

## Presentazione dei documentari della serie Memorie del Clima Mediterraneo: Med Archives, T Med, A Boiling Sea

Sergio Silenzi<sup>1</sup>, Saverio Devoti<sup>1</sup>, Paolo Montagna<sup>1</sup>, Luca Parlagreco<sup>1</sup>, Marco Pisapia<sup>1</sup>,  
Fabrizio Antonioli<sup>2</sup>, Renato Chemello<sup>3</sup> ed Enzo Pranzini<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Roma.

<sup>2</sup>ENEA - Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Roma.

<sup>3</sup>Dipartimento di Ecologia, Università di Palermo, Palermo.

<sup>4</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, Firenze.

### Riassunto

In questa breve nota sono presentate le sinossi dei tre documentari scientifici realizzati dall'ISPRA (già ICRAM) ed allegati alla rivista.

Nel primo documentario viene illustrato il percorso scientifico che ha portato alla calibrazione di un nuovo archivio naturale, validato per la ricostruzione delle variazioni delle temperature superficiali del Mare Mediterraneo durante gli ultimi 150 anni: il corallo non-tropicale *Cladocora caespitosa*. Il secondo documentario illustra l'ecologia e la capacità di registrare le variazioni del livello del mare e delle temperature delle acque superficiali del gasteropode gregario *Dendropoma petraeum*, costruttore dei cosiddetti reef a vermeti. Nello scheletro aragonitico di questo organismo sono contenuti 500 anni di storia del Mar Mediterraneo.

Il terzo documentario fornisce indicazioni sui possibili scenari climatici futuri e sugli effetti che questi avranno sugli ecosistemi terrestri sia mediterranei che globali, con particolare riferimento a quello marino costiero. Infine, presenta le ipotesi e le tecniche possibili per la prevenzione dei disastri naturali, parlando degli adattamenti e delle mitigazioni necessarie a preservare la qualità degli ambienti del nostro pianeta.

Per ogni filmato sono forniti e brevemente discussi i principali riferimenti bibliografici che sono stati consultati per la stesura dei testi e delle animazioni.

**Parole chiave:** documentari scientifici, archivi naturali, variazioni del clima e del livello del mare, ultimi 500 anni, futuro, Mare Mediterraneo.

### Introduzione

Lo scopo di questa breve nota è quello di introdurre i documentari inseriti nel DVD allegato alla rivista, fornendo alcuni dei principali riferimenti agli studi scientifici che ne formano il contenuto. Ciò per ovviare al fatto che, molto spesso, la diffusione delle informazioni relative alle variazioni climatiche non è accompagnata da dati che consentano di verificare se quanto detto è frutto di ricerche i cui risultati siano condivisi dalla comunità scientifica. Basti pensare alle dichiarazioni apparse sulla stampa nell'ambito della Conferenza Nazionale sul Clima del settembre 2007 ed organizzata dal Ministero dell'Ambiente: in quella sede si riporta che i chilometri di costa in erosione in Italia sono più di 5000 e che, da qui a pochi anni, il Mare Adriatico si trasformerà in una *palude salmastra*, cioè in una distesa di acqua bassa. Come appare dai dati pubblicati nel n. 10 di Studi Costieri (2006), i km di costa nazionale in erosione sono circa 1600, com'è altrettanto

noto che il riscaldamento globale renderà il Mare Adriatico più profondo di qualche decimetro. Lo scopo dei filmati sul clima, allegati al presente numero di Studi Costieri, è quello di fornire una visione delle ricerche e dei risultati conseguiti nell'ambito di alcuni studi paleoclimatici e delle prospettive future che attendono il Mediterraneo, facendo anche riferimento all'attività di ricerca svolta dagli Autori. Questi strumenti filmati, seppur finalizzati alla divulgazione, si rivolgono anche a quei ricercatori che operano in settori disciplinari affini, con la speranza che vi trovino elementi utili alla loro attività. La materia trattata è soggetta ad una continua evoluzione e quanto affermato in alcune parti dei filmati non trova ancora l'accordo di una parte, seppur minoritaria, della comunità scientifica. E' per questo che i filmati sono stati referti da un "garante" indipendente, scelto dalla rivista, e che ha verificato che quanto espresso trovi conferma nella letteratura scientifica, indipendentemente dalla propria opinione in merito.

