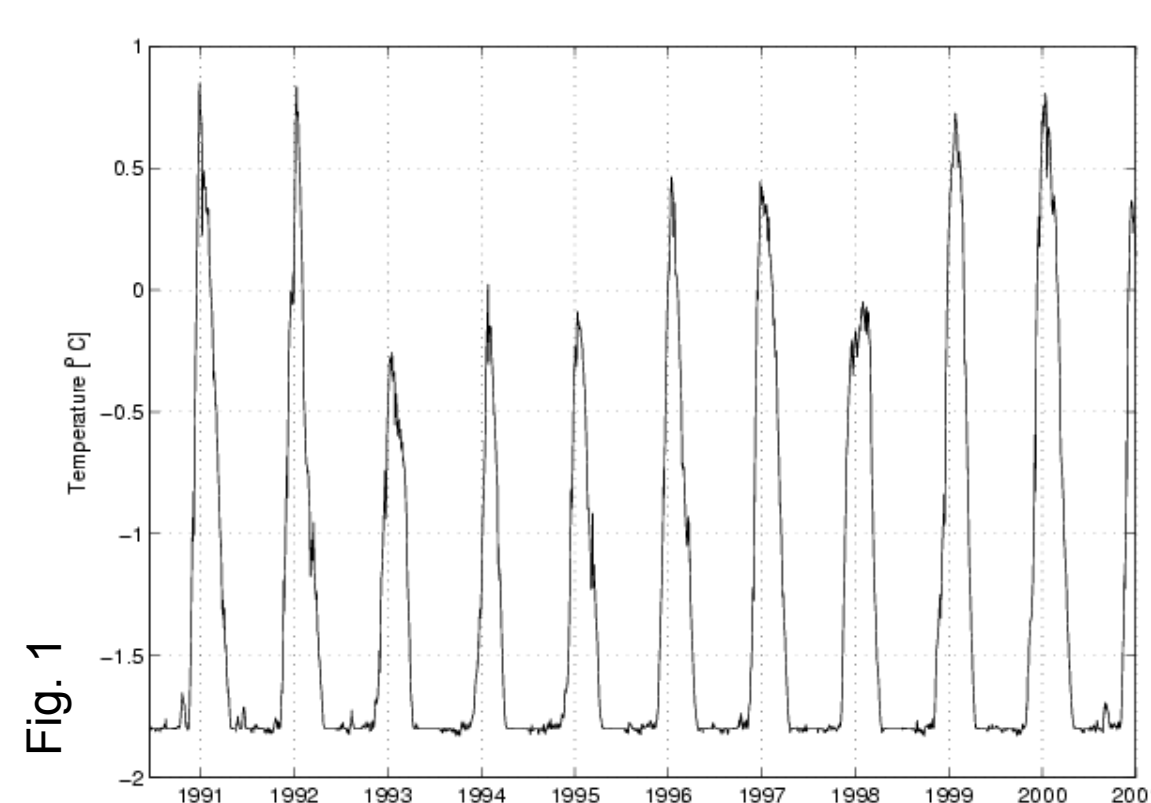
•Simulazione della produzione netta di sostanza organica nella zona eufotica e confronto con dati di letteratura;

•Simulazione della respirazione eterotrofa nello strato mesopelagico;

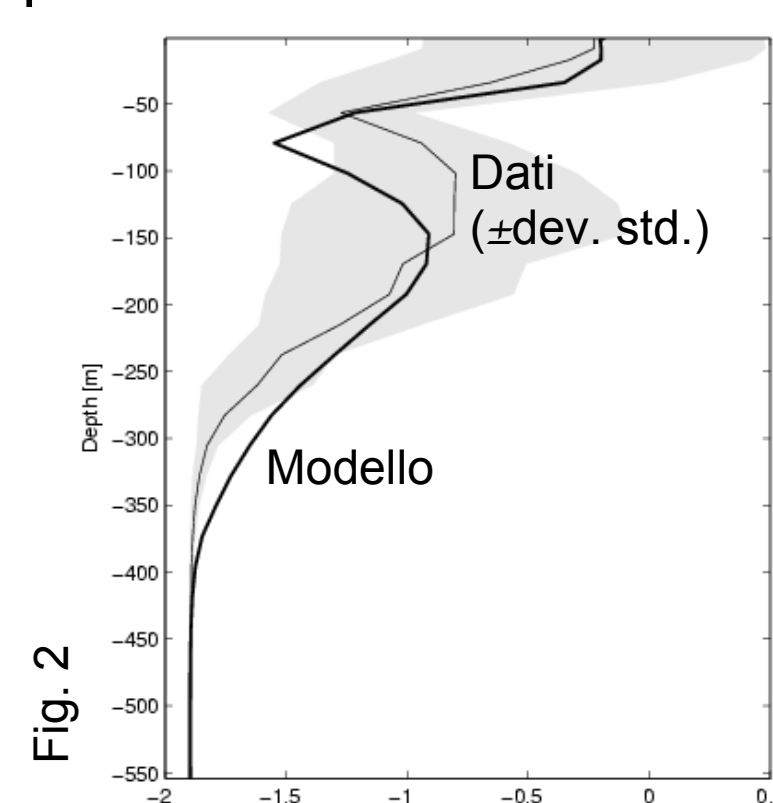
•Stima dei flussi simulati alle trappole e confronto con le osservazioni.



