

# GEOLOGI e TERRITORIO

Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia

ISSN: 1974-1189

**LA MALACOFUNA DELL'OLIGOCENE SUPERIORE DEI DINTORNI  
DI OTRANTO E DI ALTRI AFFIORAMENTI DEL SALENTO LECCESE**

**Odoardo Girotti, Daniela Esu**

**SULLO SPOSTAMENTO DI MASSI COSTIERI  
CAUSATO DA ONDE "ESTREME" (COSTA IONICA SALENTINA)**

**Luca Ciricugno, Marco Delle Rose, Corrado Fidelibus, Luca Orlanducci, Mauro Mangia**

Poste Italiane s.p.a. - Spedizione in abbonamento postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 comma 1, DCB BA



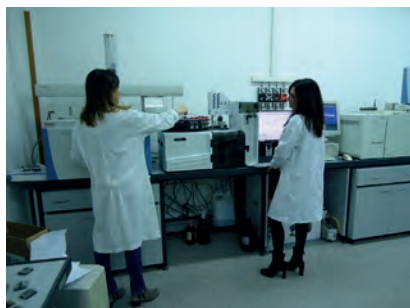


# Centro Analisi Ambientali S.r.l.



Laboratorio di Ricerca e Analisi Chimiche  
Fisiche e Batteriologiche - Acqua - Aria - Terreni  
Rifiuti - Fanghi - Amianto - Radon - Rumori

**20 anni di attività professionale effettuata con impegno  
nella ricerca, controllo ed analisi ambientali**



**Centro Analisi Ambientali è inoltre Società di consulenza su varie tematiche ambientali:**

- Siti inquinati: piani di caratterizzazione, monitoraggio, analisi del suolo; in Atmosfera;
- Valutazione di impatto delle Emissioni in Atmosfera;
- Studio di Dispersione degli Inquinanti con modello tridimensionale tipo CALPUFF;
- Valutazione Previsionale di Impatto Acustico, definizione della mappa di rumorosità secondo le norme ISO 1996/1, 1996/2, 9613/2;
- Piani di Monitoraggio ambientale sulle matrici acqua, aria e suolo;
- Valutazioni ambientali: VIA - VAS - AUA - AIA;
- Campionamenti ambientali ed in condotto.

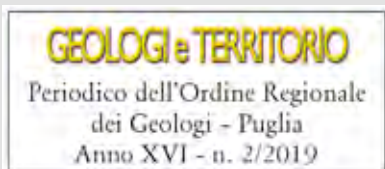


**Preventivi gratuiti e personalizzati  
Sconti particolari ai geologi.**



## Centro Analisi Ambientali S.r.l.

Via F.lli Bandiera ang. G. Tell - 73042 Casarano (LE) - tel/fax 0833 513525  
www.centroanalisiambientali.com e-mail: amministrazione@centroanalisiambientali.com  
Cod. Fisc. e P.I. 03208850754



*Direttore editoriale:*  
Valletta Salvatore

*Direttore responsabile:*  
Alfarano Espedito

*Comitato di redazione:*  
Amedei Giovanna, Dibenedetto Michele,  
De Razza Tiziana, Bonora Davide,  
d'Amico Nicola A., Ieva Maria Costantina,  
Quarta Giovanni, Tanzarella Vincenzo,  
Valletta Salvatore

*Comitato scientifico:*  
Baldassarre Giuseppe, Borri Dino,  
Bruno Giovanni, Capolongo Domenico,  
Cotecchia Federica, Del Gaudio Vincenzo,  
Dellino Pierfrancesco, Di Fazio Antonio,  
Fornelli Annamaria, Gallicchio Salvatore,  
Leucci Giovanni, Monterisi Luigi,  
Negri Sergio, Pagliarulo Rosa,  
Paglionico Antonio, Polemio Maurizio,  
Ricchetti Giustino, Sabato Luisa, Sansò Paolo,  
Santaloia Francesca, Simeone Vincenzo,  
Spilotro Giuseppe, Walsh Nicola

*Coordinamento scientifico:*  
Quarta Giovanni, Valletta Salvatore

*Segreteria di redazione:*  
Ieva Maria Costantina, Spizzico Silvio

*Redazione, Amministrazione e Pubblicità:*  
Ordine dei Geologi - Puglia  
Via Junipero Serra, 19 - 70125 Bari  
www.geologipuglia.it - info@geologipuglia.it

*Stampa:*  
Sagraf Srl - Z.I. Capurso (BA)

Autorizzazione del Tribunale di Bari:  
n. 29 del 16.06.2004

Chiuso in tipografia il 23 dicembre 2019

## SOMMARIO

2

Editoriale del Presidente dell'ORG - Puglia  
*Salvatore Valletta*

3

LA MALACOFUNA DELL'OLIGOCENE  
SUPERIORE DEI DINTORNI DI OTRANTO  
E DI ALTRI AFFIORAMENTI  
DEL SALENTO LECCESE  
*Odoardo Girotti, Daniela Esu*

15

SULLO SPOSTAMENTO DI MASSI COSTIERI  
CAUSATO DA ONDE "ESTREME"  
(COSTA IONICA SALENTINA)  
*Luca Ciricugno, Marco Delle Rose, Corrado Fidelibus,  
Luca Orlanducci, Mauro Mangia*



Foto di copertina:  
Massi embriacati all'interno di una  
"spummulata" (dolina di crollo); tratto di  
costa a nord di Torre Sant'Isidoro, Nardò.  
(Foto di M. Delle Rose).

*Si chiude un altro anno di lavoro ed il primo bilancio è relativo alle sistematiche azioni di tutela della professione del geologo, figura trascurata nell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni e nel lavoro quotidiano che vede sempre più spesso la mancata distinzione, da parte degli Enti pubblici, tra competenze professionali e competenze imprenditoriali.*

*Emblematico è il caso di alcune gare d'appalto di servizi tecnici di ingegneria e architettura del Commissario di Governo delegato per la mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Puglia che ingloba le indagini geognostiche e prove di laboratorio nel novero delle prestazioni accessorie complessivamente richieste all'operatore economico, e dunque senza operare un'individuazione precisa degli interventi, tanto meno una loro apposita quantificazione economica.*

*Ciò appare del tutto illegittimo, dal momento che la Stazione Appaltante avrebbe dovuto, invece, fornire agli operatori economici un apposito Piano delle indagini geognostiche che, consentisse di verificarne l'entità sia sotto il profilo tecnico (tipologia e consistenza degli interventi da effettuare) che sotto quello economico (costo delle indagini).*

*È nota, invero, l'estrema importanza che deve attribuirsi all'espletamento di approfondite indagini geognostiche, soprattutto negli interventi volti alla valutazione di aree a rischio idrogeologico. Esse sono assolutamente necessarie al fine della redazione della Relazione geologica, e devono essere alla base delle valutazioni che poi opererà il Geologo nel proprio elaborato, come stabilito al punto 6.2.1. delle NTC 2018.*

*L'Ordine dei Geologi della Puglia, d'intesa con il Consiglio Nazionale dei Geologi, si è visto costretto quindi ad impugnare un bando di gara del Commissario di Governo sia in primo grado che in appello (la sentenza del TAR ha sbrigativamente respinto il ricorso senza affrontare nel merito il nocciolo della questione, appiattendosi sulla tesi di comodo della discrezionalità dell'Amministrazione).*

*Questa onerosa azione a tutela della categoria viene svolta nell'interesse collettivo e della qualità della progettazione, sia in termini prestazionali sia di sicurezza, evidenziando come le indagini geognostiche siano di importanza fondamentale al fine di predisporre la Relazione geologica, alla base di una corretta progettazione geotecnica indispensabile alla comprensione dei complessi fenomeni che investono le aree interessate da dissesto idrogeologico, e operare corrette ed efficaci scelte progettuali.*

*Un sentito ringraziamento va a tutte le colleghe e i colleghi che hanno contribuito a diffondere la cultura geologica e della prevenzione, presso le numerose scuole pugliesi, partecipando alle attività della 7<sup>a</sup> edizione della "Settimana del Pianeta Terra" e della 3<sup>a</sup> edizione de "La Terra vista da un professionista: a scuola con il Geologo".*

*Come ogni anno auguro a voi e alle vostre famiglie un ottimo 2020 con l'allegato calendario, realizzato con le foto vincitrici della decima edizione del concorso fotografico "Passeggiando tra i paesaggi geologici della Puglia".*

Bari, dicembre 2019

Salvatore Valletta

## LA MALACOFUNA DELL'OLIGOCENE SUPERIORE DEI DINTORNI DI OTRANTO E DI ALTRI AFFIORAMENTI DEL SALENTO LECCESE

Odoardo Girotti<sup>1</sup>, Daniela Esu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sapienza Università di Roma, Piazzale A. Moro 5, 00185 Roma - odoardo.girotti@gmail.com

<sup>2</sup> Sapienza Università di Roma, Piazzale A. Moro 5, 00185 Roma - daniela.esu@fondazione.uniroma1.it

### SOMMARIO

Vengono qui presentati i risultati di ricerche stratigrafiche e paleontologiche, condotte nel Salento leccese dagli anni Novanta fino al 2018, anche in collaborazione con colleghi delle università di Siena, Bari e Lecce. In particolare, si trattano i molluschi raccolti nella Formazione di Galatone, Oligocene superiore, soprattutto dalle sezioni di Otranto, Monte Vergine e Galatone: sono 20 specie, 17 gasteropodi e 3 bivalvi; fra i primi sono state individuate sette specie nuove per la letteratura e si è scelto di attribuir loro nomi specifici riguardanti il territorio pugliese ed il salentino in particolare. Alcuni esemplari di questa fauna sono stati donati al Museo Paleontologico di Maglie. La sezione di Otranto è annoverata fra i geositi referenziati della Puglia ([www.geositipuglia.eu](http://www.geositipuglia.eu)) e rientra, secondo la Società Paleontologica Italiana, tra i siti di interesse per il patrimonio paleontologico italiano (<http://paleoitalia.org/places/>).