Un'operazione analoga venne condotta quando fu pubblicato da ICRAM il documentario scientifico "Tempo Instabile sul Quaternario", la cui sceneggiatura venne poi pubblicata nella rivista Geo-Archeologia dopo attenta valutazione esterna (Silenzi et al., 2004a).

I testi sono stati realizzati in inglese (lingua originale), italiano e spagnolo. Nella versione allegata alla rivista, appositamente studiata per un rapido accesso a tutti e tre i film da un unico supporto DVD, è stata inserita la sola versione italiana.

Sono di seguito riassunte le sinossi dei documentari e le principali fonti bibliografiche consultate per scrivere i testi dei diversi video; in questo stesso volume della Rivista è proposta una *review* dedicata agli archivi climatici naturali, oggetto dei primi due documentari (Med Archives e T Med) a cui si rimanda il lettore per una più approfondita analisi della tematica (Silenzi et al., 2008; questo numero).

Pur nella consapevolezza che i documentari non possono esaurire tutti gli aspetti degli argomenti trattati, gli autori sperano di aver dato un piccolo contributo alla diffusione dei risultati di una ricerca che li pone costantemente davanti a nuovi e affascinanti problemi, sia quando hanno la fortuna di svolgere le proprie ricerche negli angoli più remoti della Terra, sia quando si recano a studiare in località poste a pochi chilometri dalle proprie scrivanie. La speranza è che coloro che vedranno i filmati possano acquisire quegli elementi di lettura del paesaggio costiero che consentano loro di provare, davanti ad un *reef* a vermetidi o ad un solco di battente, lo stesso entusiasmo che ci ha mosso a produrre questi documentari.

### **Film 1 - Med Archives**

Nel Mar Mediterraneo, dove mancano i *reef* corallini che costituiscono gli indicatori (*proxy*) utilizzati alle latitudini tropicali e subtropicali per ricostruire le variazioni del livello del mare (SL; *sea-level*) e della temperatura superficiale dell'acqua (SST; *sea surface temperature*), la possibilità di ricavare questi parametri si basa sulle serie temporali di dati storici. Queste ultime coprono, spesso con grande margine di errore, solo alcuni settori del Mar Mediterraneo, in modo discontinuo e difficilmente parametrizzabile.

Dati presi nell'ambito di crociere oceanografiche scientifiche ed a bordo di navi militari sono disponibili solo per gli ultimi decenni. Anche i dati satellitari, seppure di grande affidabilità e dettaglio, vengono registrati solo a partire dall'inizio degli anni '90. L'impiego di calibrazioni con dati puntiformi attraverso la *Optimum Interpolation* (Reynolds e Smith, 1994) permette di estendere le serie storiche satellitari sino alla metà del XIX secolo: tali dati sono però delle ricostruzioni, e sono pertanto affetti da grande incertezza a causa della difficoltà di calibrazione e d'interpolazione di punti fra loro distanti. Se ciò è vero a livello globale, ancor più lo è nel Mediterraneo, dove la composizione delle correnti ed i rapporti fra i singoli mari o bacini rende il modello di distribuzione delle masse d'acqua superficiali piuttosto complesso e di difficile interpretazione.

Sino a pochi anni fa gli studi paleoclimatici nel Mediterraneo venivano realizzati utilizzando

indicatori quali i foraminiferi (per es. Kallel et al., 1997), i dinoflagellati (cisti), il nanoplankton calcareo (per es. Sangiorgi et al., 2002), l'applicazione degli alkenoni (per es. Sicre et al., 1999) e i concrescimenti di serpulidi su speleotemi sommersi (Antonioli et al., 2001, 2004).