Il modello fisico (POM-1D) è forzato con dati giornalieri di flussi di calore e momento dal dataset ERA40 nel periodo 1990-2001.



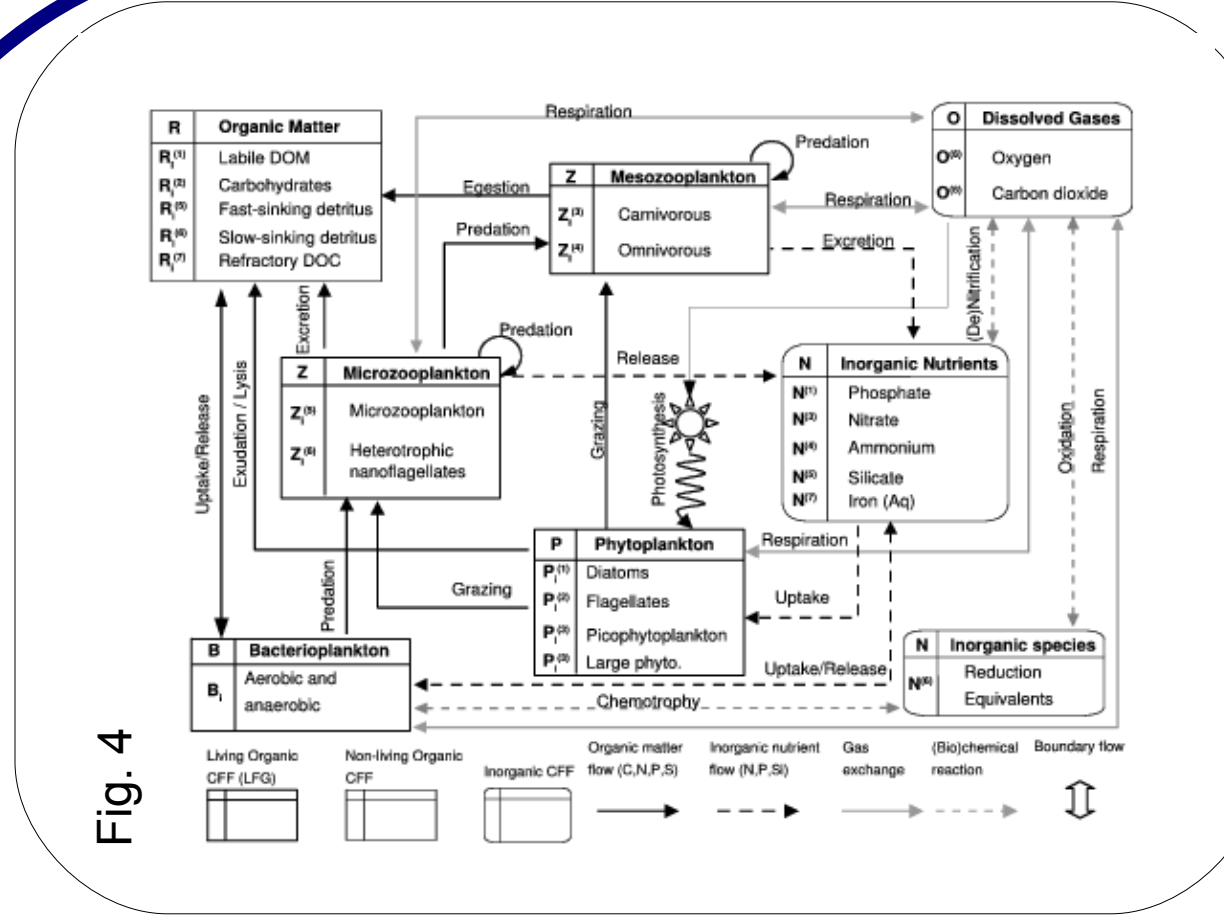
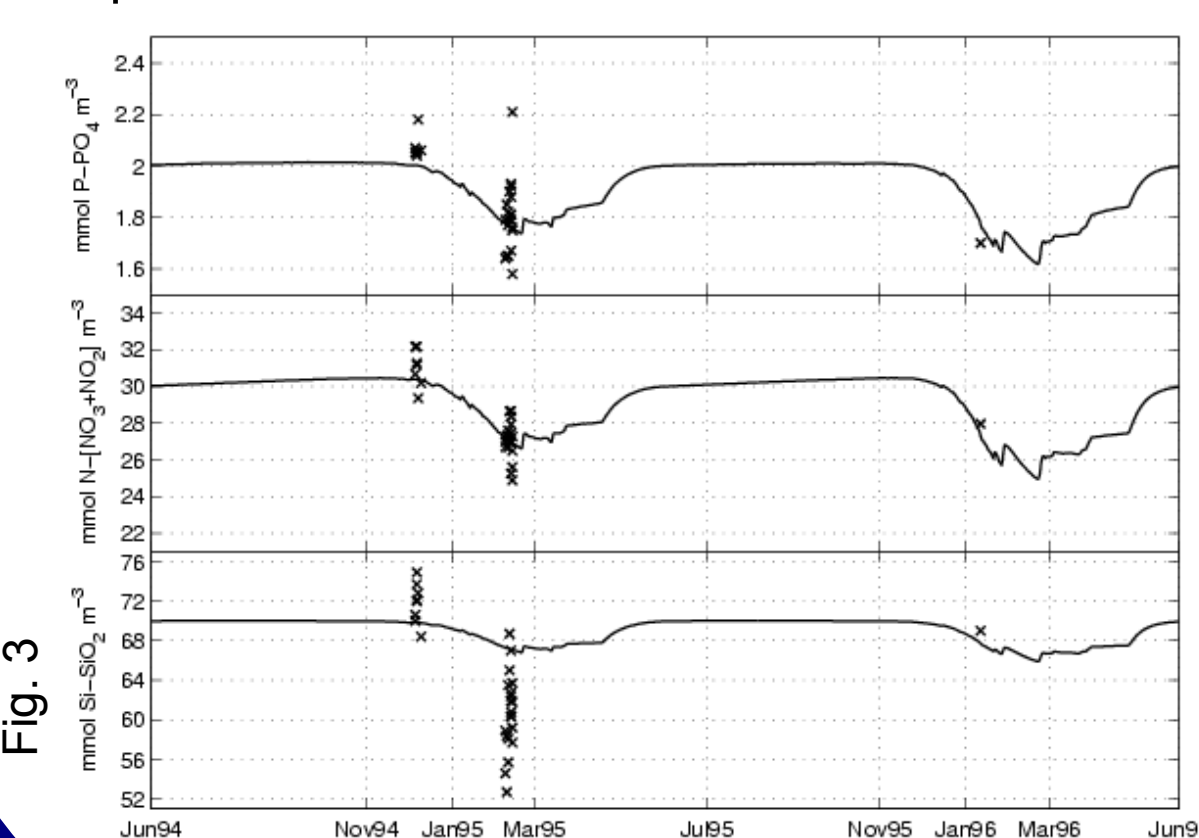
La temperatura superficiale del mare (SST) derivata dal dataset Reynolds viene usata per imporre l'evoluzione del ghiaccio marino. In presenza di ghiaccio i flussi di scambio superficiali sono inibiti.



