

# I cambiamenti climatici e le ricerche in mare

**Stefano Guerzoni, Fabio Trincardi** - CNR-ISMAR, sede di Venezia



[www.ismar.cnr.it](http://www.ismar.cnr.it)

Da decenni è stato messo in luce il ruolo del clima nella storia e, in alcuni casi, nel determinare l'esito di battaglie decisive. Quando, ad esempio, l'imperatore romano d'Oriente Teodosio I organizzò un'armata per riconquistare l'Occidente, la battaglia campale si svolse nel pomeriggio del 5 settembre 394 nei pressi del fiume Frigido, sul confine tra le attuali Slovenia e Italia. In un primo momento le truppe d'Occidente, comandate da Arbogaste e Flaviano, massacrarono quelle di Teodosio che dovette ritirarsi. Il mattino successivo, Teodosio non riusciva a sfondare ma, improvvisamente, prese a soffiare la Bora contro le truppe d'Occidente. I loro scudi venivano schiacciati gli uni contro gli altri, i giavellotti lanciati tornavano indietro e il volto dei soldati d'Occidente era investito dalla sabbia. La Bora aiutava la spinta dell'esercito d'Oriente la cui vittoria fu inevitabile. Raramente si pensa al fatto che la stessa Bora, raffreddando - in alcuni anni - le acque dell'Adriatico settentrionale, fino a temperature di 5°C, genera correnti di densità che possono scendere fino agli abissi più profondi del Mediterraneo produ-

endo depositi come dune e onde di sedimenti del tutto simili a quelli creati dal vento e visibili nei deserti di tutto il mondo. Questo è un pregnante esempio del rapporto strettissimo tra il clima e la circolazione marina. È però evidente che, anche se clima e oceano sono strettamente legati, la circolazione marina non ha ricevuto, fino ad ora, la stessa attenzione che il pubblico e gli stessi decisori politici rivolgono alla circolazione atmosferica. In un recente articolo sul volume *Hybris, i limiti dell'Uomo tra acque, cieli e terre*, Sandro Carniel offre alcune spiegazioni per questo fatto: la visione antropocentrica del sistema climatico (che interessa solo dove ci sono attività e insediamenti umani); le necessità di previsione e monitoraggio meno diffuse rispetto a quanto rivolto al sistema atmosferico (almeno fino a pochi decenni fa, quando ci si è resi conto di come le rotte commerciali siano influenzate dalla circolazione oceanica); il ritardo nel comprendere le molteplici relazioni tra atmosfera e clima, oltre alla evidente generazione di onde da parte del vento; l'iniziale sottovalutazione delle differenze di scala dei processi atmo-

sferici e oceanici (più lenti ma non certo meno importanti nel secondo caso).

Nel Mediterraneo i temi salienti legati ai cambiamenti climatici sono:

a) i cambiamenti della biodiversità (strutturale e funzionale) valutabili attraverso gli studi biologici a lungo termine (LTER);

b) i cambiamenti della frequenza di formazione delle acque fredde (Nord Adriatico e Golfo del Leone) che «ventilano» gli abissi portando nutrienti e sottraendo acque ricche in CO<sub>2</sub> dagli strati superficiali;

c) i cambiamenti nella circolazione delle acque profonde (in particolare le Acque Levantine Intermedie, salate, che si formano per evaporazione in Mediterraneo orientale);

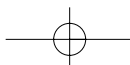
d) la necessità di identificazione di specie e aree da tutelare, anche per proteggere gli organismi ad affinità fredda dal riscaldamento delle acque;

e) la comprensione delle sinergie tra cambiamenti climatici e impatti diretti dell'uomo sugli habitat mediterranei (e loro funzioni). Per quello che riguarda la vita in mare una pubblicazione recente

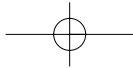
Venezia, con lo sfondo dell'Isola di San Giorgio Maggiore, il 17.05.2010 (f. L. Mercalli).

La laguna veneta è un vero e proprio laboratorio per lo studio delle complesse interazioni tra ecosistemi marini, cambiamenti climatici e attività umane.

Soggetta sempre più frequentemente al fenomeno dell'acqua alta a causa dell'aumento del livello medio dei mari, Venezia è da considerarsi tra i simboli dei cambiamenti climatici e dei loro impatti sulle zone litoranee.