Questi archivi naturali, seppure affidabili e con un'ottima riproducibilità del dato, risentono della mancanza di dettaglio e di una risoluzione insufficiente per gli ultimi secoli: è proprio questo tipo di risoluzione che è, invece, necessaria per utilizzare la variabilità climatica del passato al fine di calibrare modelli ed elaborare scenari di previsione futura affidabili (cioè che forniscano previsioni attendibili), oltre che a descrivere l'influenza antropica sul bacino e le interconnessioni fra il Mediterraneo e il resto dell'emisfero boreale (ad es. con l'indice NAO, *North Atlantic Oscillation*). Tenendo conto delle necessità scientifiche sopra elencate, un gruppo di paleoclimatologi guidato dall'ICRAM (ora ISPRA), ha pensato per la prima volta di importare le esperienze geochimiche conseguite studiando i *reef* corallini dei mari tropicali ai coralli del Mar Mediterraneo.

I coralli sono, infatti, termometri di sorprendente precisione: i rapporti fra elementi chimici che ne formano lo scheletro spesso non sono casuali, ma seguono la temperatura che ha il mare durante la crescita (per es. Beck et al., 1992). Di anno in anno nuove bande si aggiungono allo scheletro del corallo, coprendo alcuni secoli di storia come nei *Porites*, tipici dell'Oceano Indiano e Pacifico (per es. McCulloch et al., 1994).

Il film ricostruisce il percorso affrontato nei lavori di Silenzi et al. (2005) e Montagna et al. (2007), che hanno portato alla calibrazione di curve termodinamiche capaci di correlare alcuni rapporti fra elementi in traccia analizzati nello scheletro corallino (tipicamente Sr/Ca, B/Ca, Mg/Ca, Li/Ca) con le temperature dell'acqua in cui cresceva il corallo, in un nuovo e sorprendente archivio climatico: il madreporario *Cladocora caespitosa*.

L'intervallo temporale ricostruibile con questo corallo permette di disegnare le SST del Mediterraneo centrale durante gli ultimi 150 anni circa, con una risoluzione bisettimanale.

## Film 2 - T Med

I gas serra, negli ultimi 800 mila anni, hanno subito cambiamenti sostanziali correlati all'alternarsi dei cicli glaciali ed interglaciali (per es. Petit et al., 2008; Lüthi et al., 2008). Per comprendere come l'aumento di CO<sub>2</sub> modificherà il clima del futuro, gli scienziati si servono di simulazioni matematiche. Questi modelli hanno però bisogno di essere tarati: viene simulato il passato e comparato con quanto realmente avvenuto.

Partendo dal lavoro di Antonioli et al. (1999), un gruppo di studio internazionale (alla stesura della presente nota partecipa solo una parte dei ricercatori attivi in tal senso) si è applicato allo studio dei *reef* a vermeti della Sicilia come potenziale archivio paleoclimatico. I *reef* a vermeti mediterranei sono principalmente costituiti dal gasteropode sessile *Dendropoma petraeum*. Peculiarità di questo gasteropode termofilo è quella di formare dei veri e propri *reef* nella parte inferiore dell'intervallo di marea.

Ciò, oltre ad aver permesso ai diversi autori l'utilizzo dei vermeti come proxy neotettonico (Antonioli et al., 1999 e bibliografia in esso contenuta) ha consentito, attraverso la datazione di porzioni fossili in continuità stratigrafica, di impiegare i *reef* viventi per determinare le variazioni del SL negli ultimi 550 anni circa (Antonioli et al., 2002).

L'applicazione delle tecniche di analisi degli isotopi stabili dell'ossigeno, effettuate sulle stesse colonie utilizzate in Sicilia da Antonioli et al. (2002), ha permesso a Silenzi et al. (2004b) di dimostrare la potenzialità del *D. petraeum* come archivio delle variazioni delle SST. Le ricerche effettuate hanno reso possibile identificare, nel settore del Mare Tirreno Meridionale, la registrazione della Piccola Età Glaciale, periodo freddo occorso fra il XVII e XIX secolo.