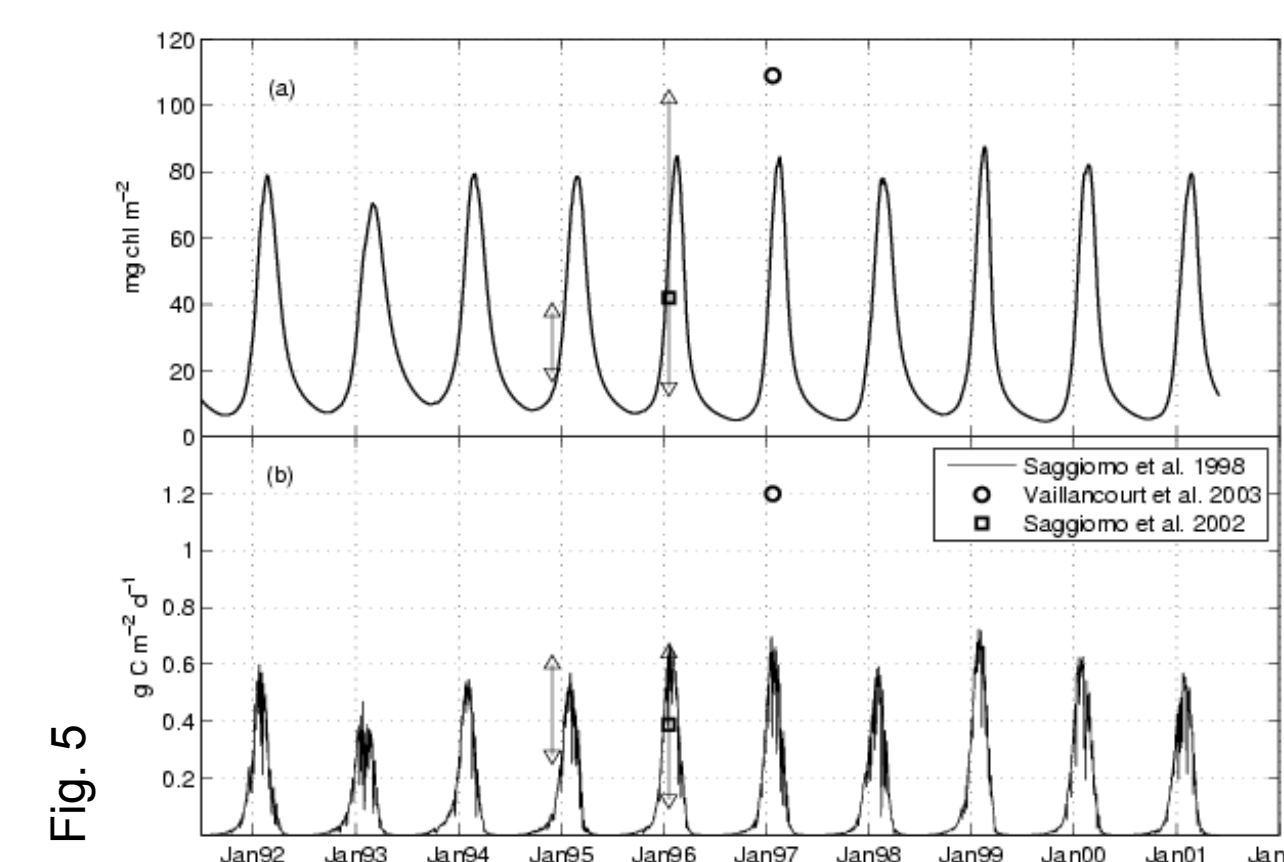
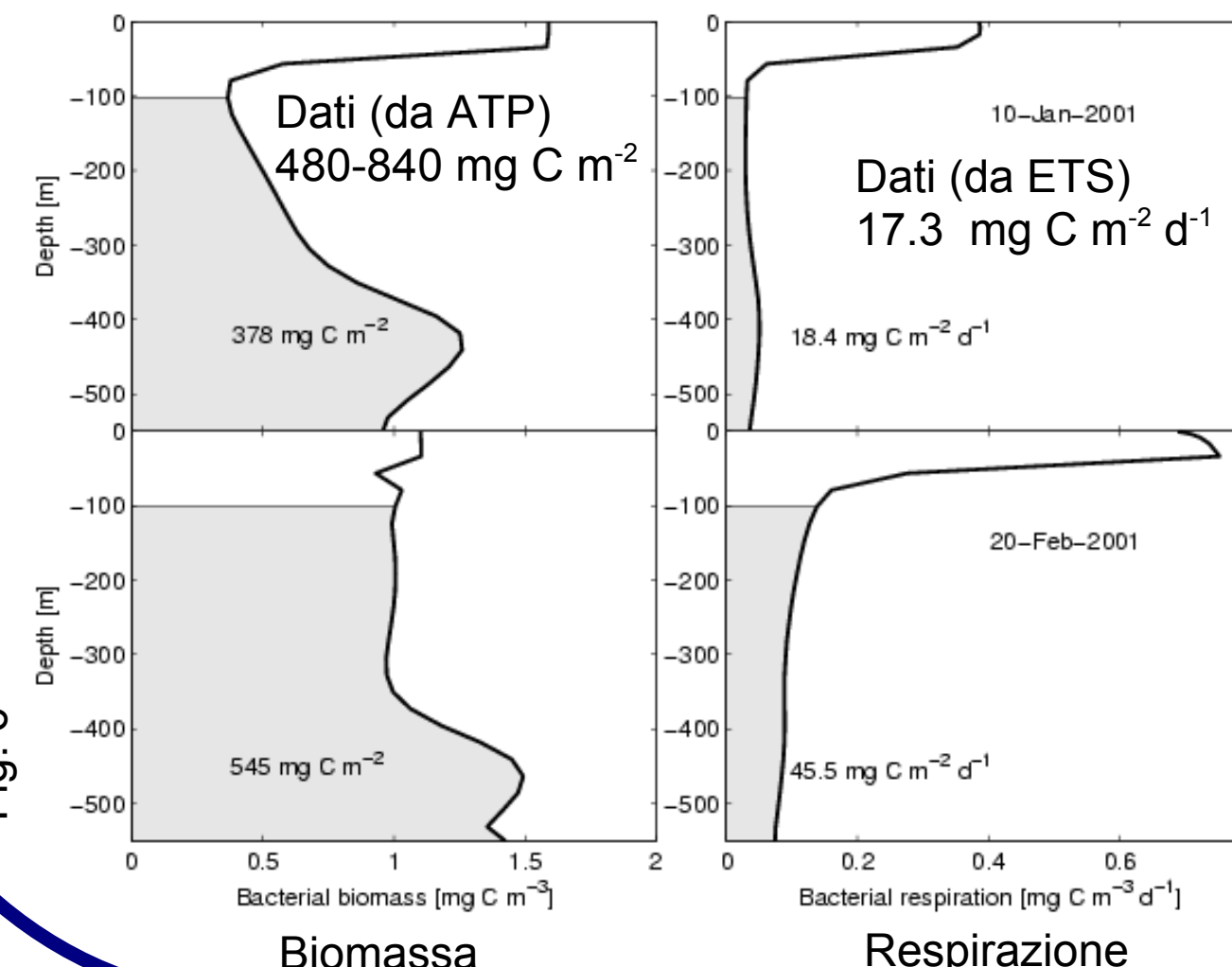
Il caratteristico strato dicotermo è traslato di un livello (22 m) rispetto alle osservazioni ma mantiene la struttura tipica media (Russo et al., 1997)