Essendo buoni indicatori di facies e di età, lo studio di questi organismi ha contribuito in modo sostanziale alla collocazione cronologica ed alla definizione delle oscillazioni di facies cui è stata sottoposta la Formazione durante la sua deposizione.

### INTRODUZIONE

Nel Salento meridionale le successioni stratigrafiche affioranti sono formazioni a limiti inconformi, corrispondenti a cicli sedimentari costituiti, dal Cretacico al Quaternario, da depositi marini di piattaforma, transizionali e, più raramente, da sedimenti continentali (BOSELLINI *et al.* 1999). Tra esse, le oligoceniche Calcareniti di Porto Badisco e la miocenica Pietra Leccese furono a lungo considerate le uniche formazioni racchiuse nell'intervallo cronologico Oligocene superiore-Miocene inferiore (LARGAIOLLI *et al.* 1966; ROSSI 1969). Successivamente, BOSSIO *et al.* (1998) ed ESU *et al.* (1994) individuarono un'ulteriore unità, la Formazione di Galatone (Chattiano), costituita da sedimenti continentali e salmastri. Questa formazione affiora in diversi siti (Fig. 1) del Salento meridionale (BOSSIO *et al.* 1989, 1991, 2006; IANNONE 1999; RICCHETTI *et al.* 1999; MARGIOTTA & RICCHETTI 2002).

Per l'ottima esposizione, la sezione stratigrafica affiorante nella ex miniera di bauxite presso Otranto (Fig. 2) è stata oggetto di un'accurata campionatura, volta al riconoscimento della sua fauna a molluschi, e quindi attribuita alla Formazione di Galatone per affinità paleonto-

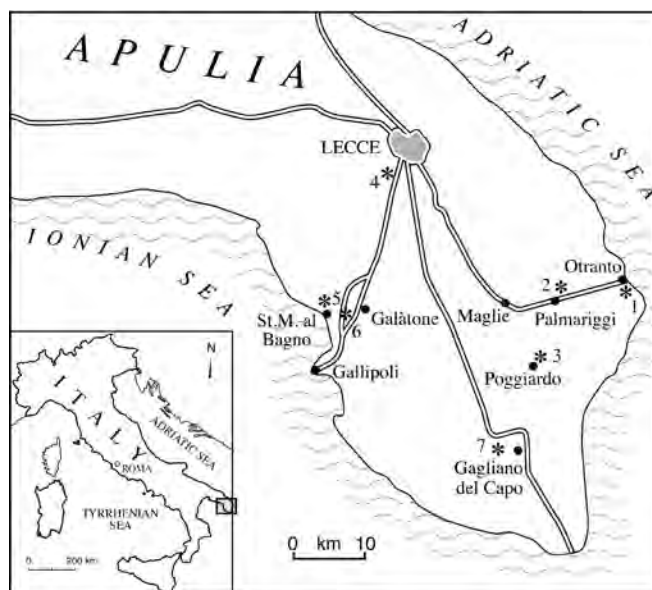


Figura 1 - Mappa degli affioramenti della Formazione di Galatone (Oligocene superiore) nel Salento. 1, ex miniera di bauxite presso Otranto. 2, Monte Vergine (Palmariggi). 3, Serra di Poggiardo. 4, dintorni di Lecce. 5, Santa Maria al Bagno. 6, Galatone. 7, Gagliano del Capo. \* Affioramenti di bauxite.

logica, di facies e per la giacitura rispetto alle sottostanti bauxiti (ESU *et al.* 2005, ESU & GIROTTI 2010, 2019). Ben esposta, vi affiora una successione composta da strati continentali, salmastri e marini, separati dai sottostanti calcari cretacei, fortemente alterati, da uno spessore di diversi metri di un paleosuolo bauxitico, di colore rossastro ed ocraceo, ricco di noduli e pisoliti bauxitiche. La successione stratificata di circa 14 m di spessore è stata suddivisa in 22 livelli, numerati dal basso verso l'alto. Di seguito si fornisce una descrizione dei 22 livelli riconosciuti.

### LA SEZIONE DI OTRANTO

1 e 2. 20-30 cm di pisoliti bauxitiche disperse in una matrice nera argillosa (livello 1) ed in una carboniosa (livello 2).

3. 15 cm di argilla grigio scura, sterile.

4. 10 cm di lignite massiva.

5. 10 cm di marna grigia dura con abbondanti gasteropodi oligoalini (Neritidae, Hydrobiidae, Planorbidae).

6. 15-20 cm di lignite massiva.

7. 200 cm di marna grigio scura, riccamente fossilifera (Potamididae dominanti, Batillariidae, Stenothyridae,



Figura 2 - Sezione della ex miniera di bauxite presso Otranto. La copertura rossa sommitale è materiale di risulta. La persona accanto alla barra nera dà l'idea delle proporzioni.

bivalvi, foraminiferi, ostracodi); nei centimetri sommitali diminuisce il contenuto in fossili.

8. 3-4 cm di marna con gesso e rari fossili (Hydrobiidae e Corbiculidae).

9. 30 cm: 15 cm di argilla grigia con gesso, sterile, poi 15 cm di lignite con abbondanti gasteropodi d'acqua dolce (Neritidae, Hydrobiidae, Planorbidae).

10. 15 cm di argilla con sottili lamine carboniose, contenenti abbondanti gasteropodi dulcicoli e salmastri, bivalvi (Neritidae, Hydrobiidae, Thiaridae, Dreissenidae) e foraminiferi.

11. 130 cm: un sottile letto di 3-5-cm di Littorinidae (gusci di *Tectarius*) inglobato in matrice argilloso-marnosa giace alla base di marne grigie (livello 11a) ricche di gasteropodi (Littorinidae, Potamididae, Batillariidae), bivalvi (Corbiculidae) e foraminiferi; al tetto (livello 11b) circa 30 cm di argilla carboniosa laminata con molti gusci deformati di molluschi d'acqua dolce (Neritidae).

12. 35-40 cm di marna mal stratificata e con calchi mal conservati di Corbiculidae (*Polymesoda*).

13. 200 cm e più di marne, accessibili solo in parte ed alternate con livelli più calcarei contenenti soprattutto *Polymesoda* e foraminiferi.

14. 45 cm di un impasto di noduli bauxitici con abbondanti resti di granchi, foraminiferi, calchi di Hydrobiidae, Potamididae e Corbiculidae in matrice marnosa grigia e gialla; i 15 cm sommitali sono un crostone calcareo a *Polymesoda*.

15. circa un metro di marna e calcare, con abbondanti *Polymesoda*, su parete verticale non campionabile.

16. 150 cm di un paleosuolo tipo pseudogley (16a) con abbondanti tracce di radici, spesso carboniose; al tetto (16b) 10-12 cm di lignite laminata con abbondanti taxa

d'acqua dolce (Neritidae, Hydrobiidae, Dreissenidae).

17. 30 cm di marna bianco giallastra con lamine ossidate rossastre, contenente abbondanti Hydrobiidae, frammenti di Potamididae e *Theodoxus*, il quale è più frequente nei 10 cm inferiori; letto e tetto sono croste indurite.

18. 120 cm di paleosuolo, argilloso-scaglioso (pseudogley?), privo di fossili (18b); la base (18a) ed i due centimetri al tetto (18c) sono carboniosi con taxa dulcicoli (Neritidae, Thiaridae, Dreissenidae).

19. 10 cm di marna gialla fossilifera contenente una mistura di molluschi salmastri frantumati e foraminiferi.

20. 10 cm di paleosuolo sterile troncato da una faglia normale.

21. 100 cm di marna calcarea gialla con gasteropodi marino-salmastri, frammenti di bivalvi marini, foraminiferi.

22. 70 cm di marna gialla con coralli, aculei di echinoidi, bivalvi e gasteropodi marini schiacciati, ostracodi e foraminiferi.

#### DESCRIZIONE DELLA FAUNA A MOLLUSCHI

GASTEROPODI: *Theodoxus subangularis*, *Neritina picta*, *Batillaria pupaeformis*, *Granulolabium plicatum*, *Mesohalina margaritacea*, *Potamides papaveraceus*, *Terebralia subcorrugata*, *Melanoides winkleri*, *Turritella thetis*, *Tectarius (E.) jappigiae*, *Hydrobia dubuissonii hydruntina*, *Hydrobia galatoniana*, *Hydrobia ionica*, *Pseudamnicola messapica*, *Pseudamnicola palmariggii*, *Stenothyrella salentina*, *Stenothyrella* sp.

BIVALVI: *Anadara* cf. *aquitana*, *Chama gryphoides austriaca*, *Polymesoda convexa*.

Abbreviazioni nel testo. H= altezza, W= larghezza.

*Theodoxus subangularis* (SANDBERGER, 1860)  
(Tavola 1, Figure Aa, Ab, Ac)

1860 *Neritina subangularis* SANDBERGER: 154, pl. 20, figs 14-14a.

1863 *Neritina callifera* SANDBERGER: 155, pl. 7, figs 12b-c (non SOWERBY, 1824).

1919a *Theodoxus hassiaca* [sic!] WENZ: 75.

1984 *Vitta subangularis* – KADOLSKY: 196.

2001 *Theodoxus subangularis* – BANDEL: 85.