Il documentario spiega l'ecologia dei *reef*; le tecniche analitiche utilizzate ed i principali risultati scientifici ottenuti da queste ricerche.

### Film 3 - A Boiling sea

Nell'ultimo secolo la temperatura globale è aumentata di 0.7°C. Nei prossimi 100 anni, a seconda di quanto gas serra l'uomo immetterà nell'atmosfera, le previsioni ipotizzano un ulteriore riscaldamento, compreso fra 1.1 ed oltre 6°C.

L'intera coltre glaciale della Groenlandia potrebbe scomparire ed il livello globale dei mari si innalzerebbe, in conseguenza di ciò, di oltre 6 metri. Si tornerebbe così al paesaggio di 125 mila anni fa.

Il film compie un viaggio fra i continenti e gli oceani del pianeta per spiegare i meccanismi del cambio climatico, le conseguenze e le possibili soluzioni. Il testo si basa principalmente sui risultati del Rapporto Stern (2006) e su quelli dell'IPCC (2001, 2007).

Le conclusioni cui arrivano questi studi (per es. su temperature e livello del mare nel futuro; Fig. 1) sono oggetto di discussione all'interno della comunità scientifica, anche perchè altre previsioni forniscono sia scenari più catastrofici che assai più rassicuranti (ad esempio, per le previsioni sul livello marino è particolarmente rappresentativa la frase *"..the model is what it says a model, nothing more"* di N.A. Mörner); lo stesso autore afferma (Mörner, 2004) che una stima appropriata del futuro sollevamento del livello marino, considerando il passato geologico, può essere individuata in  $+5 \pm 15$  cm per il 2100.

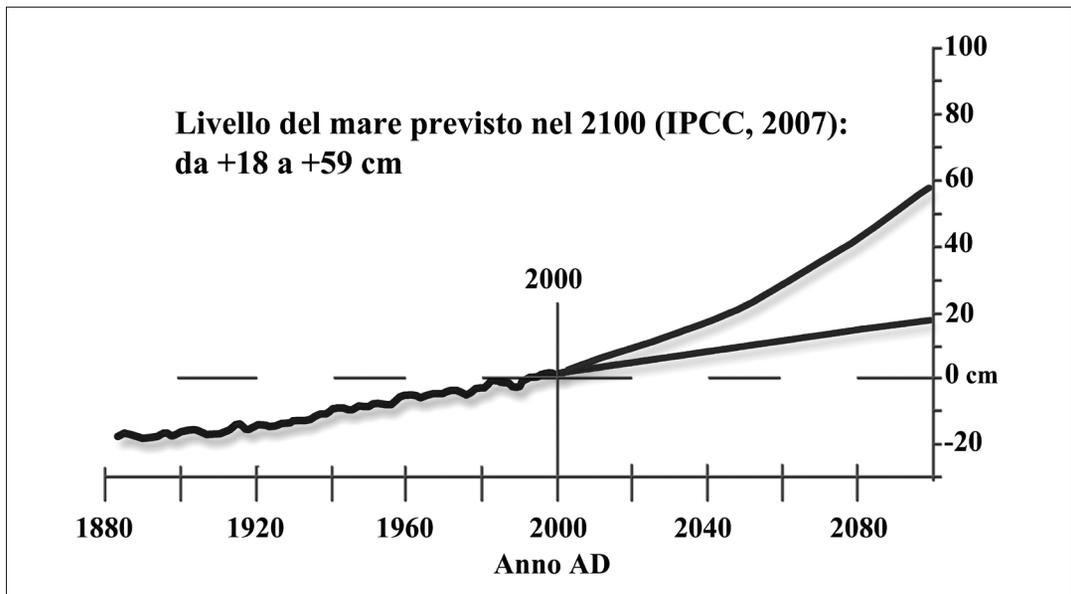


Figura 1 - Temperature e livello del mare nel futuro.

