

PATTERN SUPERFICIALI RICORRENTI DI CHL-A NEL CANALE DI SICILIA E IONIO MERIDIONALE

Achille CIAPPA, Valeria DONZELLI, Pierpaolo PILLONI e Paolo CECAMORE

Telespazio S.p.A., Osservazione della Terra, via Cannizzaro 51, 00156 Roma, tel: 06-40793672,
achille.ciappa@telespazio.com

Riassunto

In questo studio sono presentati risultati dell'analisi della distribuzione superficiale di CHL-a nel Canale di Sicilia e nello Ionio Meridionale effettuata nel corso degli ultimi anni (2003-2005) utilizzando dati satellitari MODIS (MODerate-resolution Imaging SpectroRadiometer). Considerando che le misure assolute di CHL-a da satellite risultano particolarmente sensibili ai disturbi atmosferici, i pattern superficiali di CHL-a rivelano tuttavia particolari aspetti legati alla circolazione delle acque superficiali e per questo possono essere proficuamente utilizzati. L'analisi dei pattern superficiali rivela strutture ricorrenti nel periodo esaminato, nonostante che la circolazione superficiale nell'area sia indicata in letteratura come altamente variabile.

Abstract

Results coming from recent observation of satellite surface CHL-a (2003-2005) by MODIS sensor (MODerate-resolution Imaging SpectroRadiometer) in the Sicily Strait and Southern Ionian Sea are presented in this study. Even if absolute satellite remote measurements of CHL-a are sensitive to atmospheric transmission, large scale patterns reveal aspects closely related to the surface circulation in the area. The analysis of CHL-a surface patterns reveals recurrent structures in the examined period, even if the surface circulation in the Strait and in the Southern Ionian is described in literature highly variable.

Premessa

La circolazione nel Canale di Sicilia e nello Ionio Meridionale è caratterizzata in superficie da un flusso verso Est di acqua di provenienza Atlantica (MAW, *Modified Atlantic Water*) che muove verso il bacino Mediterraneo orientale, ed in profondità da un flusso inverso, di acqua più salata formata nel bacino orientale a causa dell'evaporazione (LIW, *Levantine Intermediate Water*), che si sposta da Est verso Ovest per poi defluire in Atlantico dallo Stretto di Gibilterra. L'area del Canale di Sicilia, ed in parte anche il Mar Ionio, sono pertanto zone di transito per i flussi che a diverse profondità scambiano masse d'acqua tra il Mediterraneo Occidentale ed il Mediterraneo Orientale. L'oggetto di questo studio si riferisce al percorso seguito dal flusso di acqua Atlantica MAW, localizzato in prossimità della superficie e pertanto tracciabile con dati satellitari, comunemente indicato come AIS (*Atlantic-Ionian Stream*, in Lermusiaux and Robinson, 2001). La circolazione superficiale di MAW nel Canale di Sicilia e nello Ionio, tendenzialmente diretta verso Est, presenta aspetti tuttora dibattuti. Considerando l'influenza che esercita la batimetria (in figura 1, a sinistra) sui flussi medi, si dedurrebbe che per via della morfologia della costa il flusso di

MAW subisca una accelerazione all'interno del Canale per poi defluire nel profondo bacino Ionico seguendo l'andamento delle curve batimetriche, ovvero dirigendosi verso Sud-Est verso la costa Libica. In accordo con questa logica, gli schemi di circolazione superficiale proposti in letteratura sino agli anni 80 (Nielsen, 1912; Ovchinnikov, 1966; Lacombe and Tchernia, 1972) illustrano una circolazione superficiale anticiclonica in tutto il bacino dello Ionio, compresa l'area meridionale interessata dalla confluenza del flusso proveniente dal Canale di Sicilia. Tuttavia, a seguito delle campagne POEM effettuate sul finire degli anni 80 (Malanotte-Rizzoli ed altri, 1997) si è notata la presenza di MAW anche in vaste aree dello Ionio Settentrionale, confermata poi anche da successive campagne condotte nel corso degli anni 90 (Manca ed altri, 2002).