2009 *Neritina* (s.l.) *subangularis* – OTT *et al.*: 157, pl. 5, figs 30-33.

2010 *Theodoxus* (*Neritaea*) *hassiacus* – ESU & GIROTTI: 142, pl. 1, figs 1-5.

**Località tipo:** St. Johann, presso Wörrstadt (Renania-Palatinato); Calcari a Cerizi, Chattiaco – Aquitaniano.

**Materiale:** Circa cento esemplari, Chattiaco, ex miniera di bauxite presso Otranto.

**Osservazioni:** L'opercolo è provvisto di due apofisi sul lato columellare (Tavola 1, Fig. Ac), caratterizzanti il sottogenere *Theodoxus* (*Neritaea*) (cf. ESU & GIROTTI 1975 e BANDEL 2001). **Dimensioni** (medie): H = 6.5 mm, W = 7 mm.

**Ecologia:** Nella sezione di Otranto *T. subangularis* è associato a taxa ipoalini nei livelli lignitici, ma a specie oligo-mesoaline nelle marne (ESU & GIROTTI 2010).

**Distribuzione:** Oligocene superiore-Miocene inferiore (Chattiaco-Aquitaniano), Germania (Renania Palatinato) (WENZ 1929, OTT *et al.* 2009); Oligocene superiore (Chattiaco), Puglia (ESU & GIROTTI 2010).

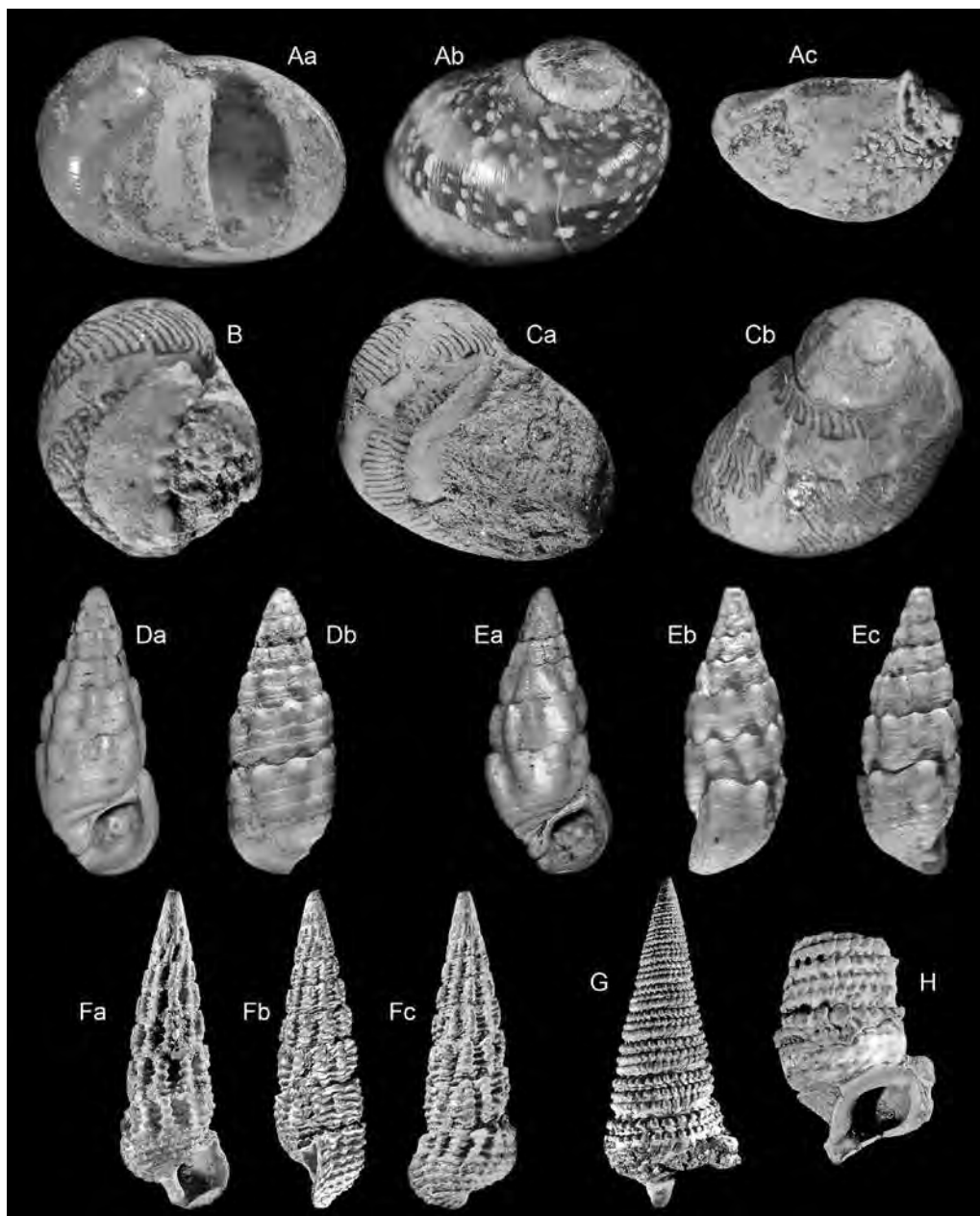


Tavola 1 - *Theodoxus subangularis*. H = 6 mm. Aa, Ab: vista aperturale e apicale; Ac: H = 2.5 mm, opercolo con due apofisi. *Vitta picta*. B: H = 3 mm, vista aperturale con dentellatura sul margine della callosità columellare; Ca, Cb: H = 4.5 mm, vista aperturale e apicale. *Batillaria pupaeformis*. H = 7 mm. Da, Db: vista frontale e posteriore; Ea, Eb, Ec: vista frontale, laterale e postero-laterale. *Granulolabium plicatum*. H = 22 mm. Fa, Fb, Fc: vista frontale, laterale e posteriore. *Mesohalina margaritacea*. H = 45 mm. G: vista aperturale; H: esemplare con apertura parzialmente conservata.

*Vitta picta* (FÉRUSSAC, 1823a)  
(Tavola 1, Figure B, Ca, Cb)

- 1823a *Neritina picta* FÉRUSSAC: 22, pl. 2, figs 4-7.  
2001 *Agapilia picta* – HARZHAUSER & KOWALKE: 356, figs 5-8(?).  
2001 *Vitta picta* – LOZOUET *et al.*: 20, pl. 5, figs 6-9.  
2010 *Neritina picta* – ESU & GIROTTI: 142, pl. 1, figs 6-9 (cum synon.).  
2013 *Agapilia picta* – LANDAU *et al.*: 36, pl. 2, figs 11-14, pl. 54, fig. 7.

**Località tipo:** Dax (Francia); Aquitaniano.

**Materiale:** Pochi esemplari, Chattiano, ex miniera di bauxite presso Otranto.

**Osservazioni:** Specie assai variabile nel disegno dell'ornamentazione. Varie proposte sono state avanzate circa l'attribuzione generica, vedi discussione in LOZOUET (2004), ESU & GIROTTI (2010), LANDAU *et al.* (2013), HARZHAUSER *et al.* (2016).

**Dimensioni** (medie): H = 5 mm, W = 4.5 mm.

**Ecologia:** Una delle specie più comuni nei depositi salmastri dell'Oligo-Miocene europeo.

**Distribuzione:** Oligocene inferiore-Miocene medio e ?superiore (Tortoniano) europei. In Italia: Oligocene superiore pugliese e Miocene medio piemontese (SACCO 1896, ESU & GIROTTI 2010, LANDAU *et al.* 2013).

*Batillaria pupaeformis* (BASTEROT, 1825)  
(Tavola 1, Figure Da – Ec)

- 1825 *Cerithium pupaeforme* BASTEROT: 58, pl. 3, fig. 18.  
2010 *Batillaria pupaeformis* – ESU & GIROTTI: 158, pl. 6, figs 8-13.  
2013 *Batillaria? pupaeformis* – LANDAU *et al.*: 44, pl. 4, figs 1-2.

**Località tipo:** Bacino d'Aquitania (Francia); Oligocene superiore – Miocene inferiore.

**Materiale:** Diverse centinaia di esemplari, Chattiano, ex miniera di bauxite presso Otranto.

**Osservazioni:** Una specie con moderata variabilità in ornamentazione e dimensioni. Si vedano al riguardo ESU & GIROTTI (2010) e LANDAU *et al.* (2013).

**Dimensioni** (medie): H = 7 mm, W = 2.5 mm.

**Ecologia:** Rinvenuta in un'associazione meso-ipoalina con Potamididae in un livello marnoso nella ex miniera di bauxite di Otranto (ESU & GIROTTI 2010). La vivente ed affine *Lampanella minima* (GMELIN, 1791) è comune in sabbie e limi della zona intertidale inferiore lungo le coste a mangrovie (PLAZIAT 1984, ESU & GIROTTI 2010).

**Distribuzione:** Oligocene superiore (Chattiano) in Puglia (ESU & GIROTTI 2010); Oligocene superiore-Miocene inferiore in Francia (Bacino d'Aquitania); Miocene medio in Turchia (LANDAU *et al.* 2013).

*Granulolabium plicatum* (BRUGUIÈRE, 1792)  
(Tavola 1, Figure Fa – Fc)

- 1792 *Cerithium plicatum* BRUGUIÈRE: 488.  
1856 *Cerithium plicatum* – HÖRNES: 400, pl. 42, fig. 6.  
2010 *Granulolabium plicatum* – ESU & GIROTTI: 159, pl. 5, figs 10-13.

