

MODIFICAZIONI GEOMORFICHE CONTROLLATE DALLA DEPOSIZIONE DI TRAVERTINO

C. Violante ⁽¹⁾ - V. Ferreri ⁽¹⁾ - B. D'Argenio ⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾ Dip.to di Scienze della Terra, Università di Napoli "Federico II", Napoli

⁽²⁾ Istituto di Ricerca "Geomare Sud", CNR, Napoli

ABSTRACT - *Geomorphic modifications controlled by travertine deposition* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 9(1), 213-216 - Travertines are freshwaters-deposited carbonate rocks that form self-regulating systems able to modify the morphological features of their depositional sites. Travertine deposition is controlled by the complex interaction among physical, chemical and biological factors, and by the environmental modifications resulting from sedimentation. Ultimately, travertine sedimentary organization is controlled by continued feed-back loops among processes and products which increase the complexity of depositional system over time. Geomorphic modifications controlled by travertines are mainly due to early lithification and rapid upward growth characterizing these deposits. Owing to these features travertine deposition transforms original slopes into gently inclined flat areas (*travertine terraces*) limited downhill by steeper slopes, eventually evolving into subvertical escarpments. The latter, which may simulate erosional terraces, develop as the process of encrustation significantly decreases downcurrent, and do not correlate with the lowering of base level. Travertine systems may develop either along longitudinal profiles of rivers, laterally constrained by steep-sided valleys (*Barrage Travertine Systems*), transforming the river into a series of lakes connected by waterfalls (e. g. Plitvice, Croatia) or downstream along slopes (*Slope Travertine Systems*). These latter form wedge-shaped sedimentary bodies with thickest accumulation downstream, transforming the original water flow into a system of suspended channels and ponds, which eventually evolve into very shallow lakes behind waterfalls (e. g. Rocchetta-al-Volturno, Volturno River Spring).

Parole chiave: Travertino, ambienti sedimentari, geomorfologia, Quaternario
Keywords: Travertine, sedimentary environment, geomorphology, Quaternary

1. INTRODUZIONE

I travertini sono sistemi carbonatici continentali capaci di modificare i luoghi di deposizione e i relativi caratteri ambientali sia da un punto di vista morfologico che tessiturale ed ecologico. La loro deposizione è controllata dalla complessa interazione tra i fattori fisici, chimici e biologici da un lato e le modificazioni geomorfologiche dovute alla loro deposizione dall'altro. L'organizzazione sedimentaria dei depositi di travertino è regolata, in ultima analisi, dalla continua interazione tra processi e prodotti che aumenta la complessità del sistema deposizionale nel tempo (Violante *et al.*, 1993a; 1994).

In Italia i travertini sono stati ampiamente utilizzati come materiale da costruzione fin dal periodo greco e romano, dal momento che essi vi affiorano estesamente. In particolare la città greca di *Paestum* (Salerno) fu costruita su di un terrazzo di travertino, utilizzando travertino e fu infine fossilizzata da questi stessi depositi durante il periodo Paleocristiano (Violante *et al.*, 1993b). I travertini sono stati ampiamente cavati fino agli anni cinquanta, e attualmente sono ancora usati come pietra ornamentale negli edifici moderni.

La deposizione di travertino può essere associata a sorgenti caratterizzate da diversi valori della temperatura. Questo parametro ambientale esercita un controllo primario sulle caratteristiche tessiturali dei depositi risultanti, in quanto regola la natura della componente biologica su cui si sviluppano i processi di incrostazione primaria. Ad esso sono inoltre correlabili i valori della concentrazione di carbonato di calcio presentati dalle acque di deposizione. In questo modo, sulla base del riconoscimento di specifiche tessiture e strutture sedimentarie sarà possibile distinguere, nell'analisi dei sistemi fossili, depositi di travertino di acque a temperatura

ambiente da depositi di travertino di acque calde.

La discussione qui di seguito sviluppata si basa principalmente su ricerche eseguite su sistemi di travertino di acque a temperatura ambiente affioranti in Italia centro-meridionale (Buccino *et al.*, 1987; D'Argenio *et al.*, 1981; 1983; D'Argenio & Ferreri, 1992; Brancaccio *et al.*, 1986; 1992;).