Altri autori considerano che il contributo che lo scioglimento della coltre glaciale darà al sollevamento marino sia in realtà sottostimato dall'IPCC: ad esempio, attraverso l'applicazione di un semplice modello statistico, Rahmstorf (2007) stima che il mare si solleverà nel 2100 da 0.5 a 1.4 m rispetto al livello del 1990. Cosa accadrà veramente?

Ancora molta strada deve essere fatta dalla Ricerca per capire le dinamiche del pianeta su cui viviamo, ed è anche per questo che molti, sia fra i pessimisti che tra gli ottimisti, consigliano di agire secondo un Principio di Precauzione così come espresso dalla convenzione quadro sui mutamenti climatici: la mancanza di complete certezze sugli accadimenti futuri non deve essere usata per posporre l'azione di mitigazione ed adattamento. In altre parole, le previsioni degli scenari pessimistici, per quanto incerte, possono comunque essere considerate nelle attività di gestione dell'ambiente dei governi e dei singoli.

Nell'ambito del video sono evidenziate alcune applicazioni nel campo della gestione della fascia costiera e della valutazione del Rischio, nonché alcune tra le più accreditate ipotesi per il sequestro della CO<sub>2</sub> (Schrag, 2007; Friedmann, 2007). Le ricerche relative alla fascia costiera sono attualmente oggetto di alcuni progetti nazionali (per es. VECTOR) ed europei (per es. MedPlan in Beachmend-e) e che vedono sempre gli Autori parte attiva negli studi. La valutazione dei rischi, i possibili adattamenti e le mitigazioni attuabili sono riferite, oltre che ai citati rapporti IPCC e Stern, a tutti i diversi articoli del Volume 6 (Silenzi et al., 2003 a e b; Devoti et al., 2003 a e b; Nisi et al., 2003 a e b) e del Volume 10 di Studi Costieri (GNRAC, 2006), nonché a Luterbacher et al. (2006), Collins et al. (2007) e Perucci (2007).

### Ringraziamenti

I documentari sono stati prodotti dall'Icram (ora ISPRA) grazie al supporto della Fondazione Ermenegildo Zegna e dei Progetti Vector e Micena. Molti ricercatori di tutto il mondo, oltre agli autori, hanno contribuito a realizzare i video, concedendo interviste e riprese in occasione di convegni o durante attività di laboratorio congiunte. Fra questi ringraziamo particolarmente: F. Andaloro (Italia), J.P. Gattuso (Francia), J. Luterbacher (Svizzera), C. Mazzoli (Italia), M. McCulloch (Australia).

Un particolare e sentito ringraziamento va al Referee dei video, Giuseppe Mastronuzzi.

Le riprese sono state effettuate in Antartide, Australia, Canada, Malesia e Borneo, Cile e Isola di Pasqua, Cina e Hong Kong, Francia, Giappone, Indonesia, Inghilterra, Italia, Islanda, Kenya, Namibia, Messico, Papua Nuova Guinea, Stati Uniti, Sud Africa, Svizzera. Specifici *credits* sono riportati alla fine dei video.