**Località tipo:** Marne grigie presso Montpellier (Francia); Miocene inferiore.

**Materiale:** Molti esemplari nella ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Osservazioni:** È una specie assai diffusa, gli esemplari di Otranto, non superano i 28 mm di altezza e sono più piccoli di quelli descritti da alcuni autori (cf. HÖRNES 1856).

**Dimensioni:** H = 16-21 mm, W = 3.5-7 mm; secondo HÖRNES (1856): H = 37 mm, W = 10 mm.

**Ecologia:** La dominanza di *G. plicatum* caratterizza ambienti lagunari o litorali (BÁLDI 1973).

**Distribuzione:** Oligocene-basso Miocene medio, bioprovince Boreale, Paratetide, Mediterranea ed Atlantica (ESU & GIROTTI 2010).

*Mesohalina margaritacea* (BROCCHI, 1814)  
(Tavola 1, Figure G, H)

- 1814 *Murex margaritaceus* BROCCHI: 447, pl. 9, fig. 24.  
1955 *Tympanotonos (Tympanotonos) margaritaceus* – ROSSI RONCHETTI: 128, fig. 62.  
2010 *Potamides (Mesohalina) margaritaceus* – ESU & GIROTTI: 154, pl. 6, figs 1-3.  
2016 *Mesohalina margaritacea* – HARZHAUSER *et al.*: 28, figs 11-13.

**Località tipo:** "Crete senesi, Terziario", Italia.

Se questa zona della Toscana corrispondesse veramente alla località tipo, ciò implicherebbe una longevità estrema per *Mesohalina margaritacea* (cf. ESU & GIROTTI 2010). Ma STEFANINI (1915) suggerì come provenienza il Bacino miocenico di Vienna dopo aver confrontato l'olotipo con materiale veneto ed austriaco.

**Materiale:** Alcuni esemplari dalla ex miniera di bauxite presso Otranto e dalla sezione di Monte Vergine, Chattiano.

**Osservazioni:** Una specie largamente diffusa, presentando dimensioni variabili ed una moderata variabilità dell'ornamentazione. Vari autori hanno attribuito questa specie al genere *Tympanotonos* SCHUMACHER, 1817, che ora è riservato alle specie viventi, mentre *margaritacea* rientrerebbe sotto il genere *Mesohalina* WITTIBSCHLAGER, 1983 (HARZHAUSER *et al.* 2016).

**Dimensioni** (medie): H = 44.6 mm, W = 15.2 mm.

**Ecologia:** Acque basse, sublittorale, piane sabbiose con coralli, piane limose costiere, paludi a mangrovie a salinità variabile (ESU & GIROTTI 2010, HARZHAUSER *et al.* 2016).

**Distribuzione:** Oligocene inferiore-Miocene inferiore, ampia diffusione attraverso il Mare proto-Mediterraneo,



Bacino d'Aquitania, NE Atlantico, Bacino di Magonza, Bacino della Paratetide (ESU & GIROTTI 2010, HARZHAUSER *et al.* 2016).

*Potamides papaveraceus* (BASTEROT, 1825)  
(Tavola 2, Figure A, B)

1825 *Cerithium papaveraceum* BASTEROT: 56.

2010 *Potamides (Ptychopotamides) papaveraceus* –  
ESU & GIROTTI: 156, pl. 5, figs 8-9.

**Località tipo:** Bacino d'Aquitania (Francia); Miocene inferiore.

**Materiale:** Centinaia di esemplari dalla ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Osservazioni:** Conchiglia di forma conica acuta, con tre file spirali granulose e prominenti, la centrale è meno sporgente; una quarta, più debole, è adiacente alla sutura inferiore, ed una quinta compare sull'ultimo giro; inoltre, un'evidente piega spirale sulla parte interna basale dell'apertura caratterizza questa specie. SACCO (1895a) attribuisce *papaveraceus* al suo sottogenere *Ptychopotamides*. Per un confronto con altre specie vedi ESU & GIROTTI (2010).

**Dimensioni:** non fornite dall'autore; dimensioni massime misurate nella sezione di Otranto: H = 40 mm, W = 10 mm.

**Ecologia:** Acque salmastre, di laguna aperta (ESU & GIROTTI 2010).

**Distribuzione:** Oligocene (Chattiano), Puglia; Miocene inferiore-medio, Francia, Ungheria, Austria (HARZHAUSER *et al.* 2003b, ESU & GIROTTI 2010).

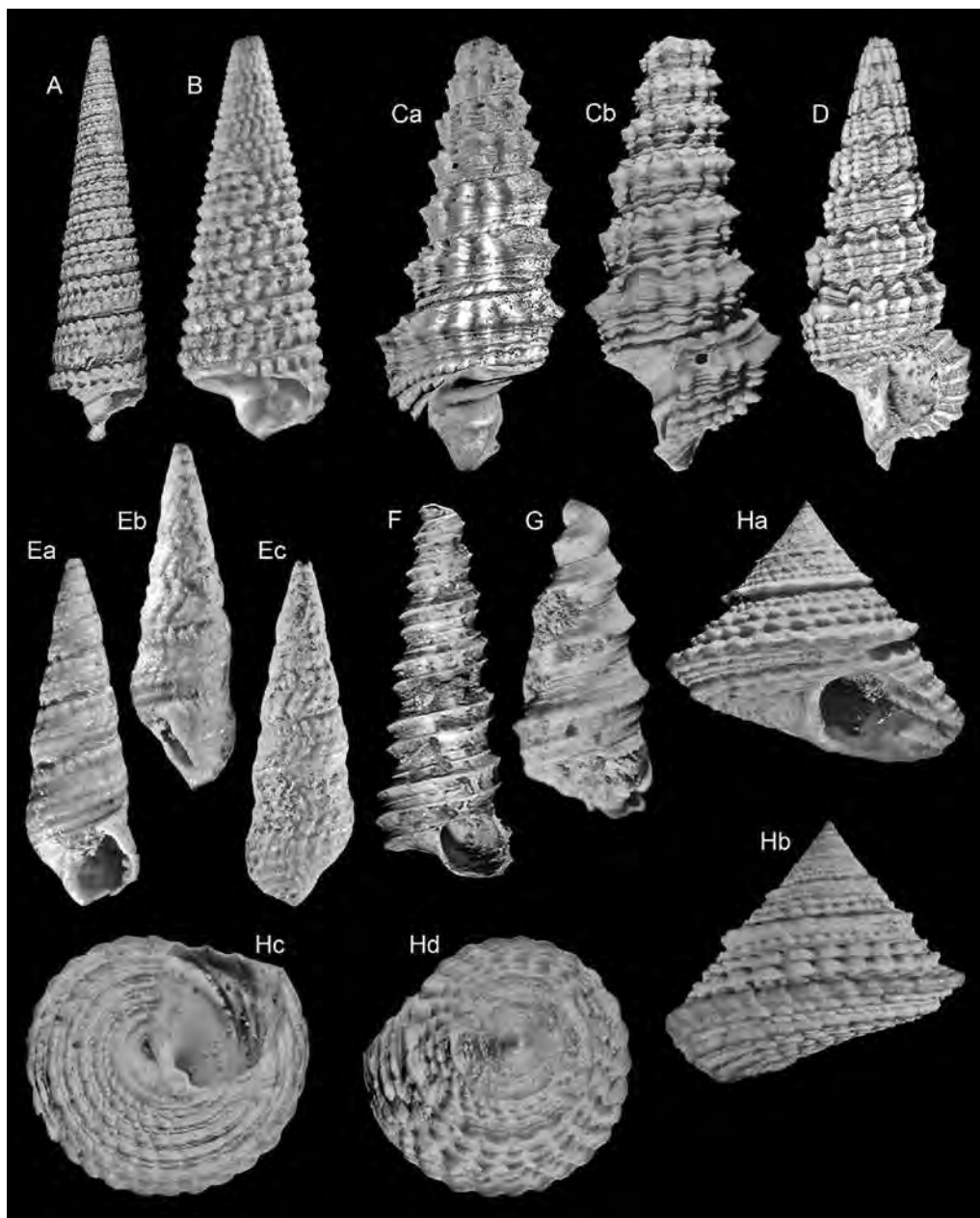


Tavola 2 - *Potamides papaveraceus*. A: H = 32 mm, esemplare giovanile; B: H = 16 mm (forma adulta incompleta). *Terebralia subcorrugata*. H = 34 mm. Ca, Cb: vista frontale e laterale; D: vista frontale. *Melanoides winkleri*. H = 16 mm. Ea - Ec: vista frontale, laterale, posteriore. *Turritella thetis*. F: H = 18 mm, vista frontale; G: H = 5 mm (forma giovanile). *Tectarius japgigiae*. H = 10 mm. Ha - Hd: paratipo, vista frontale, laterale, ombelicale, apicale.

*Terebralia subcorrugata* (D'ORBIGNY, 1852)  
(Tavola 2, Figure Ca, Cb, D)

1852 *Cerithium subcorrugatum* D'ORBIGNY: 80.  
2010 *Terebralia subcorrugata* – ESU & GIROTTI: 158,  
pl. 6, figs 4-7.

**Località tipo:** Bacino d'Aquitania (Francia); Miocene inferiore.

**Materiale:** Molti esemplari dalla ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Osservazioni:** Conchiglia turricolata con più di dieci giri ad ornamentazione varicosa, caratterizzati ognuno da quattro-cinque (o più) linee spirali rilevate, più o meno prominenti, incrociate assialmente da costolature nodulari. Questa specie è stata attribuita al genere *Terebralia* da COSSMANN (1906) e HARZHAUSER (2004).

