

A. LOGRIECO^{1,2}, V. DE SANTIS², G. CHIMIENTI^{2,3}, F. MASTROTOTARO^{2,3}, A. TURSI^{2,3}, G. SCICCHITANO¹, M. CALDARA¹

¹Department of Earth and Geoenvironmental Sciences, University of Bari "Aldo Moro"

²Department of Biosciences, Biotechnology and Environment, University of Bari "Aldo Moro"

³CoNISMa, Roma

alessia.logrieco@uniba.it

"REJUVENESCENCE PROCESS" IN ESEMPLARI FOSSILI DI *CLADOCORA CAESPITOSA* (LINNEO, 1767): UNA STRATEGIA ADATTATIVA PER CONTRASTARE IL CAMBIAMENTO CLIMATICO?

"REJUVENESCENCE PROCESS" IN FOSSIL SPECIMENS OF *CLADOCORA CAESPITOSA* (LINNEO, 1767): A SURVIVAL STRATEGY TO FACE CLIMATE CHANGES?

Abstract – *Cladocora caespitosa* is an endemic coral of the Mediterranean Sea. Although *C. caespitosa* is well adapted to the marked seasonality of the basin, the increasing and frequent heat-waves due to climate change are challenging its survival. Peculiar skeletal structures, found both in fossil and in living colonies, would suggest the existence of a particular adaptive process, namely the rejuvenescence process. This survival mechanism could contribute to better understand the resilience of *C. caespitosa*, which lived in the Mediterranean Sea since the Upper Pliocene, a period warmer than the current one. Fossil colonies of *C. caespitosa* attributed to the Last Interglacial Period (LIG), were found in the area of Taranto. Some of these fossil specimens showed a peculiar skeletal typical of the "rejuvenescence process". This adaptive process could be used as a marker of the thermal stress in *C. caespitosa*, highlighting the differences between the present and the past climatic oscillations.

Keywords: *Cladocora caespitosa*, rejuvenescence process, climate change, thermal stress

Introduzione - *Cladocora caespitosa* (Linneo, 1767), corallo endemico del Mar Mediterraneo, popolava i fondali di questo mare sin dal Pliocene Superiore edificando grandi scogliere (Aguirre & Jiménez, 1998) ed è presente ancora oggi sia su substrati rocciosi sia su fondali incoerenti (Kersting & Linares, 2012; Mastrototaro *et al.*, 2023). *Cladocora caespitosa* è considerata un archivio climatico, in quanto accumula nel suo scheletro *proxies* geochimici, tracce della storia climatica del Mediterraneo (Silenzi *et al.*, 2005). Sebbene il corallo sia perfettamente adattato alla marcata stagionalità del Mediterraneo, le recenti e sempre più frequenti *heat-waves*, dovute al riscaldamento globale, stanno minacciando la sua sopravvivenza. La presenza di *C. caespitosa* nel Mediterraneo anche durante l'Ultimo Periodo Interglaciale (LIG), periodo nel quale le temperature erano simili alle attuali, potrebbe, tuttavia, suggerire l'esistenza di un potenziale processo adattativo che permette a questa specie di sopravvivere alle *heat-waves* estive e alle fasi più calde, come il "rejuvenescence process". Tale processo è indotto dal *thermal stress* che porta ad una riduzione del diametro del calice nei singoli polipi. In dettaglio, lo stress termico causa una parziale necrosi del cenosarco, mentre, la parte ancora vitale gemma e continua a crescere all'interno del vecchio sclerite generando un calice ridotto. Strategie adattative simili erano già state individuate in diverse specie di coralli solitari risalenti al Paleozoico (Kersting & Linares, 2019 and references therein). In *C. caespitosa*, il *rejuvenescence process* è stato osservato su esemplari provenienti da depositi olocenici dell'isola di Minorca, nonché su colonie attualmente viventi in Spagna (Kersting & Linares, 2019; Kersting *et al.*, 2023). Nel presente studio, segnaliamo il rinvenimento di strutture scheletriche riconducibili a quelle tipiche del "rejuvenescence process" in colonie fossili di *C. caespitosa* all'interno

di affioramenti attribuibili al LIG, quindi al Pleistocene superiore, ritrovati in depositi marini terrazzati nell'area di Taranto. Queste particolari strutture scheletriche costituiscono un *marker* di *thermal stress* in colonie di *C. caespitosa*, contribuendo a comprendere meglio lo stato di conservazione della specie. Inoltre, lo studio del *rejuvenescence process* ed eventuali altri processi di adattamento o di resilienza visibili su colonie fossili permette di ampliare le nostre conoscenze sulle condizioni climatiche dell'Ultimo Interglaciale, periodo noto per condizioni simili a quelle attese nel futuro.

Materiali e Metodi – L'area di studio è la zona di Taranto, in particolare, l'indagine è stata svolta nei siti TA, e Punta Lo Scanno (PLS), situato a nord dell' Isola di San Pietro (Isole Cheradi) (Fig. 1).