### Bibliografia

- Antonioli F., Chemello R., Improta S. e Riggio S. (1999) - *Dendropoma lower intertidal reef formations and their palaeoclimatological significance, NW Sicily*. Marine Geology, 161: 155-170.
- Antonio F., Silenzi S. e Frisia S. (2001) - *Tyrrhenian Holocene palaeoclimate trends from spelean serpulids*. Quaternary Science Reviews, 20: 1661-1670.
- Antonioli F., Cremona G., Immordino F., Puglisi C., Romagnoli C., Silenzi S., Valpreda E. e Verrubbi V. (2002) - *New data on the Holocenic sea level rise in NW Sicily (Central Mediterranean Sea)*. Global and Planetary Change, 34: 121-140.
- Antonioli F., Bard E., Potter E.K., Silenzi S. e Improta S. (2004) - *215-ka history of sea-level oscillations from marine and continental layers in Argentarola Cave speleothems (Italy)*. Global and Planetary Change, 43: 57-78.
- Aucelli P.P.C., Aminti P.L., Amore C., Artom C., Bellotti P., Bozzano A., Caputo C., Castellini G., Cipriani L.E., Cocco E., Corradi N., D'Alessandro L., Damiani L., Davoli L., De Pippo T., Devoti S., Di Gregorio F., Evangelista S., Ferrari M., Ferri S., Fierro G., Fontolan G., Ginesu S., Giuffrida E., Iannantuono E., Iuliano S., La Monica G.B., Landini B., Mascioli F., Nesci O., Palmentola G., Pranzini E., Pugliese F., Randazzo G., Raffi R., Roskopf C.M., Salvatore M.C., Silenzi S., Simeoni U. e Veltri P. (2006) - *Lo stato dei litorali italiani*. Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero. Studi Costieri, 10: 5-112.
- Beck J.W., Edwards R.L., Ito E., Taylor F.W., Recy J., Rougerie F., Joannot P., Henin C. (1992) - *Sea-surface temperature from coral skeletal strontium/calcium ratios*. Science, 257: 644-647.
- Collins W., Colman R., Haywood J., Manning M.R. e Mote P. (2007) - *La fisica del cambiamento climatico*. Le Scienze, 472: 74-83.
- Devoti S., Gabellini M., Nisi M.F., Silenzi S. (2003a) - *La valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici sulle coste: rassegna delle principali metodologie di analisi adottate in ambito nazionale ed internazionale*. Studi Costieri, 6: 57-72.

- Devoti S., Nisi M.F., Silenzi S. (2003b) - *Caratteri geologici, ed evoluzione paleogeografica della pianura versiliese*. Studi Costieri, 6: 73-89.
- Friedmann S.J. (2007) - *Geological Carbon Dioxide Sequestration*. Elements, 3: 179-184.
- IPCC (2001) - *WGI Third Assessment Report. Summary for Policymakers, Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Ginevra, 13-16 Febbraio 2001.
- IPCC (2007) - *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment.
- Kallel N., Paterne M., Labeyrie L., Duplessy J.C. e Arnold M. (1997) - *Temperature and salinity records of the Tyrrhenian Sea during the last 18,000 years*. Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology 135: 97-108.
- Luterbacher J., Xoplaki E., Castyl C., Wanner H., Pauling A., Küttel M., Rutishauser T., Brönnimann S., Fischer E., Fleitmann D., González-Rouco F. J., García-Herrera R., Barriendos M., Rodrigo F., Gonzalez-Hidalgo J. C., Saz M. A., Gimeno L., Ribera P., Brunet M., Paeth H., Rimbu N., Felis T., Jacobeit J., Dünkeloh A., Zorita E., Guiot J., Türkes M., Alcoforado M. J., Trigo R., Wheeler D., Tett S., Mann M. E., Touchan R., Shindell D. T., Silenzi S., Montagna P., Camuffo D., Mariotti A., Nanni T., Brunetti M., Maugeri M., Zerefos C., De Zolt S., Lionello P., Nunes MF., Rath V., Beltrami H., Garnier E., Le Roy Ladurie E. (2006) - *Mediterranean Climate Variability Over The Last Centuries: A Review*. In: *The Mediterranean Climate: an overview of the main characteristics and issues*. Ed. P. Lionello, P. Malanotte-Rizzoli, e R. Boscolo, Elsevier Science, Amsterdam, the Netherlands, pp. 27-148.
- Lüthi D., Le Floch M., Bereiter B., Blunier T., Barnola J.-M., Siegenthaler U., Raynaud D., Jouzel J., Fischer H., Kawamura K. e Stocker F. T. (2008) - *High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present*. Nature, 453: 379-382.
- McCulloch, M.T., Gagan, M.K., Mortimer, G.E., Chivas, A.R. e Isdale, P.J., 1994. *A high-resolution Sr/Ca and 18O coral record from the Great Barrier Reef, Australia, and the 1982-1983 El Niño*. Geochimica et Cosmochimica Acta 58: 2747-2754.
- Montagna, P., McCulloch, M., Mazzoli, C., Silenzi, S. and Odorico, R. (2007) - *The non-tropical coral Cladocora caespitosa as the new climate archive for the Mediterranean Sea: high-resolution (-weekly) trace element systematics*. Quaternary Science Review, 26: 441-462.
- Mörner N.A. (2004) - *Estimating future sea level changes from past records*. Global and Planetary Change, 40: 49-54.
- Nisi M.F., Devoti S., Gabellini M., Silenzi S., Puglisi C. e Verrubbi V. (2003a) - *Acquisizione di dati territoriali per la valutazione del Rischio da risalita del livello del mare in Versilia*. Studi Costieri, 6: 91-131.
- Nisi M.F., Aminti P., Cipriani L., De Donatis M., Devoti S., Gabellini M., Gallerini G., Pranzini E., Rossi L. e Silenzi S. (2003b) - *La valutazione del Rischio da RSLR in Versilia*. Studi Costieri, 6: 133-162.
- Perucci C. (2007) - *Salute umana*. Presentazione al convegno “Dal globale al locale. Piani di azione per il clima”, Ferrara il 10 e 11 maggio 2007. [http://www.arpa.emr.it/dettaglio\\_documento.asp?id=594&idlivello=216](http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=594&idlivello=216)
- Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N.I., Barnola J.M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis J., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V.M., Legrand M., Lipenkov V., Lorius C., Pépin L., Ritz C., Saltzman E. e Stievenard M. (1999) - *Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica*. Nature, 399: 429-436.
- Reynolds R.W. e Smith T.M., (1994) - *Improved global sea surface temperature analyses using optimum interpolation*. Journal of Climate 7: 929-948.
- Rahmstorf S. (2007) - *A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise*. Science 315: 368-370.
- Sangiorgi F., Capotondi L. e Brinkhuis H. (2002) - *A centennial scale organic-walled dinoflagellate cyst record of the last deglaciation in the South Adriatic Sea (Central Mediterranean)*. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 186: 199-216.