### CNR-ISMAR: ricerca sugli ambienti marini, dall'Adriatico all'Oceano Artico

CNR-ISMAR svolge ricerche in aree polari, oceaniche e mediterranee per studiare: l'evoluzione degli oceani e dei margini continentali per definire l'attività di vulcani, faglie e frane sottomarine e gli scenari di impatto sulle coste; l'influenza dei cambiamenti climatici sulla circolazione oceanica, l'acidificazione, i cicli biogeochimici e la produttività dei mari; gli habitat e l'ecologia marina, il crescente inquinamento delle aree costiere e profonde; le risorse alieutiche per mantenerne lo sfruttamento entro limiti sostenibili e migliorare le pratiche di maricoltura e acquacoltura; i fattori naturali e antropici che impattano economicamente e socialmente su coste e lagune dalla preistoria all'epoca industriale. In ISMAR lavorano oggi 180 persone, in sette città con sede principale a Venezia, oltre a circa 60 giovani in formazione su tutti i temi delle scienze marine. Direttore di CNR-ISMAR è il Dr. Fabio Trincardi. Con la partecipazione a decine di progetti europei e il coordinamento di alcuni di questi (EURODELTA, EMMA, SARDONE, NEAREST, ENVEUROPE e COCONET), CNR-ISMAR coinvolge competenze da tutta Europa su temi fondamentali per il Mediterraneo e la gestione della sua fascia costiera. Nell'ambito del Progetto Bandiera RITMARE, CNR-ISMAR opera per migliorare la posizione della ricerca marina italiana in Europa, rafforzando il legame con la ricerca tecnologica focalizzata sulla sensoristica marina svolta da altri Istituti del CNR e dalla rete dei Distretti Tecnologici.

CNR-ISMAR studia la struttura e la dinamica dell'oceano, la propagazione di perturbazioni, il trasporto di calore, elementi disciolti, nutrienti e l'interazione con processi chimici e biologici al suo interno (eutrofia, ipossia e anossia). Il comportamento dell'oceano è studiato anche alle sue interfacce, superiore (acqua-atmosfera) ed inferiore (fondo mare), combinando approcci osservativi e modellistici. Le osservazioni provengono da crociere oceanografiche, strumenti ancorati e remote sensing. L'approccio modellistico è sia numerico che analitico ed è funzionale alla previsione di onde e correnti a scala costiera, regionale e di bacino. Misure continue dello stato dell'oceano, del Mediterraneo e di altre regioni significative come l'Antartide e l'Artico, offrono lunghe serie temporali che permettono di comprendere il ruolo dei mari nei cambiamenti climatici attraverso variazioni nel tasso di formazione di acque profonde, l'evaporazione e la concentrazione di sale e l'acidificazione delle acque.



Sopra, posizione della sede CNR-ISMAR (istituto autore dei contributi in questo numero speciale) presso l'Arsenale di Venezia, in un'immagine satellitare nel canale visibile del 02.04.2001 (NASA - EarthObservatory, earthobservatory.nasa.gov). Inoltre sono ben visibili, da sinistra, il «Ponte della Libertà», collegamento con la terraferma, la stazione ferroviaria, il sinuoso Canal Grande (a forma di «S» rovesciata), Piazza San Marco, e l'isola della Giudecca. Sotto, dettaglio dell'ingresso della sede ISMAR (f. E. Campiani).

Lo studio della variabilità naturale del sistema climatico terrestre si accompagna a quella dell'impatto delle attività umane che lo stanno alterando. I cambiamenti climatici della Terra sono governati da interazioni tra atmosfera, gli oceani, la criosfera, l'attività vulcanica, la biosfera oltre a forzanti come la variabilità della radiazione solare. CNR-ISMAR lavora, a scala di Mediterraneo, su serie temporali lunghe di misure accoppiate di parametri meteorologici e oceanografici che offrono la possibilità di ottenere una definizione quantitativa e più affidabile dei cambiamenti in atto. CNR-ISMAR sfrutta archivi naturali da una molteplicità di indicatori (sedimentologici, biologici, geochimici e proprietà magnetiche) per ricostruire la variabilità naturale e gli impatti antropici sui regimi climatici dall'inizio dell'Olocene e il succedersi dei cicli glaciali del Quaternario ed i loro meccanismi.



Una lunga tradizione di ricerche sulle comunità biologiche degli ecosistemi marini, da quelli di transizione e costieri a quelli profondi, inclusi gli ambienti chemosintetici e quelli estremi in regioni polari consente ai biologi di CNR-ISMAR di studiare la fenologia, la struttura e il ruolo funzionale delle comunità planctoniche e bentoniche, in relazione alle variabili ambientali, ai cambiamenti climatici e all'impatto delle attività umane. Rivestono un'importanza primaria le ricerche sulla biodiversità, in connessione ai processi dell'ecosistema marino (es.: produttività primaria, cicli del carbonio e dei nutrienti, trasferimenti lungo la rete trofica), alla loro stabilità e fluttuazione nel tempo. Lo studio della biodiversità si avvale anche dell'analisi di marcatori genetici e citogenetici per identificare specie criptiche. Nell'ambito delle attività rivolte alla valutazione dell'impatto dell'uomo sugli ecosistemi marini, le ricerche di ISMAR includono anche lo studio dell'introduzione delle specie aliene e della presenza e diffusione di specie algali potenzialmente tossiche in Mediterraneo.