2. CONTROLLO BIOLOGICO E CARATTERI AMBIENTALI

Gli organismi giocano un ruolo fondamentale nella formazione dei travertini di acque a temperatura ambiente, in quanto rappresentano le principali sagome su cui precipitano le incrostazioni carbonatiche primarie e lasciano quindi un'impronta specifica nei risultanti depositi. Di conseguenza la presenza e la composizione degli organismi influenzano i caratteri delle facies e il tasso di sedimentazione dei depositi di travertino. Inoltre lo sviluppo di comunità lussureggianti produce un elevato controllo biologico sulla formazione di questi depositi in termini di caratteristiche tessiturali e di rapporto tra precipitati biotici/abiotici.

Lo stretto legame esistente tra bio- e litofacies risulta evidente nella seguente classificazione tessiturale (Ferreri, 1985) che divide i depositi di travertino in due gruppi principali: travertini autoctoni e travertini clastici.

I **travertini autoctoni** sono formati da organismi bentonici incrostati in situ che costituiscono l'impalcatura rigida dei depositi di travertino. Sulla base del contenuto biologico e della taglia degli organismi sono stati distinti tre gruppi diversi di travertini autoctoni: travertini stromatolitici, travertini microermali e travertini fitoermali.

I travertini stromatolitici sono formati da lamine più o meno lateralmente continue, spesse da 1 a 10 mm,

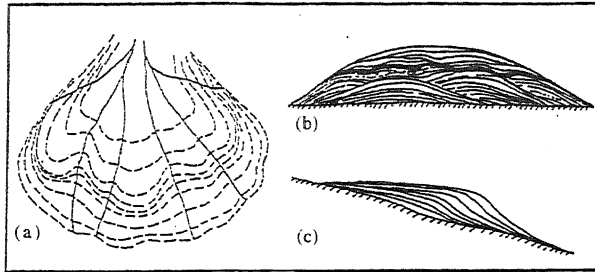


Fig. 1 - Sistema di canali di travertino sospesi. Il disegno mostra (a) pianta, (b) sezione perpendicolare al pendio e (c) sezione parallela al pendio di un accumulo di travertino. Le linee tratteggiate e le linee continue in (a) rappresentano curve di livello e flussi lineari rispettivamente. La parte superiore della sezione (b) al di sopra della linea spessa rappresenta lo stadio di sviluppo finale di un sistema di canali di travertino sospesi e non è riportata in (a).

System of suspended travertine-depositing channels. (a) = plan view; (b) = section perpendicular to the slope; (c) = section parallel to the slope. Dashed and solid lines in (a) indicate contour lines and linear flow paths, respectively. The upper part of section (b) above the thick solid line, represents the latest stage of a system of suspended travertine channels and is not reported in (a).

originare dall'incrostazione di tappeti algali.

I travertini microermali sono composti da organismi di taglia millimetrica e centimetrica (principalmente muschi e macroalga) incrostate in posizione di crescita. Essi possono presentarsi sottilmente stratificati o sotto forma di lenti larghe da pochi centimetri a pochi decimetri caratterizzate da una tessitura a microtubuli intrecciati.

I travertini fitoermali sono costituiti da piante acquatiche di dimensioni maggiori (generalmente muschi di grande taglia o fanerogame), tipicamente caratterizzati dalla presenza di vuoti che possono raggiungere i 10 cm³. Anche i travertini fitoermali possono mostrare sia un'organizzazione lentiforme che laminare.

I **travertini clastici** consistono di frammenti di piante incrostate (fitoclasti) spesso isoorientati lungo la direzione dell'originario flusso delle acque. Sulla base del contenuto in sabbia calcarea sono stati distinti quattro gruppi di litofacies clastiche: travertini fitoclastici (frazione sabbiosa 0-10%), calcareniti-calciruditi fitoclastici (frazione sabbiosa 50-90%) e sabbie calcaree (90-100%). Una particolare litofacies clastica è rappresentata dai travertini bibliolitici costituiti da pacchi di foglie incrostate.

Associazioni di litofacies. Allo stato attuale delle nostre conoscenze sono state riconosciute quattro principali associazioni di litofacies a cui è possibile attribuire un significato ambientale (D'Argenio & Ferreri, 1987; Golubic *et al.*, 1993; Violante *et al.*, 1994). Tale operazione è stata effettuata sulla base sia delle suddette caratteristiche tessiture che delle strutture sedimentarie presentate di volta in volta dai depositi di travertino (Fig. 1).