- Schrag D.P. (2007) - *Confronting the climate-energy challenge*. Elements, 3: 171-178.
- Sicre M.-A., Ternois Y., Miquel J.-C. e Marty J.-C. (1999) - *Alkenones in the northwestern Mediterranean sea: interannual variability and vertical transfer*. Geophysical Research Letters, 26: 1735-1738.
- Silenzi S., Devoti S., Nisi M.F. (2003a) - *La valutazione del rischio da risalita relativa del livello del mare (RSLR) nelle Pianure Costiere. Aspetti concettuali ed ipotesi di Linee Guida*. Studi Costieri, 6: 5-30.
- Silenzi S., Devoti S., Nisi M.F. e Antonioli F. (2003b) - *Le variazioni del livello del mare come Cause Determinanti il Rischio da RSLR*. Studi Costieri, 6: 31-56.
- Silenzi S., Devoti S., Gabellini M., Magaletti E., Nisi M.F., Pisapia M., Angelelli F., Antonioli F. e Zarrattini A. (2004a) - *Le variazioni del clima nel Quaternario*. Geo-Archeologia, 1: 15-50.
- Silenzi S., Antonioli F. e Chemello R. (2004b) - *A new marker for sea surface temperature trend during the last centuries in temperate areas: vermetid reef*. Global and Planetary Change, 40/1-2: 105-114.
- Silenzi S., Bard E., Montagna P. e Antonioli F. (2005) - *Isotopic and elemental records in a non-tropical coral (Cladocora caespitosa): Discovery of a new high-resolution climate archive for the Mediterranean Sea*. Global and Planetary Change, 49: 94-120.
- Silenzi S., Devoti S., Montagna P., Antonioli F. e Chemello R. (2008) - *Nuovi archivi naturali ad alta risoluzione per comprendere le variazioni climatiche nel corso degli ultimi 500 anni*. Studi Costieri, questo volume.
- Stern N. (2006) - *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, 579 pp.  
<http://www.hm-treasury.gov.uk/>

**Manoscritto ricevuto il 13/09/2008, accettato il 3/11/2008.**