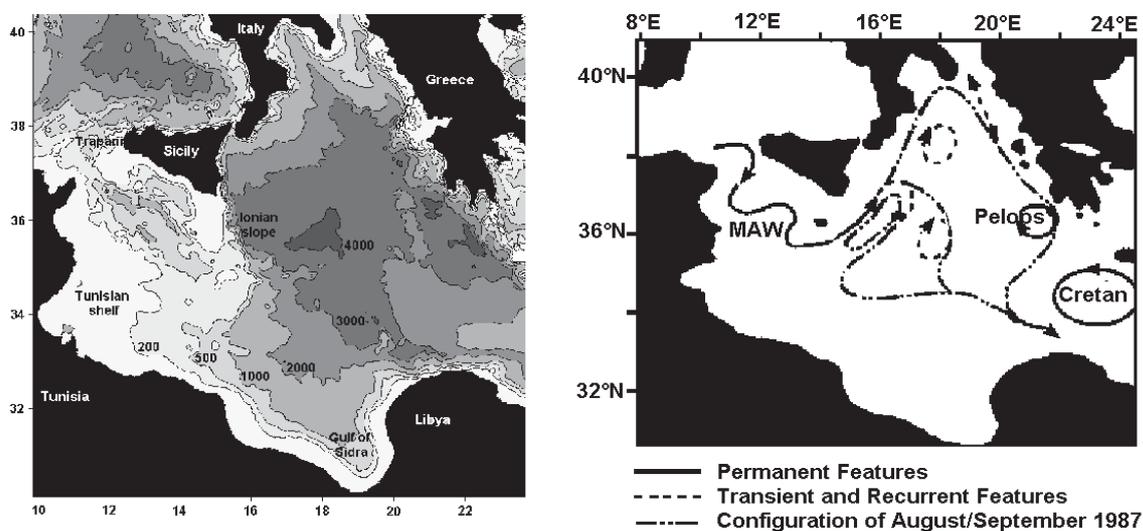


Figura 1- Batimetria del Canale di Sicilia (a sinistra) e circolazione superficiale dedotta dopo le campagne POEM (destra)

Lo schema dedotto di circolazione superficiale dopo le campagne POEM prevede pertanto un'oscillazione verso Nord del percorso seguito da MAW nello Ionio (in figura 1, a destra), pur considerando un ampio margine di variabilità interannuale. Tale variabilità è interpretabile tuttavia anche come incertezza dell'ipotesi, in quanto molte delle campagne POEM e successive sono state prevalentemente condotte in mesi estivi, e poco è noto sulla circolazione nei mesi invernali. Inoltre vaste aree dello Ionio Meridionale in prossimità della costa Africana, da quegli anni sino ad oggi, sono state scarsamente esplorate da un punto di vista oceanografico.

Osservazioni

L'analisi dei dati da satellite, efficace a partire dagli anni 90 sia per lo sviluppo tecnologico dei sensori utilizzati che per il numero di strumenti operativi, ha sollevato tuttavia alcuni dubbi sulle precedenti ipotesi. Studi effettuati sulla base di SST (*Sea Surface Temperature*) che includono anche i periodi invernali (nonostante la copertura nuvolosa) hanno evidenziato in diverse zone del Mediterraneo Orientale, ma anche nel Canale di Sicilia, una ipotesi di percorso dell'acqua Atlantica (più fredda rispetto alle masse d'acqua residenti) più attendibile rispetto a precedenti osservazioni (Hamad ed altri, 2005). Tali ipotesi sono confermate anche da recenti esperimenti di boe rilasciate nel Canale a partire dagli anni 90 (Poulain e Zambianchi, 2007); anche se l'analisi di questi dati è

difficile per l'estrema variabilità delle traiettorie riscontrate, sembra emergere che l'estensione di MAW nello Ionio Settentrionale si verifichi occasionalmente.

In tal senso è probabile che l'integrazione di differenti tipologie di dati da *remote sensing* e dati 'in situ' fornisca ulteriori elementi per dedurre la dinamica oceanografica con un maggior grado di attendibilità. Il contributo presentato in questo studio si riferisce in particolare all'utilizzo delle mappe di CHL-a, ottenute giornalmente dal sensore MODIS operativo sui satelliti Terra ed Aqua, che appare promettente nell'area in esame.

In figura 2 è mostrato un pattern di CHL-a comparato con una mappa di SSH (*Sea Surface Height*) derivata da dati altimetrici. I dati altimetrici sul Mediterraneo sono forniti da Ssalto/Duacs e distribuiti da AVISO, con il supporto del CNES (Agenzia Spaziale Francese). La mappa altimetrica mostrata in figura è una ADT (*Absolute Dynamic Topography*), ovvero una stima della altezza assoluta della colonna d'acqua, che teoricamente (ovvero, se fosse esatta) costituirebbe una stima diretta del flusso superficiale. Tale misura è alquanto delicata in quanto in essa è contenuto (e stimato) il segnale del geode, che potrebbe incidere sensibilmente sulle altezze (in cm.) riportate nella mappa. Per questa ragione il dato altimetrico più comunemente usato è SLA (*Sea Level Anomaly*), ovvero le anomalie di altezza della superficie stimate rispetto al geode. Tuttavia recenti missioni di satelliti geodetici hanno evidentemente portato notevoli miglioramenti nella stima della forma del geode nell'area del Mar Mediterraneo (Rio ed altri, 2007), con il risultato mostrato in figura 2 che le linee di corrente stimate da dati altimetrici sono plausibili, trovando un riscontro nelle mappe di CHL-a. D'altro lato, questa osservazione è anche una conferma che la CHL-a sembra essere un efficace tracciante della circolazione superficiale nel Canale di Sicilia.