Se ci si sposta da sistemi di travertino di acque a temperatura ambiente a sistemi di travertino di acque calde, le alte temperature e l'elevato disequilibrio tra carbonato disciolto e CO₂ atmosferica che caratterizza le sorgenti calde, favoriscono sia un rapporto più basso tra precipitazione organica/inorganica di carbonato che condizioni ambientali ostili allo sviluppo rigoglioso della vita,

dando origine a depositi molto meno porosi e con specifiche tessiture e strutture sedimentarie. Inoltre l'elevato disequilibrio chimico induce un accumulo più veloce dei travertini di acque calde (e quindi modificazioni geomorfiche più rapide) rispetto a quelli di acque a temperatura ambiente.

3. MODIFICAZIONI GEOMORFICHE

Da quanto detto finora risulta evidente che i travertini di acque a temperatura ambiente possono essere definiti come *depositi carbonatici scheletrici* caratterizzati da elevati tassi di crescita verticale. Inoltre la loro litificazione, come per i carbonati di origine marina, avviene molto precocemente dando origine a corpi sedimentari che tendono a stabilizzarsi su angoli di riposo molto elevati. A questi caratteri, derivanti dalla natura sedimentaria dei travertini, sono principalmente imputabili le modificazioni morfologiche legate alla formazione di questi depositi.

L'accumulo di depositi di travertino ha un differente impatto geomorfologico in relazione alla morfologia degli originari luoghi di deposizione. I sistemi deposizionali dei travertini possono svilupparsi sia lungo pendii più meno inclinati (e.g. Rocchetta a Volturno, sorgenti del Fiume Volturno) sia lungo il profilo longitudinale di corsi d'acqua limitati da pareti più o meno acclivi (e.g. Plitvice, Croatia).

Nel primo caso i travertini formano corpi sedimentari cuneiformi con i massimi spessori verso valle, trasformando inizialmente i flussi d'acqua in un sistema di canali sospesi (Fig. 2) con intercalazioni di piccole pozze e, nelle fasi finali della deposizione, dando origine a superfici suborizzontali coperte da laghi poco profondi limitati verso valle da rapide e/o cascate (*travertini di pendio*).

Nel secondo caso il flusso delle acque viene rallentato da barriere di travertino che si estendono da un lato all'altro della valle. L'azione delle barriere trasforma il fiume in una serie di laghi connessi da rapide o cascate (*travertini di sbarramento vallivo*).

In entrambi i casi le modificazioni morfologiche derivanti dalla deposizione di travertino trasformano i pendii originari in superfici suborizzontali (*terrazzi di travertino*), limitate verso valle da pendii acclivi che tendono ad evolvere in scarpate subverticali. Le superfici suborizzontali, che possono simulare terrazzi erosionali, si sviluppano quando i processi di incrostazione diminuiscono significativamente lungo il flusso delle acque e non sono correlabili a fasi di abbassamento del livello di base. Inoltre, se osservati in pianta, i *travertini di pendio* rivelano una morfologia di conoide con apice rivolto verso le originarie sorgenti, mentre i *travertini di sbarramento vallivo* formano terrazzi allungati, lateralmente limitati da versanti più o meno acclivi.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Brancaccio L., D'Argenio B., Ferreri V., Preite Martinez M., Stanzione D. & Turi B., 1986 - *Caratteri tessiture e geochimici dei travertini di Rocchetta a Volturno (Molise)*. Boll. Soc. Geol. It., **105**, 265-277.
 Brancaccio L., D'Argenio B., Ferreri V., Stanzione D., Taddeucci A., Voltaggio M., 1992 - *I travertini di*