**Dimensioni:** H = 45 mm, W = 15 mm (misura media).

**Ecologia:** Specie salmastra, trovata ad Otranto in associazione con *Hydrobia*, *Melanoides* e *Potamides*. Specie viventi di *Terebralia* sono esclusive della regione Indo-Pacifica occidentale, dove colonizzano ambienti a mangrovie soggetti ad influssi di marea (PLAZIAT 1984).

**Distribuzione:** Oligocene, Iran (come *T. cf. subcorrugata*, HARZHAUSER 2004); Chattiano, Puglia; Miocene inferiore, Francia, Turchia (ESU & GIROTTI 2010).

*Melanoides winkleri* (MAYER, 1861)  
(Tavola 2, Figure Ea – Ec)

1861 *Chemnitzia winkleri* MAYER: 368, pl. 15, fig. 9.  
1861 *Melania mayeri* GÜMBEL: 753.  
2010 *Melanoides winkleri* – ESU & GIROTTI: 152, pl.  
5, figs 3-7.

**Località tipo:** Schlierbach, presso Miesbach (Baviera); Chattiano “*Cyrene-Beds*” (Marne a *Cyrena*).

**Materiale:** Molti esemplari dalla ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Osservazioni:** Questa specie è caratterizzata da una conchiglia di taglia media, conica acuta, con giri piuttosto appiattiti ed ornati mediante tre linee spirali in rilievo, di cui la superiore è separata dalle sottostanti mediante una banda spirale depressa; costolature assiali in rilievo e sinuose incrociano le linee spirali producendo dei noduli in rilievo. Circa la priorità di *M. winkleri* (MAYER, 1861) rispetto a *M. mayeri* (GÜMBEL, 1861), vedi ESU & GIROTTI (2010).

**Dimensioni** (medie): H = 16 mm, W = 5 mm.

**Ecologia:** Depositi salmastri in Baviera (HÖLZL 1957) ed a Otranto (ESU & GIROTTI 2010).

**Distribuzione:** Oligocene (Chattiano), Germania (Baviera), Svizzera (WENZ 1929-30), Puglia (ESU & GIROTTI 2010).

*Turritella thetis* D'ORBIGNY, 1852  
(Tavola 2, Figure F, G)

1847 *Turritella archimedis* var. A GRATELOUP: pl. 15, fig. 17.  
1847 *Turritella archimedis* var. B GRATELOUP: pl. 15, fig. 18.  
1852 *Turritella thetis* D'ORBIGNY: 4, n. 61.  
1895 *Turritella (Archimediella) archimedis laevicrassa* SACCO: 12, pl. 1, fig. 36.  
1919 *Turritella (Archimediella) cochlias thetis* – COSMANN & PEYROT: 21, pl. 2, figs 36–38.  
1962 *Turritella (Archimediella) archimedis laevicrassa* – HÖLZL: 138, pl. 8, figs 9–10.  
1973 *Turritella (Archimediella) archimedis* – BALDI: 252, pl. 28, fig. 10 (non-BRONGNIART, 1823).  
2005 *Turritella turris* – ESU *et al.*: 78 (non-BASTEROT, 1825).  
2010 *Turritella thetis* – ESU & GIROTTI: 152, pl. 5, figs 1-2.

**Località tipo:** Dax, Saint-Jean-de-Marsac, Saubrigues (Francia); Miocene.

**Materiale:** 2 esemplari, uno di 13 mm di altezza ed un giovanile di 7 mm dal livello 11a; un esemplare di 17.5 mm dal livello 21 e otto apici; un frammento dal livello 22. Ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Descrizione:** Conchiglia di medie dimensioni, imperforata, forma conica acuta, con più di dodici giri biconici separati da non evidenti linee di sutura; apice arrotondato, protoconca liscia, la teleoconca inizia con una sola costa spirale, una seconda diventa evidente dopo il quinto giro; delle due è più prominente la superiore; altre sottilissime strie spirali completano la scultura; i singoli giri della conchiglia appaiono quasi cilindrici fra le due coste principali, ma conici sopra e sotto; apertura tondeggiante.

**Osservazioni:** Confronti eseguiti presso il Senckenberg Museum di Francoforte.

**Dimensioni** (stimate): H > 25 mm, W > 6 mm.

**Ecologia:** Specie di *Turritella* viventi nel Mediterraneo sono tipiche di fondali littorali fangosi (PÉRÈS & PICARD 1964).

**Distribuzione:** Oligocene inferiore, Liguria (SACCO 1895); Oligocene superiore, Ungheria (BALDI 1973), Baviera (HÖLZL 1962), Otranto (ESU & GIROTTI 2010); Chattiano-Aquitano, Sardegna, menzionata come *T. turris*? (SPANO *et al.* 2002); Burdigaliano-Tortoniano, Bacino di Aquitania (COSSMANN & PEYROT 1919); Serravaliano piemontese (SACCO 1895).

*Tectarius japgigiae* ESU & GIROTTI, 2010  
(Tavola 2, Figure Ha – Hd; Tavola 3, Figure Aa - Ad)

2010 *Tectarius (Echininus) japgigiae* ESU & GIROTTI: 145, pl. 2, figs 1-12.

**Località tipo:** Ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Materiale:** Circa cento esemplari dalla ex miniera di bauxite presso Otranto.

**Osservazioni:** Numerosi esemplari di piccola taglia dai livelli marnosi. La presenza di un evidente ombelico

permette di assegnare la specie al sottogenere *Echininus* CLENCH & ABBOTT, 1942. Confronti con altre specie simili in ESU & GIROTTI (2010).

**Dimensioni** (massime): H = 16 mm, W = 17 mm.

**Ecologia:** Trovato in associazione con specie mesopolialine, ambiente di laguna aperta.

**Distribuzione:** Chattiano, sezione di Otranto (ESU & GIROTTI 2010).

*Hydrobia* (s.l.) *dubuissonii hydruntina* ESU & GIROTTI, 2010  
(Tavola 3, Figure Ba – Bc)

2005 *Hydrobia* aff. *H. dubuissonii* [sic] – ESU *et al.*: 78.

2010 *Hydrobia dubuissonii* [sic] *hydruntina* ESU & GIROTTI: 145, pl. 3, figs 1-7.

**Località tipo:** Ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Materiale:** Duemila e più esemplari dai livelli marnosi della ex miniera di bauxite presso Otranto e dalla Sezione di Monte Vergine presso Palmariggi.

**Osservazioni:** Questa sottospecie, endemica in Puglia, è dominante nelle associazioni di laguna oligo-mesoalina della ex miniera d'Otranto insieme a Neritidae e Potamididae. Per un confronto con altre specie del genere vedi ESU & GIROTTI (2010).