L'evoluzione dei nutrienti disciolti è di difficile confronto con i dati disponibili, soprattutto per individuare il periodo di fioritura.

La figura mostra tutti i dati disponibili raccolti durante le campagne nell'intero Mare di Ross, per cui possiamo solo affermare che il modello fornisce una stima del possibile utilizzo di nutrienti che è in ragionevole accordo. La discrepanza principale riguarda i silicati, che nonostante la simulazione sia caratterizzata da diatomee non raggiungono i valori di consumo osservati.

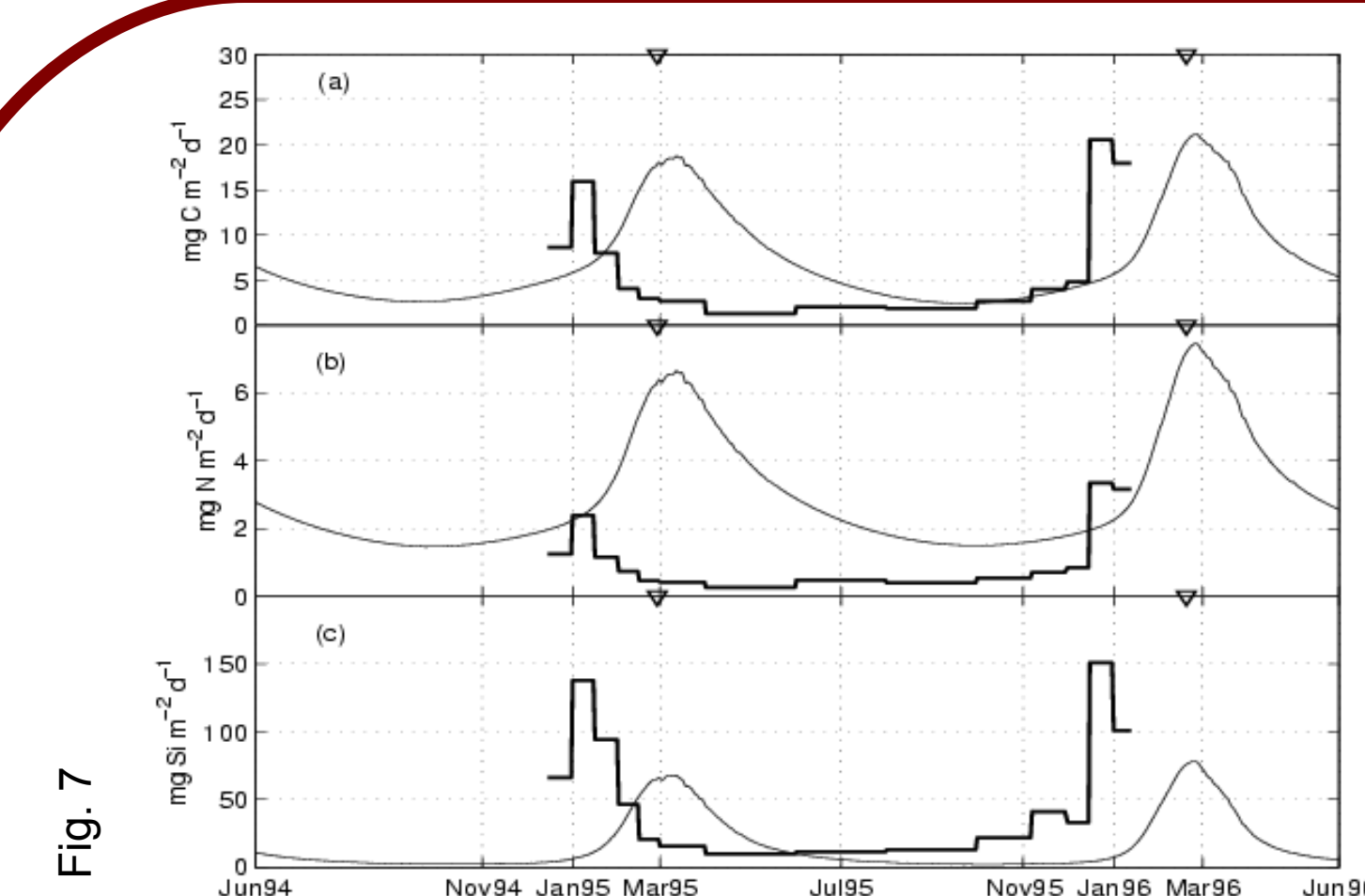


Il BFM (Vichi et al., 2007a,b,c), erede diretto di ERSEM (Baretta et al., 1995) simula i principali processi biogeochimici oceanici con un approccio basato su gruppi funzionali a biomassa con varie componenti organiche ed inorganiche (C, N, P, Si, Fe, O)