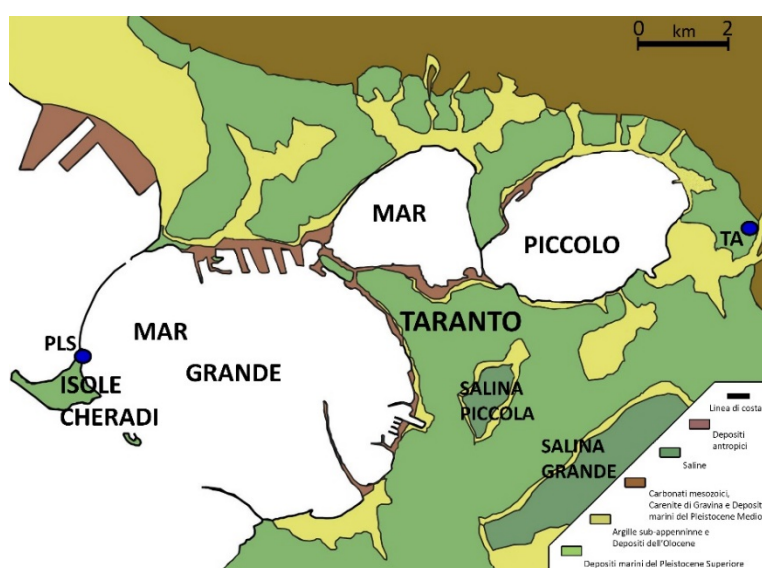


Fig. 1 – Mappa geologica dell'area di Taranto con i due siti di indagine (modificata da Amorosi et al., 2014).
Geological map of the area of Taranto with the two study sites (modified after Amorosi et al., 2014).

È stata condotta un'indagine stratigrafica nei due siti al fine di individuare gli affioramenti di interesse attribuibili all'Ultimo Periodo Interglaciale (LIG) (Amorosi et al., 2014). Sono stati prelevati sub-campioni di colonie fossili di *C. caespitosa* presenti all'interno di depositi marini terrazzati. Successivamente, i coralliti sono stati portati in laboratorio, dove sono stati sciacquati e ultrasonificati così da rimuovere eventuali residui di sostanza organica ed inorganica. I campioni sono stati osservati allo stereomicroscopio al fine di individuare le strutture tipiche del *rejuvenescence process*, infine, sono state effettuate delle TAC (Tomografia Assiale Computerizzata) per evidenziare le strutture interne dei coralliti.

Risultati - Le colonie di *Cladocora caespitosa* rinvenute negli affioramenti fossili del LIG nell'area di Taranto hanno mostrato, dalle immagini ottenute dalla TAC, strutture interpretabili come indicatori di *rejuvenescence*. In particolare, in alcuni coralliti si nota la presenza di due calici, il più vecchio indicato con il numero 1 e il nuovo calice indicato con il numero 2. Le TAC evidenziano come questi ultimi presentino una riduzione della parete esterna del calice condividendo la struttura interna (Fig. 3a, b, c). Dunque, non si tratta di due coralliti, bensì dello stesso polipo, che continua a crescere con dimensioni ridotte. Al contrario, nella Fig. 3d si può notare una struttura scheletrica esternamente

simile alle precedenti, ma diversa internamente, infatti, la TAC evidenzia come i due calici siano divisi (*). In tale caso, l'analisi tomografica ha rilevato che si tratta, dunque, di due polipi distinti.