**Dimensioni:** H = 4 mm, W = 2 mm.

**Ecologia:** Salmastra, oligo-mesoalina.

**Distribuzione:** Chattiano, ex miniera di bauxite presso Otranto e Sezione di Monte Vergine (ESU & GIROTTI 2010).

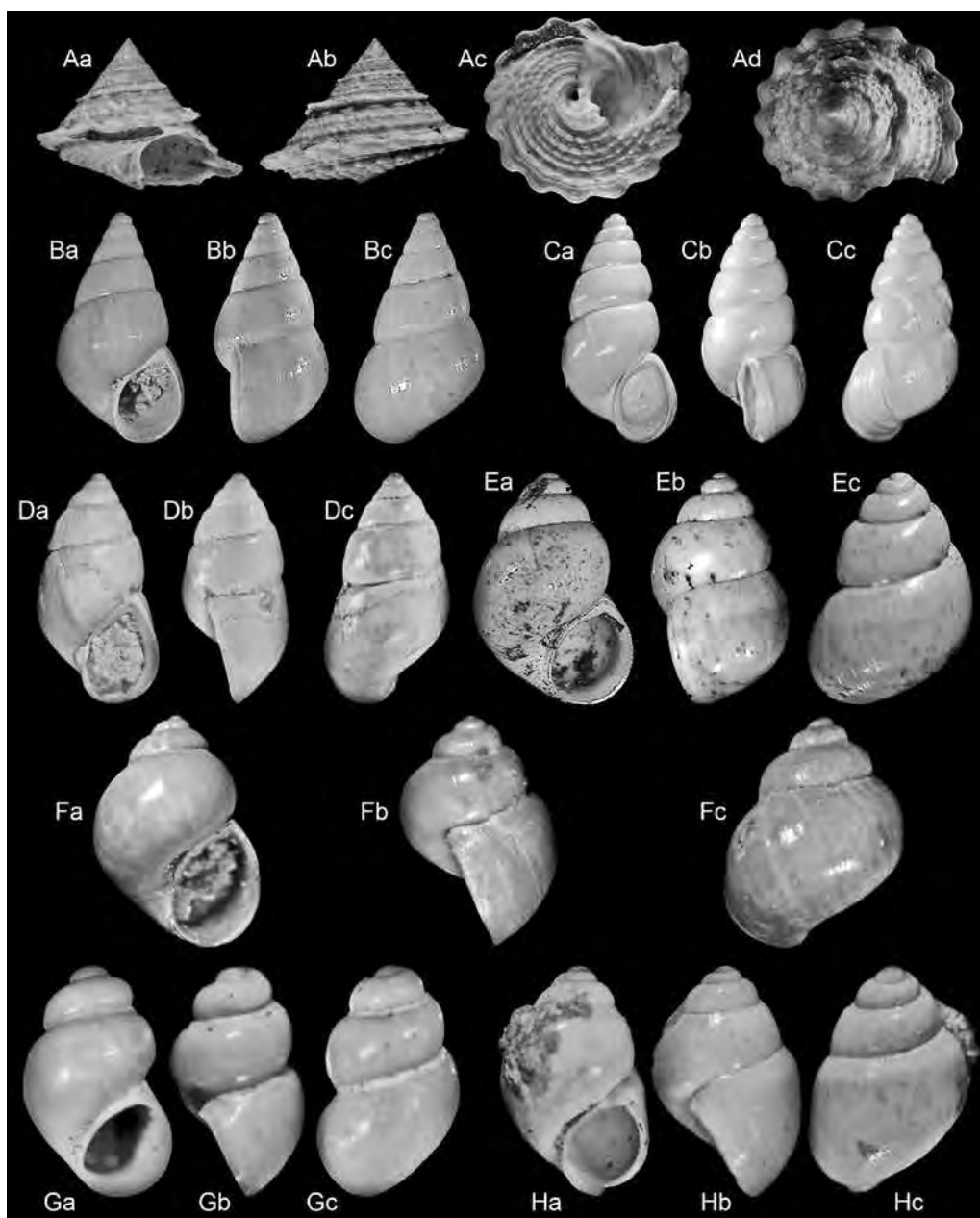


Tavola 3 - *Tectarius japgigiae*. H = 8 mm. Aa - Ad: esemplare giovanile, vista frontale, posteriore, ombelicale, apicale. *Hydrobia* (s.l.) *dubuissonii hydruntina*. H = 4 mm. Ba - Bc: vista frontale, laterale, posteriore. *Hydrobia* (s.l.) *galatoniiana*. H = 4.5 mm. Ca - Cc: vista frontale, laterale, posteriore. *Hydrobia* (s.l.) *ionica*. H = 4 mm. Da - Dc: vista frontale, laterale, posteriore. *Pseudamnicola messapica*. H = 3 mm. Ea - Ec: vista frontale, laterale, posteriore. *Pseudamnicola palmariggi*. H = 3.5 mm. Fa - Fc: vista frontale, laterale, posteriore. *Stenothyrella salentina*. H = 0.8 mm. Ga - Gc: vista frontale, laterale, posteriore. *Stenothyrella* sp. H = 2.5 mm. Ha - Hc: vista frontale, laterale, posteriore.

*Hydrobia* (s.l.) *galatoniana* ESU & GIROTTI, 2019  
(Tavola 3, Figure Ca – Cc)

1994 *Hydrobia* sp. – ESU *et al.*: 189, pl. 2, fig. 4b.

2019 *Hydrobia* (s.l.) *galatoniana* ESU & GIROTTI: 4, figs 2A-B, 3A-C.

**Località tipo:** Galatone (Lecce), Formazione di Galatone, livelli limoso-calcarei, Chattiano.

**Materiale:** Moltissimi esemplari dalla Formazione di Galatone presso Galatone.

**Osservazioni:** Guscio conico allungato, più o meno turrato, profilo leggermente variabile, giri ad accrescimento regolare o leggermente svolto. Molti esemplari mostrano un leggero spigolo sull'ultimo giro. Si distingue facilmente da *Hydrobia dubuissonii hydruntina* (Tavola 3, Figure B) per la forma più cilindrica e per i giri più sbalzati. In alcuni livelli della località tipo la specie forma orizzonti oligotipici in associazione con la specie che segue (ESU *et al.* 1994, ESU & GIROTTI 2019).

**Dimensioni:** H = 4.1-5 mm, W = 2.1-2.4 mm.

**Ecologia:** Ambiente oligoalino.

**Distribuzione:** Chattiano, Formazione di Galatone, Salento (ESU *et al.* 1994, ESU & GIROTTI 2019).

*Hydrobia* (s.l.) *ionica* ESU & GIROTTI, 2019  
(Tavola 3, Figure Da – Dc)

1994 *Pseudamnicola* (*Staja*) sp. – ESU *et al.*: 189, pl. 2, fig. 4a.

2019 *Hydrobia* (s.l.) *ionica* ESU & GIROTTI: 6, figs 2C-D, 4A-C.

**Località tipo:** Galatone (Lecce), Formazione di Galatone, livelli limoso-calcarei, Chattiano.

**Materiale:** Moltissimi esemplari dalla Formazione di Galatone presso Galatone.

**Osservazioni:** Guscio spesso, conico-globoso, ultimo giro un po' discendente, apertura piriforme ed angolata in alto, margine esterno alquanto svasato, ombelico a fessura. In alcuni livelli della località tipo la specie forma orizzonti oligotipici in associazione con *Hydrobia* (s.l.) *galatoniana* (ESU *et al.* 1994, ESU & GIROTTI 2019).

**Dimensioni:** H = 4-4.5 mm, W = 2.5-2.7 mm.

**Ecologia:** Ambiente oligoalino.

**Distribuzione:** Chattiano, Formazione di Galatone, Salento (ESU *et al.* 1994, ESU & GIROTTI 2019).

*Pseudamnicola messapica* ESU & GIROTTI, 2010  
(Tavola 3, Figure Ea – Ec)

2010 *Pseudamnicola messapica* ESU & GIROTTI: 146, pl. 3, figs 9-14.

**Località tipo:** Ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Materiale:** Decine di esemplari da livelli lignitici laminati nelle argille.

**Osservazioni:** Molti esemplari ben conservati ed associati a specie di paludi d'acqua dolce. Guscio ovato-conico con giri alquanto convessi, apertura piriforme ed angolata superiormente ed internamente ispessita.

**Dimensioni (medie):** H = 2.8 mm, W = 1.8 mm.

**Ecologia:** Acque dolci, in associazione con specie dulcicole.

**Distribuzione:** Chattiano, ex miniera di bauxite presso Otranto (ESU & GIROTTI 2010).

*Pseudamnicola palmariggii* ESU & GIROTTI, 2010  
(Tavola 3, Figure Fa – Fc)

2010 *Pseudamnicola palmariggii* ESU & GIROTTI: 148, pl. 4, figs 1-4.

**Località tipo:** Sezione di Monte Vergine in calcari siltosi, presso Palmariggi, Chattiano.

**Materiale:** Numerosi esemplari dalla località tipo.

**Osservazioni:** Guscio piccolo, conico-globoso e con apice prominente, ultimo giro grande, superficie con strie d'accrescimento sottilissime.

**Dimensioni (medie):** H = 2.4 mm, W = 1.8 mm.

**Ecologia:** Comune ed in associazione con molluschi dulcicoli nei calcari siltosi e stromatolitici d'acqua dolce (travertino algale).

**Distribuzione:** Chattiano, sezione di Monte Vergine (ESU & GIROTTI 2010).

*Stenothyrella salentina* ESU & GIROTTI, 2010  
(Tavola 3, Figure Ga – Gc)

2005 *Stenothyroides* sp. – ESU *et al.*: 78.

2010 *Stenothyrella salentina* ESU & GIROTTI: 148, pl. 4, figs 5-10.

**Località tipo:** Ex miniera di bauxite presso Otranto, Chattiano.

**Materiale:** Molti esemplari ben conservati in un unico livello (livello7) della sezione di Otranto.

**Osservazioni:** Una specie assai piccola, di forma pupoide, con apertura ovale ristretta ed appena angolata in alto, margine columellare non aderente sull'ultimo giro.

**Dimensioni:** H = 0.8/0.9 mm, W = 0.4/0.5 mm.

**Ecologia:** In associazione con specie di bassa salinità.

**Distribuzione:** Chattiano, ex miniera di bauxite presso Otranto (ESU & GIROTTI 2010).

*Stenothyrella* sp.  
(Tavola 3, Figure Ha – Hc)

ESU & GIROTTI – in preparazione.

**Materiale:** Pochi esemplari mal conservati dai livelli

marnosi presso S. Maria al Bagno, Lecce, Chattiano.

**Descrizione:** Guscio piccolissimo, globoso-conico con quattro giri, l'ultimo grande; apertura ovale, in alto quasi angolata, ombelico a fessura.

**Osservazioni:** La mal conservazione degli esemplari a disposizione, con aperture perlopiù rotte, non permette un'identificazione certa a livello specifico

**Dimensioni:** H = 2.5 mm, W = 1.5 mm.

**Ecologia:** Ambiente salmastro.

**Distribuzione:** Chattiano, S. Maria al Bagno (Lecce).

*Anadara* cf. *A. aquitanica* (MAYER, 1861).  
(Tavola 4, Figure Aa – Ab)

2005 *Anadara* cfr. *A. diluvii* (LAMARCK) – ESU *et al.*: 78.  
2010 *Anadara* cf. *A. aquitanica* – ESU & GIROTTI: 162,  
pl. 7, figs 5, 6.

**Località tipo** di *A. aquitanica*: Saint-Toit, près Mont-de-Marsan (Nuova Aquitania); Aquitaniano.

**Materiale:** Dalla sezione della ex miniera di bauxite presso Otranto tre valve dal livello 7 ed una dal livello 21.

**Osservazioni:** Il materiale a disposizione è costituito solo da pochi esemplari giovanili, ne risulta quindi problematica l'attribuzione certa. Tra il materiale di confronto esaminato al Museo Senckenberg di Francoforte, esemplari attribuiti ad *Anadara aquitanica* provenienti dall'Aquitano di Lariey (Bacino d'Aquitania) sono quelli che di più s'avvicinano a quelli di Otranto.

**Dimensioni:** Lunghezza 19 mm, altezza 14 mm, spessore 7 mm (misura della valva destra dell'esemplare più grande).

**Ecologia:** Specie viventi di *Anadara* si trovano su fondali sabbiosi e ciottolosi della zona infra-circalittorale (PÉRÈS & PICARD 1964).