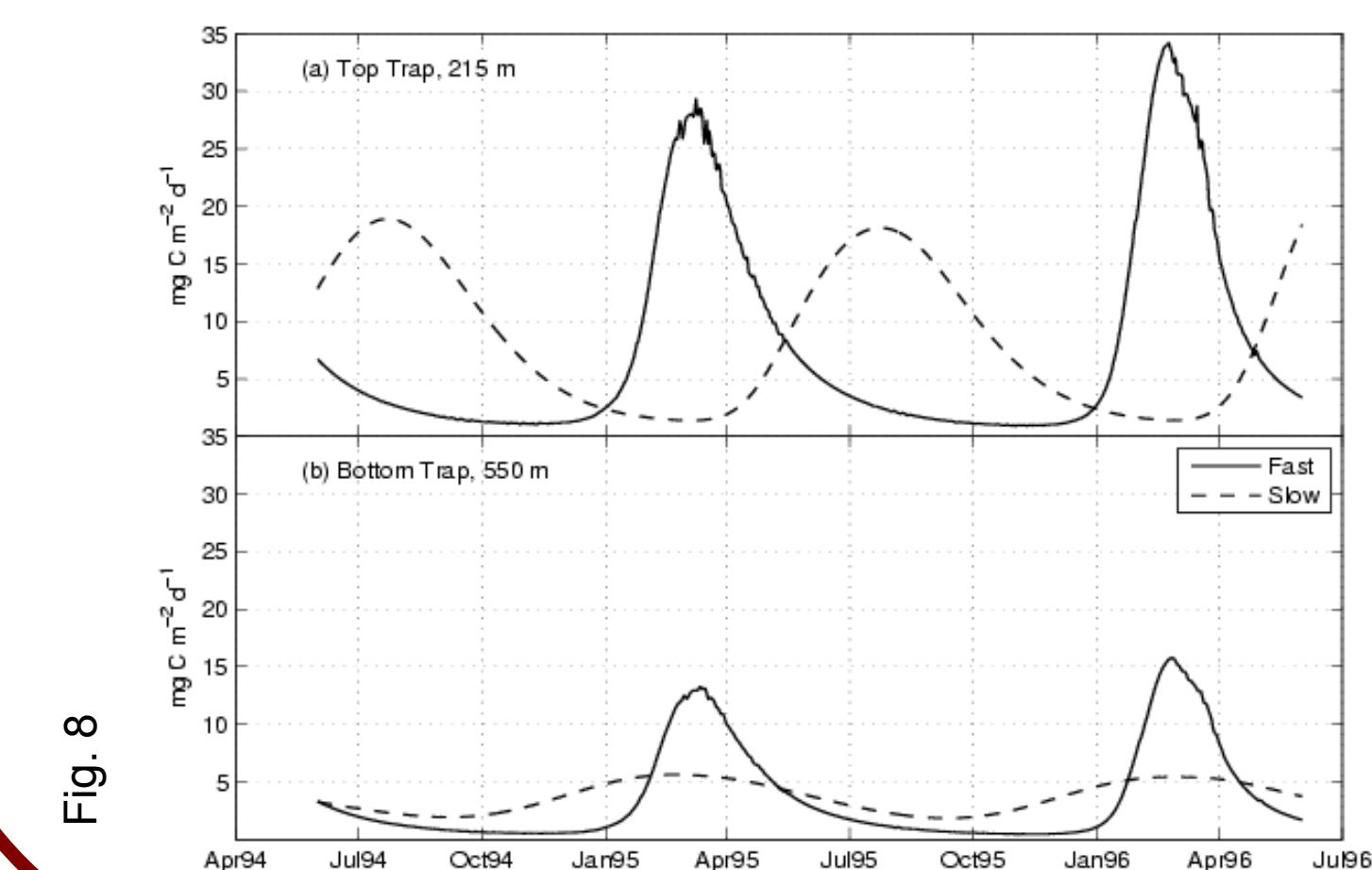


Le simulazioni di clorofilla totale e la produzione primaria lorda (GPP) medie nella zona eufotica sono comparabili con le osservazioni. La maggiore discrepanza è nella simulazione del picco massimo, che risulta avvenire in tarda estate mentre i dati disponibili lo collocano in Dicembre. La GPP è fortemente correlata con la SST (r=0.91, p<0.01) mentre lo è meno la chl (r=0.68, p<0.01)

Le prime stime di respirazione eterotrofa nella zona afotica in Antartide sono state prodotte da Azzaro et al. (2006) e sono state usate per validare la parametrizzazione dei processi di degradazione organica nella zona mesopelagica (Fig. 6). La biomassa e la respirazione batterica simulate dal modello sono in ottimo accordo con i dati integrati tra 100 e 600 m di profondità. Il grado di confidenza sulle parametrizzazioni dei processi di consumo della sostanza organica sotto la zona fotica è pertanto abbastanza alto.