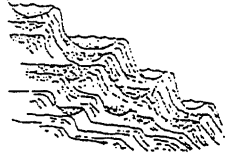

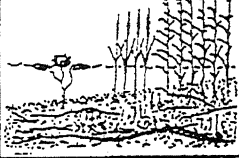
ASSOCIAZIONI di LITOFACIES	1. Travertini Microermali Travertini Stromatolitici Travertini Fitoclastici	2. Travertini Micro-fitoermali Travertini Stromatolitici Sabbie Travertinose	3. Travertini Fitoermali (Briofite) Travertini Microermali	4. Sabbie Travertinose con intercalazioni di Travertini Fitoclastici Travertini Micro-fitoermali
CORPI SEDIMENTARI	Corpi cuneiformi irregolarmente stratificati con fitostrutture inclinate verso valle	Corpi irregolarmente stratificati con strati sabbiosi lentiformi (derivanti da piccole vasche intercalate)	Archi e drappi stratiformi con giacitura suborizzontale	Corpi sabbiosi tabulari con intercalazioni lentiformi di travertino
FOSSILI (inclusi i supporti vegetali)	Algh e Cianobatteri "cuscini" di muschi Macrofite	Algh e Cianobatteri "cuscini" di muschi	Muschi pendenti Cianobatteri e Algh e	Ostracodi, gasteropodi polmonati, carofite (oogoni e frustoli)
AMBIENTI SEDIMENTARI	Pendii 	Gradinata di vasche 	Cascate e rapide 	Laghi poco profondi e piccole paludi 

Fig. 2 - Principali associazioni di litofacies e corrispondenti paleoambienti dei travertini di acque a bassa temperatura dell'Italia meridionale.
Principal lithofacies associations of Southern Italy ambient water travertines and corresponding palæoenvironments.

Rocchetta a Voltumo (Molise). Datazioni con ^{230}Th e modello deposizionale. Mem. Soc. Geol. It., **41**, (1988), 673-683.

Buccino G., D'Argenio B., Ferreri V., Brancaccio L., Ferreri M., Panich, C., Stanzione D., 1978 - *I travertini della bassa Valle del Tanagro (Campania): studio geomorfologico, sedimentologico e geochimico*. Boll. Soc. Geol. It., **97**, 617-646.

D'Argenio B., Ferreri V., 1987 - *A brief outline of sedimentary models for Pleistocene travertine accumulation in Southern Italy*. Rend. Soc. Geol. It., **9**(2), 167-170.

D'Argenio B. & Ferreri V., 1992 - *Ambienti di deposizione e litofacies dei travertini quaternari dell'Italia centro-meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 861-868.

D'Argenio B., Ferreri M., Ferreri V., Stanzione D., 1981 - *Travertines of Southern Italy. Texture, geochemistry and sedimentary model*. I.A.S. 2nd European Meet., Abs.

D'Argenio B., Ferreri V., Stanzione D., Brancaccio L. & Ferreri M., 1983 - *I travertini di Pontecagnano (Campania). Geomorfologia, sedimentologia geochimica*. Boll. Soc. Geol. It., **102**, 123-136.

Ferreri V., 1985 - *Criteri di analisi di facies e classificazione dei travertini pleistocenici dell'Italia meridionale*. Rend. Acc. Scienze Fis. e Mat., **52**, Napoli, 47 pp.

Golubic S., Violante C., Ferreri V., D'Argenio B., 1993 - *Algal control and early diagenesis in Quaternary travertine formation (Rocchetta a Voltumo, Central Apennines)*. Spec. Vol. Boll. Soc. Paleont. It., **1**,

231-247.

Violante C., D'Argenio B., Ferreri V., 1993a - *Paestum: fossilization of the ancient town by travertines*. In: *From the lost Lagonegro basin to the present Tyrrhenian* (Ed. B. D'Argenio et al.). 4th Workshop of the I.L.P. Task Force: "Origin of Sedimentary basins", Benevento, Guide Book to the Field Trip, 135-138.

Violante C., D'Argenio B., Ferreri V., Golubic S., 1993b - *Freshwater Quaternary stromatolites and associated organogenic carbonate: hydrodynamic and biological control*. G.S.A. Ann. Conv. Boston, Abs. with Program, A-356

Violante C., D'Argenio B., Ferreri V., Golubic S., 1994 - *Quaternary travertines at Rocchetta a Voltumo (Isernia, Central Italy). Facies analysis and sedimentary model of an organogenic carbonate system*. I.A.S. 15th Reg. Meet., 13-15 April 1994, Ischia, Guide Book to the Field Trips, 3-23.

Ms. ricevuto : 15 giugno 1996

Inviato all'A. per la revisione: 28 giugno 1996

Testo definitivo ricevuto : 22 luglio 1996

Ms received: June 15, 1996

Sent to the A. for a revision: June 28, 1996

Final text received: July 22, 1996