**Distribuzione** di *A. aquitanica*: Aquitaniano-Burdiga-

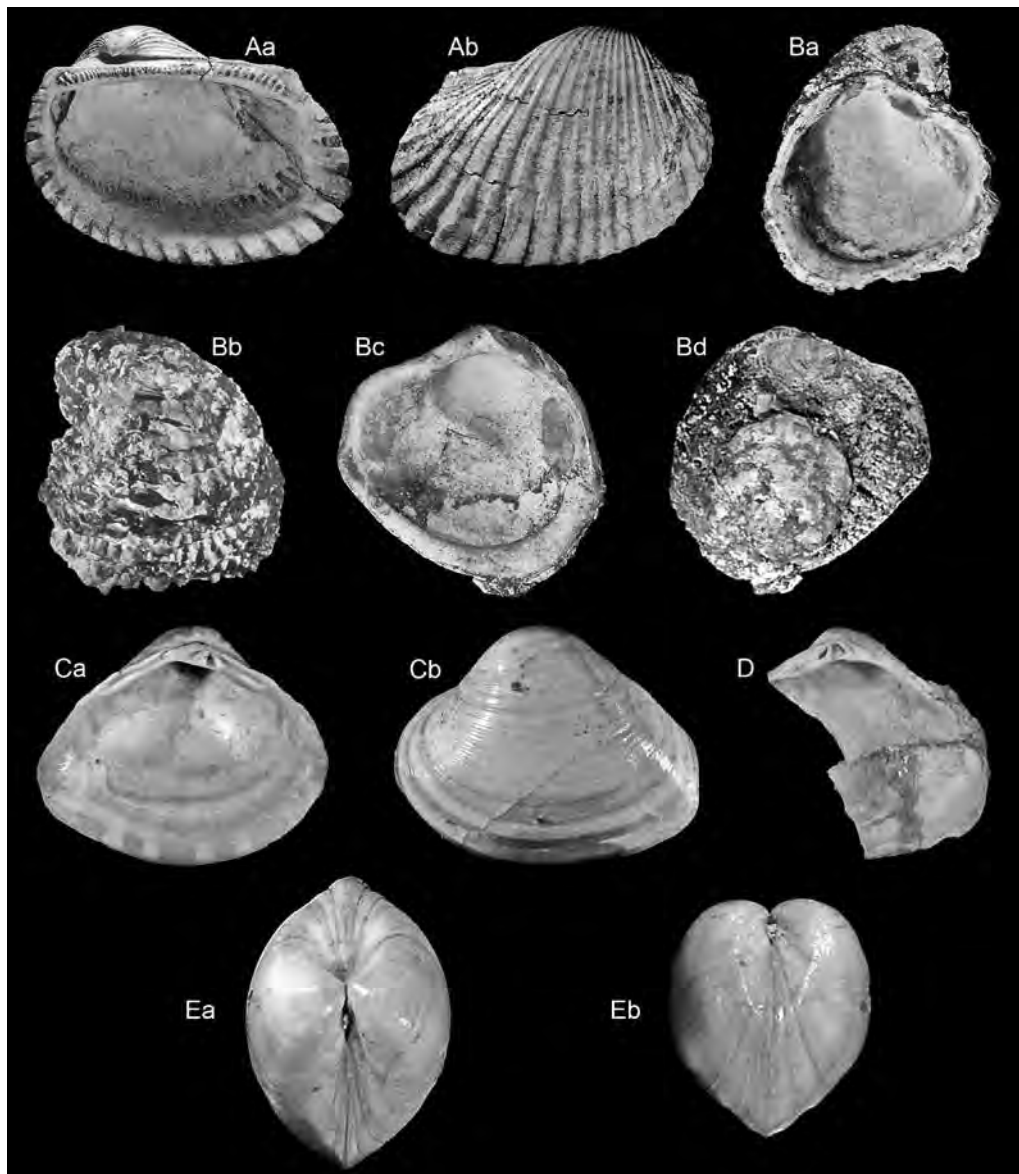


Tavola 4 - *Anadara* cf. *A. aquitanica*. H = 14 mm. Valva destra, Aa, Ab: vista interna ed esterna. *Chama gryphoides austriaca*. H = 19 mm. Esemplare completo, Ba, Bb: valva inferiore, vista interna ed esterna; Bc, Bd: valva superiore, vista interna ed esterna. *Polymesoda convexa*. H = 14 mm. Valva sinistra. Ca, Cb: vista interna ed esterna; D: valva destra, vista interna; Ea, Eb: vista superiore e laterale.

liano del bacino di Aquitania, (COSSMANN & PEYROT 1914; GLIBERT & VAN DE POEL 1965).

*Chama gryphoides austriaca* HÖRNES, 1862  
(Tavola 4, Figure Ba – Bd)

2005 *Chama* sp. – ESU *et al.*: 78.

2010 *Chama gryphoides austriaca* – ESU & GIROTTI: 162, pl. 7, figs 7-10.

**Località tipo:** Bacino di Vienna, Miocene inferiore.

**Materiale:** Dalla sezione della ex miniera di bauxite presso Otranto, livello 7, un esemplare completo e vari altri frammenti.

**Descrizione:** Conchiglia piccola, inequivalve, orbicolare, a forma di cuore. Valva superiore opercolare, leggermente convessa, con un piccolo umbone prosogiro, cerniera con un piccolo dente triangolare posto dietro ad una fossetta crenulata, impronte muscolari evidenti; valva inferiore più globosa ed umbone ritorto ad uncino, cerniera provvista di un dente allungato, crenulato ed affilato. Per ulteriori dettagli vedi ESU & GIROTTI (2010).

**Osservazioni:** L'attribuzione a *C. gryphoides gryphoides* LINNAEUS, 1758 sarebbe riservata solo a popolazioni postmioceniche (GLIBERT & VAN DE POEL 1966).

**Dimensioni** dell'esemplare figurato: Valva inferiore: lunghezza 17 mm, altezza 19 mm, spessore 11 mm; valva superiore: lunghezza 15 mm, altezza 15 mm, spessore 7 mm.

**Ecologia:** *C. gryphoides* è una specie sessile, saldandosi a vari oggetti del fondo, come rocce, coralli o conchiglie (MALATESTA 1974).

**Distribuzione:** Miocene inferiore medio dei bacini d'Aquitania, Vienna e Piemonte (GLIBERT & VAN DE POEL 1966), Miocene medio polacco (STUDENCKA 1986); Chattiano di Otranto (ESU & GIROTTI 2010).

*Polymesoda convexa* (BRONGNIART, 1822)  
(Tavola 4, Figure Ca – Cb, D, Ea – Eb)

1822 *Cytherea convexa* BRONGNIART: 46, pl. 8, fig. 7a-b.

1994 *Polymesoda convexa* – ESU *et al.*: 189, fig. 3.

2005 *Polymesoda convexa* – ESU *et al.*: 78.

2010 *Polymesoda convexa* – ESU & GIROTTI: 164, pl. 8, figs 6-10.

**Località tipo:** Montmartre (Parigi, Francia); Marne gialle fogliettate, Oligocene.

**Materiale:** Dalla sezione della ex miniera di bauxite presso Otranto. Livello 7 (6 esemplari completi, 22 valve di adulti ed 8 giovanili); livello 8 (4 valve di adulti e 5 giovanili); livello 11a (3 esemplari completi, 8 valve di adulti e numerose di giovanili); livello 14 (numerosi modelli interni); i livelli 12, 13 e 15 sono vere lumachelle

a *Polymesoda*, non campionabili per il pessimo stato di conservazione.

**Descrizione:** Conchiglia di medie dimensioni, robusta, triangolare arrotondata in basso, globosa, equivalve ed inequilaterale, umboni prominenti, ricurvi verso l'interno e prosogiri; margine anteriore arrotondato, il posteriore alquanto allungato ed angolato; superficie esterna lucente, con evidenti strie d'accrescimento; tre denti cardinali su ogni valva, sulla sinistra anche un dente anteriore ed uno posteriore più lungo, sulla destra anche due denti anteriori e due posteriori lunghi ed assai sottili; margine palleale con un piccolo seno stretto, impronta muscolare sinistra evidente, meno la destra.

**Osservazioni:** Una lunga e complicata storia riguarda il nome di questa specie, a livello sia generico sia specifico, al quale hanno contribuito anche autori moderni. Vedi al riguardo ESU & GIROTTI (2010).

**Dimensioni** (medie per singola valva): Altezza 14 mm, lunghezza 17 mm, spessore 6 mm.

**Ecologia:** Specie viventi di *Polymesoda* popolano lagune salmastre lungo le coste tropicali, atlantica e pacifica, di nord America e Tailandia, esigono acque con temperature comprese fra 18 e 32 C° ed un optimum di salinità entro il 3-10‰, valore raramente ecceduto (Brandt 1974). Popolazioni numerose di *Polymesoda* sono eccellenti indicatori di ambienti lagunari o di estuario, spesso associate a mangrovie in comunità a *Polymesoda-Tympa-notonos*. Secondo MANDIC *et al.* (2004) una composizione più o meno monospecifica indicherebbe un habitat ottimale per *Polymesoda* ma sfavorevole per altri molluschi. Tali ambienti possono essere riconosciuti in alcuni livelli della sezione di Otranto, dove la specie si presenta monospecifica.

**Distribuzione** (tra l'altro): Oligocene-Miocene, Baviera (HÖZL 1957); Chattiano, Bacino di Magonza, Bacino del Mare del Nord (HARZHAUSER & MANDIC 2001); Liguria (SACCO 1900), Otranto; Aquitaniano-Burdigaliano, Bacino d'Aquitania (HARZHAUSER & MANDIC 2001).