I flussi di materiale organico alla profondità effettiva delle trappole sono stati calcolati nel modello come prodotto delle variabili rappresentanti la componente particolata con le rispettive velocità di sedimentazione. I risultati sono stati confrontati con i dati di Langone et al., (2000) raccolti nel 1995-96 nella trappola di fondo. I picchi simulati sono in ritardo di circa 2 mesi e sono quasi simultanei con i massimi di produzione indicati dai rettangoli nella parte alta del grafico. Questo implica che il picco deposizionale nella trappola simulata è legato al momento della fioritura, la quale a sua volta è correlata con la SST. L'ampiezza del flusso simulato di C è comparabile ma i flussi di nutrienti sono sovrastimati per N e sottostimati per la silice biogena, probabilmente a causa del minor consumo di silicati.

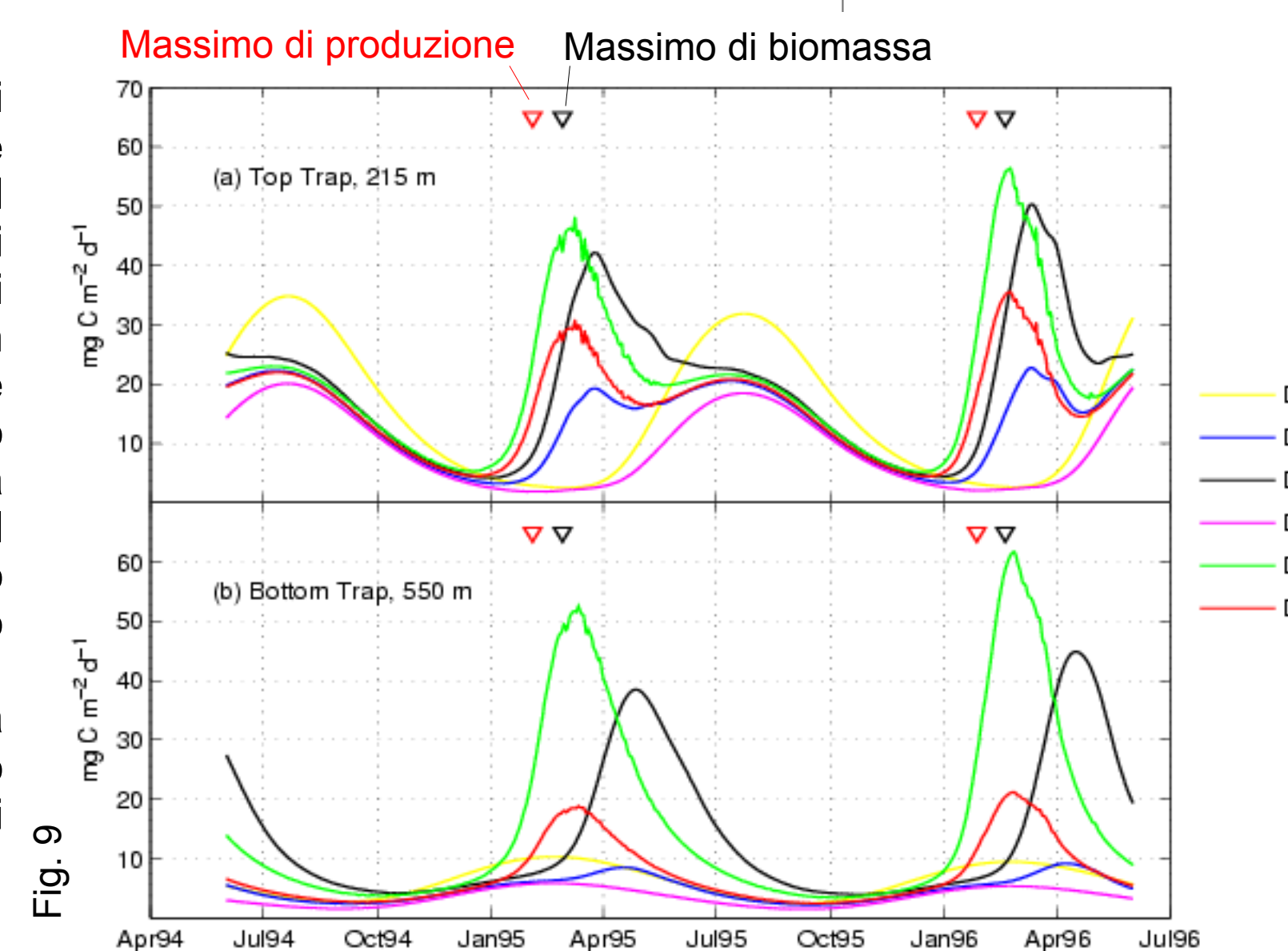


La simulazione di riferimento usa 2 diverse frazioni di detrito (R⁽⁵⁾ e R⁽⁶⁾, Fig. 4) con le velocità mostrate in Tab. 1 (esp. D5). La trappola superficiale ha una deposizione più alta di quella di fondo in netto contrasto con le osservazioni e cattura prevalentemente la componente veloce. La trappola di fondo è caratterizzata da un picco estivo di materiale a lenta caduta che deriva dalla produzione dell'anno precedente.

La simulazione di riferimento è stata ottenuta in seguito ad un'analisi di sensitività variando i parametri mostrati in tabella. L'esperimento D0 è lo standard del BFM con una sola variabile detritica. La differenza tra D0 e D1 mostra l'effetto dell'aggiunta di una variabile di particolato grossolano (R⁽⁵⁾, faecal pellet). La scelta del tasso massimo di degradazione batterica determina l'ampiezza del picco deposizionale estivo.

| Tab. 1 | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Number of DET variables | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| R ⁽⁵⁾ sinking rate (m d ⁻¹) | - | 10 | 10 | 10 | 100 | 100 |
| R ⁽⁶⁾ sinking rate (m d ⁻¹) | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| R ⁽⁵⁾ degradation rate (d ⁻¹) | - | 0.1 | 0.01 | 0.5 | 0.01 | 0.5 |
| R ⁽⁶⁾ degradation rate (d ⁻¹) | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |