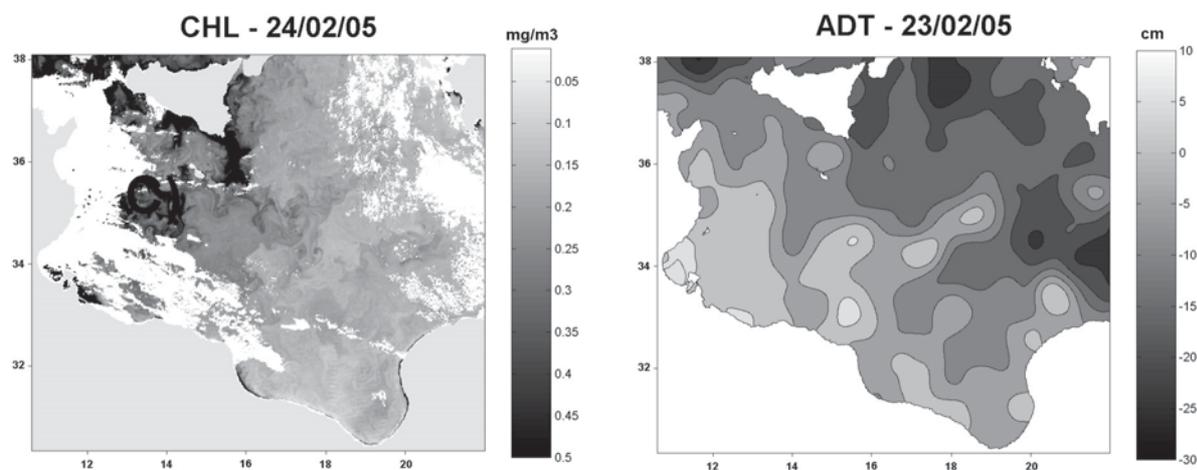


Figura 2. Pattern superficiale di CHL-a (sinistra) e relativa mappa altimetrica di altezza assoluta (ADT, *Absolute Dynamic Topography*) della superficie marina (a destra).

Questa circostanza, tuttavia, è limitata ad essere una caratteristica peculiare dell'area del Canale di Sicilia e dello Ionio. Tali tratti di mare infatti sono interessati da una notevole produzione primaria in prossimità delle coste Siciliane, dovuta all'*upwelling* lungo la costa meridionale in estate e dal flusso lungo le coste dell'Italia continentale di acque ricche di nutrienti provenienti dal Mar Adriatico, ed in quanto tali, i pattern di CHL-a risultano particolarmente visibili ed adatti ad essere considerati dei traccianti.

L'analisi del pattern di CHL-a in figura 2, relativo all'inverno 2005, mostra un flusso uscente dal Canale principalmente diretto verso Sud Ovest, nonostante una temporanea oscillazione verso il centro del bacino Ionico. Si nota inoltre che il flusso uscente dal Canale non lambisce la costa Africana, piuttosto esce dal centro della sezione di uscita, in qualche modo richiamando la topografia batimetrica visibile in figura 1. Come terzo punto, si nota che a sud della punta

meridionale Siciliana, il flusso di MAW è sensibilmente deviato verso Sud, lungo il ripido versante dello Ionian slope. Tali osservazioni sono confermate anche dalle immagini illustrate in figura 3, per gli inverni 2003 e 2004, i cui pattern sono molto simili rispetto all'inverno 2005.