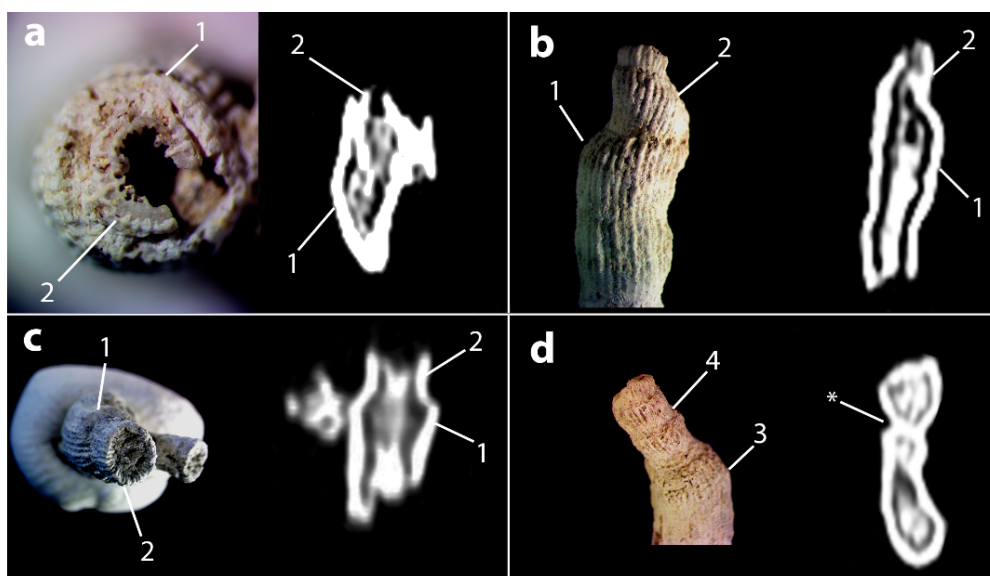


Fig. 3 – Coralliti fossili di *Cladocora caespitosa* rinvenuti in depositi marini terrazzati dell'Ultimo Interglaciale nella zona di Taranto. (a)-(b)-(c) Coralliti con le relative TAC, che mostrano le strutture scheletriche interne tipiche del *rejuvenescence process*. Il numero 1 indica la parete del corallite prima del *thermal stress*. Il numero 2 mostra la riduzione del diametro dello stesso corallite; (d) Corallite con una struttura esterna simile a quella del suddetto processo adattativo (numero 3 e 4), ma con struttura interna differente, che mostra una netta separazione nelle pareti del calice (*).

Fossil corallites of Cladocora caespitosa found within marine deposits terraces of the Last Interglacial Period in the area of Taranto. (a)-(b)-(c) Computerized axial tomography of corallites, showing internal skeletal structures typical of the rejuvenescence process. Number 1 indicates corallite wall before the thermal stress and number 2 indicates the corallite reduction; (d) Corallite with an external structure similar to the rejuvenescence process (number 3,4), but with a different internal structure indicated by the star (), showing a clear separation in the walls of the calyx.*

Conclusioni - Il "*rejuvenescence process*", osservato nelle colonie attuali e fossili (Kersting & Linares, 2019), è considerato una strategia adattativa che consentirebbe ai polipi di continuare a crescere in condizioni di *thermal stress* grazie alla riduzione delle loro dimensioni. Tale processo potrebbe essere correlato ad un ridotto consumo energetico per la deposizione del carbonato di calcio, con conseguente maggiore disponibilità energetica per le altre funzioni vitali. Ciò permetterebbe al corallo di sopravvivere in condizioni di stress, laddove il fattore limitante risulta essere proprio l'apporto energetico. Tale processo adattativo potrà essere utilizzato come *marker* del *thermal stress*, fondamentale nello studio degli effetti del clima su questa specie. Queste prime evidenze dimostrano che durante il LIG, quando il livello del mare arrivò a ca. +7,5 m sopra il livello del mare attuale, ci furono, molto probabilmente, episodi di *heat-waves* nel Mediterraneo simili a quelli attuali. Dunque, l'indagine su processi adattativi come questo in *C. caespitosa* contribuiscono a comprendere meglio le condizioni climatiche passate, e di conseguenza, le dinamiche climatiche future.

Bibliografia

- AGUIRRE J., JIMÉNEZ A. (1998) - Fossil analogues of present-day *Cladocora caespitosa* coral banks: Sedimentary setting, dwelling community, and taphonomy (Late Pliocene, W Mediterranean). *Coral Reefs*, **17**:203–213.
- AMOROSI A., ANTONIOLI F., BERTINI A., MARABINI S., MASTRONUZZI G., MONTAGNA P., NEGRI A., ROSSI V., SCARPONI D., TAVIANI M., ANGELETTI L., PIVA A., VAI G.B. (2014) - The Middle–Upper Pleistocene Fronte Section (Taranto, Italy): An exceptionally preserved marine record of the Last Interglacial. *Global Planet. Change*, **119**: 23-38.
- KERSTING D.K., LINARES C. (2012) - *Cladocora caespitosa* bioconstructions in the Columbretes Islands Marine Reserve (Spain, NW Mediterranean): distribution, size structure and growth. *Mar. Ecol.*, **33**: 427–436.
- KERSTING D.K., LINARES C. (2019) - Living evidence of a fossil survival strategy raises hope for warming-affected corals. *Sci. Adv.*, **5**: eaax2950.
- KERSTING D.K., CEFALÌ M.E., MOVILLA J., VERGOTTI M.J., LINARES C. (2023) - The endangered coral *Cladocora caespitosa* in the Menorca Biosphere Reserve: Distribution, demographic traits and threats. *Ocean Coast. Manag.*, **240**: 106626.
- MASTROTOTARO F., TURSI A., LOGRIECO A., CHIMIANTI G. (2023) - Preliminary assessment of *Cladocora caespitosa* population at Tremiti Islands Marine Protected Area (Southern Adriatic Sea). Proceedings of *IEEE International Workshop on Metrology for the Sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea)*: 88-93.
- SILENZI S., BARD E., MONTAGNA P., 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 Planet. Change*, **49** (1–2): 94-120.