La scelta di un tasso di sedimentazione di 100 m d⁻¹ (D4 e D5) sposta i massimi verso il periodo della fioritura ma si sovrastimano i flussi deposizionali rispetto alle osservazioni. In particolare, nel caso D4 si ottiene un flusso nella trappola di fondo che è maggiore di quello nella trappola superficiale poiché il detrito veloce si aggiunge a quello a sedimentazione lento dell'anno precedente. Solo assumendo una degradabilità più alta per il particolato R⁽⁵⁾ (caso D5 di riferimento) si ottengono i valori osservati dei flussi di C (Fig. 7).



Bibliografia
 Azzaro, M., LaFerla, R. L., Azzaro, F., 2006. Microbial respiration in the aphotic zone of the Ross Sea (Antarctica). Mar. Chem. 99, 199-209
 Baretta, J., Ebenhö, W., Ruardij, P., 1995. The European Regional Seas Biogeochemistry Model, a complex marine ecosystem model. J. Sea Res. 33 (3-4), 233-246.
 Langone, L., Dunbar, R. B., Mucciarone, D. A., Ravaioli, M., Meloni, R., Nittrouer, C. A., 2003. Rapid Sinking of Biogenic Material During the Late Austral Summer in the Ross Sea, Antarctica. Vol. 78 of Antarctic Research Series Monograph. American Geophysical Union, pp. 221-234
 Langone, L., M. Frignani, M. Ravaioli and C. Bianchi, 2000. Particle fluxes and

biogeochemical processes in an area influenced by seasonal retreat of the ice margin (northwestern Ross Sea Antarctica). J. Mar. Sys. 27, p. 221-234
 Vichi, M., Masina, S., Navarra, A., 2007a. A generalized model of pelagic biogeochemistry for the global ocean ecosystem. Part II: numerical simulations. J. Mar. Sys. 64, 110-134.
 Vichi, M., Pinardi, N., Masina, S., 2007b. A generalized model of pelagic biogeochemistry for the global ocean ecosystem. Part I: theory. J. Mar. Sys. 64, 89-109.
 Vichi, M., Ruardij, P., Baretta, J., Zavarelli, M., Pinardi, N., Polimene, L., Butenschoten, M., Masina, S., Patara, L., 2007c. The Biogeochemical Flux Model (BFM). Tech. rep., CMCC-INGV. URL http://www.bo.ingv.it/bfm

Conclusioni

Variando le dimensioni e la qualità del particolato organico detritico è possibile ottenere diversi tipi di flussi di deposizione nelle trappole simulate. La discrepanza principale tra dati e modello è nei periodi della fioritura e della deposizione. Apparentemente la stazione B ha una fioritura molto anticipata in presenza di pack ice che non può essere riprodotta dal modello attuale. Risulta comunque possibile ipotizzare che parte del flusso misurato nella trappola di fondo provenga dalla lenta remineralizzazione del materiale prodotto l'anno precedente, con l'aggiunta di una modulazione operata dai meccanismi avvettivi come anche suggerito da Langone et al. (2000).