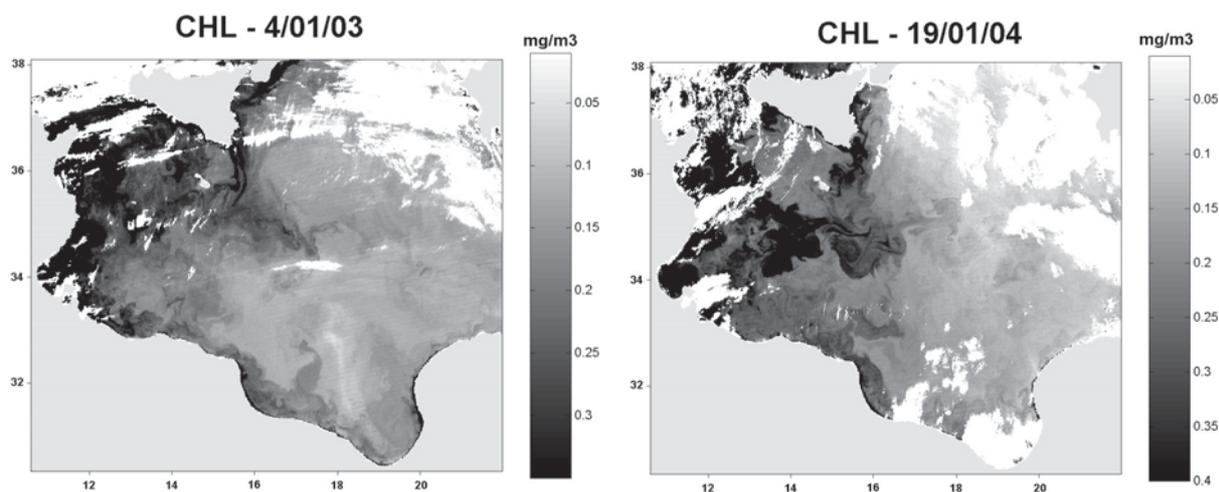


Figura 3. Pattern superficiale di CHL-a in Gennaio 2003 (a sinistra) e Gennaio 2004 (destra). Le nuvole sono mascherate in bianco.

Conclusioni

Dall'analisi dei pattern di CHL-a nel Canale di Sicilia e nello Ionio Meridionale la circolazione invernale delle acque superficiali, caratterizzata dal transito da Ovest verso Est di MAW (Modified Atlantic Water), presenta aspetti ricorrenti negli anni dal 2003 al 2005. In particolare, il deflusso di MAW in prossimità della costa meridionale siciliana appare sensibilmente deviato verso Sud, lungo le batimetriche del ripido *Ionian slope*. C'è da ritenere che la prevalenza della direzione del flusso verso Sud-Est nella stagione invernale sia particolarmente influente in termini di circolazione media annuale, in quanto in tale stagione i venti da NW predominano nello Stretto e sono uno dei fattori che incrementano l'intensità del flusso nel Canale (Poulain e Zambianchi, 2007).

Bibliografia

- Hamad N., Millot C., Taupier-Letage I., 2005. A new hypothesis about the surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea. *Progress In Oceanography*, Volume 66 , Issue 2-4, Pages 287-298.
- Lacombe, H., and Tchernia, P. (1972). Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée. In D.Stanley (Ed.), *Mediterranean Sea* (pp. 25-36). Stroudsburg:Dowden, Hutchinson and Ross.
- Lermusiaux P.F.J. and A.R. Robinson, 2001. Features of dominant mesoscale variability, circulation patterns and dynamics in the Strait of Sicily. *Deep Sea Research I*, 48 (2001), pp. 1953-1997.
- Malanotte-Rizzoli P., Manca B.B., Ribera D'Alcalà M., Theocaris A., Bergamasco A., et al., 1997. A synthesis of the Ionian Sea hydrography, circulation and water mass pathways during POEM-Phase I. *Progress in Oceanography*, vol 39, pp. 153-204.
- Manca B.B, Ursella L. and P. Scarazzato, 2002. New developments of Eastern Mediterranean Circulation based on hydrological observations and current measurements. *Marine Ecology*, 23, 237-257.

- Millot C. and I. Taupier-Letage, 2005. Circulation in the Mediterranean Sea. In: The Mediterranean Sea, Handbook of Environmental Chemistry. Saliot A. (Ed.), Springer-Verlag, Berlin, vol. 5, Part K, 9-66.
- Nielsen, J. N. (1912). Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. Report of the Danish Oceanographic Expedition 1909-1910 to the Mediterranean and adjacent waters, 1, 77-192.
- Ovchinnikov, I.M. (1966). Circulation in the surface and Intermediate layers of the Mediterranean. *Oceanology*, 6, 48-59.
- Poulain P.-M. and E. Zambianchi, 2007. Surface Circulation in the central Mediterranean Sea as deduced from lagrangian drifters in the 1990s. *Continental Shelf Research*, vol 27, iss. 7, 981-1001.
- Rio M.-H, Poulain P.-M., Pascual A., Mauri E., Larnicol G. and R. Santoleri, 2007. A Mean Topography of the Mediterranean Sea computed from altimetric data, in-situ measurements and a general circulation model. *Journal of Marine systems*, 65 (2007), 484-508.