## CONCLUSIONI

Lo studio della malacofauna oligocenica salentina e delle rispettive facies ha consentito il conseguimento di alcuni interessanti risultati. L'istituzione di una nuova formazione, la Formazione di Galatone, ed il riconoscimento di 20 specie di molluschi: 17 gasteropodi, di cui 7 nuove, e 3 bivalvi. Gli affioramenti più significativi si trovano nei pressi di Otranto, Monte Vergine e Galatone, dove affiora lo stratotipo dell'omonima formazione. I 22 livelli della sezione stratigrafica di Otranto si distinguono sia per la loro facies sedimentaria sia per i molluschi ivi contenuti. Si tratta di specie dulcicole, salmastre e marine di gasteropodi e bivalvi, distribuite in associazione nei vari livelli caratterizzandoli dal punto di vista paleoecologico. Foraminiferi bentonici confermano, oltre ai molluschi, l'età oligocenica superiore della Formazione di Galatone. L'ambiente emerso è rappresentato da palaeosol rossi e giallastri, sterili o con tracce di radici, presenti alla base

tanto della sezione di Otranto quanto di quelle di Monte Vergine e Galatone; fra gli strati fossiliferi delle prime due si intercalano ripetutamente orizzonti bauxitici.

Per approfondire gli aspetti paleoecologici, paleo-biogeografici, di nomenclatura, sistematici e cronostratigrafici riguardanti il materiale qui trattato si rimanda ai due lavori di ESU & GIROTTI (2010 e 2019), consultabili in PDF presso i link evidenziati nei sottostanti riferimenti bibliografici.

## BIBLIOGRAFIA

BOSELLINI A., BOSELLINI F.R., COLALONGO M.L., PARENTE M. *et al.* (1999) - *Stratigraphic architecture of the Salento coast from Capo d'Otranto to S. Maria di Leuca (Apulia, Southern Italy)*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, **105**: 397-416.

BOSSIO A., GUELFI F., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989) - *Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. III – Stratigrafia del Pozzo Poggiardo*. Quaderni di Ricerche del Centro Studi Geotecnici e d'Ingegneria di Lecce, **11**(1987): 55-88.

BOSSIO A., GUELFI F., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1991) - *Note geologiche e stratigrafiche sull'area di Palmariggi (Lecce, Puglia)*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, **97**: 175-234.

BOSSIO A., ESU D., FORESI L.M., GIROTTI O., IANNONE A., LUPERTO SINNI E., MARGIOTTA S., MAZZEI R., MONTEFORTI B., RICCHETTI G. & SALVATORINI G. (1998) - *Formazione di Galatone, nuovo nome per un'unità litostratigrafica del Salento (Puglia, Italia meridionale)*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A, **105**: 151-156.

BOSSIO A., DALL'ANTONIA B., MARGIOTTA S., RICCHETTI G. & VAROLA A. (2006) - *Le argille lignitifere di Gagliano del Capo (Lecce): attribuzione cronostratigrafica ed inqua-*

*dramento formazionale*. Geologica Romana, **39**: 15-25.

ESU D. & GIROTTI O. (2010) - *The Late Oligocene molluscan fauna of Otranto (Apulia, Southern Italy): An example of alternating freshwater, lagoonal and emerged environments*. Palaeontology, **53**: 137-174. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2009.00923>

ESU D. & GIROTTI O. (2019) - *Two new oligohaline Hydrobia (s.l.) (Caenogastropoda) from the transitional Upper Oligocene Galatone Fm (Apulia, Southern Italy)*. Geodiversitas, **41** (1): 1-9. <http://geodiversitas.com/41/1>

ESU D., GIROTTI O. & PIGNATTI J. S. (2005) - *Late Oligocene-Miocene mollusc and foraminiferal assemblages from the vicinity of Otranto (Southern Apulia, Italy): a non-marine to marine transition*. Rendiconti della Società Paleontologica Italiana, **2**: 75-85.

ESU D., GIROTTI O., IANNONE A., PIGNATTI J. S. & RICCHETTI G. (1994) - *Lagoonal-continental Oligocene of southern Apulia (Italy)*. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, **33**: 183-195.

IANNONE A. (1999) - *Contributo alle conoscenze sui depositi continentali e di transizione oligo-miocenici del Salento*. Geoitalia, 2° Forum FIST, **1**: 117-118, Bellaria.

LARGAIOLLI T., MOZZI G., NARDIN M. & ROSSI D. (1966) - *Geologia della zona tra Otranto e S. Cesarea Terme (Prov. di Lecce)*. Memorie Museo Civico Storia Naturale Verona, **14**: 409-413.

MARGIOTTA S. & RICCHETTI G. (2002) - *Stratigrafia dei depositi oligomiocenici del Salento (Puglia)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **121**: 243-252.

RICCHETTI G., D'ALESSANDRO A., IANNONE A. & LUPERTO SINNI E. (1999) - *La successione paleogenica*. In: Puglia e Monte Vulture, Guide Geologiche Regionali, **8**: 32-33. BE-MA, Missaglia.

ROSSI D. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. F. 215 Otranto*: 1-31. Ercolano, Napoli.



# GRUPPO PANARESE



TECNO PIEMONTE S.p.A.  
ORGANISMO EUROPEO  
NOTIFICATO N° 1372

**COSTRUZIONI GENERALI  
PRODUZIONE INERTI  
PRODUZIONE CONGLOMERATI BITUMINOSI  
PRODUZIONE CONGLOMERATI CEMENTIZI  
PRODUZIONE ASFALTO A FREDDO**



**Località Troali n. 1  
73010 VEGLIE (LE)**  
Tel. 0832.969317  
Fax. 0832.969436  
E-mail: [info@gruppopanarese.it](mailto:info@gruppopanarese.it)

**LAVORI EDILI  
STRADALI  
IDRICI  
FOGNANTI**

**soateam**  
società organismo di attestazione spa





## SULLO SPOSTAMENTO DI MASSI COSTIERI CAUSATO DA ONDE “ESTREME” (COSTA IONICA SALENTINA)

Luca Ciricugno<sup>1</sup>, Marco Delle Rose<sup>1</sup>, Corrado Fidelibus<sup>2</sup>, Luca Orlanducci<sup>3</sup>, Mauro Mangia<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Lecce

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione, Università del Salento, Lecce

<sup>3</sup> Libero Professionista, Lecce - Iscritto ORG Puglia, n. 544

<sup>4</sup> Laureando in Ingegneria Civile, Università del Salento, Lecce

### RIASSUNTO

Nell'autunno 2018, alcuni massi sono stati rimossi e trasportati da onde “estreme” sulla costa di Torre Suda. Essi sono stati oggetto di studio mediante rilievi in situ, elaborazioni computerizzate e specifico studio idrodinamico. Per uno di questi massi è stata identificata la nicchia di distacco associata. In questa breve nota viene presentato un metodo per mettere in relazione la velocità delle “onde di bore” in corrispondenza della posizione iniziale del masso sulla piattaforma costiera con le condizioni dinamiche per le quali il masso può essere rimosso. Inoltre, vengono riportati i primi risultati delle indagini e indicate possibili correzioni del metodo. È stato quindi determinato il valore dell'altezza dell'onda in mare aperto che è risultato paragonabile con le altezze delle onde significative riportate dalla stazione Liby di Santa Maria di Leuca nel periodo considerato. Un ulteriore studio è stato avviato nel tratto di costa a nord di Torre Sant'Isidoro. Qui sono state definite cinque associazioni tra massi costieri e posizioni iniziali. In questo caso, l'uso del metodo proposto ha restituito valori di altezze d'onda in mare aperto comparabili con le altezze delle onde significative calcolate, in base ai dati delle boa di Crotona della rete ondometrica nazionale, per periodi di ritorno di 50-100 anni. Si sottolinea infine che, in ragione del previsto aumento dell'intensità delle tempeste, è necessario l'approfondimento delle conoscenze sulle dinamiche costiere, nonostante le notevoli incertezze per il calcolo dei parametri delle onde causative essendo numerosi e difficili da misurare i fattori concorrenti.

### ABSTRACT

*In autumn 2018, in Torre Suda (Ionian coast of the Salento peninsula) some coastal boulders were removed and transported by “extreme” waves; they were the subjects of a study, including in situ surveys, computerized elaborations, and specific hydrodynamic analysis. For one of these boulders, the associated detachment niche was identified. In this short note, a method is presented to relate the speed of the bore waves at the initial position of the boulder on the coastal platform with the dynamic conditions for which a boulder can be dislodged. In addition, the first results of the investigations are reported and possible amendments of the method are mentioned. The value of the wave height in the open sea was then determined;*

*it resulted comparable with the height of the significant waves reported by the Liby station in Santa Maria di Leuca during the considered period. A further study started in the northern coastal stretch of Torre Sant'Isidoro. Here, five associations between coastal boulders and initial positions were defined. In this case, the use of the proposed method returned values of wave heights in open sea comparable with the calculated heights of the significant waves, based on the data for return periods of 50- 100 years provided by the national wave network concerning the Crotona buoy. Finally, it is emphasized that, due to the expected increase in storm intensity, it is necessary to deepen the knowledge on coastal dynamics, despite the considerable uncertainties for the calculation of the parameters of the causative waves, since the concurrent factors are numerous and difficult to measure.*

### INTRODUZIONE

Dopo un Ottobre 2019 insolitamente arido e caldo, condizioni meteorologiche “estreme” ma più tipicamente autunnali si sono manifestate nella notte tra il 12 e il 13 Novembre, preannunciate dall'Allerta Arancione per rischio idrogeologico, temporali e vento, del Centro Funzionale Decentrato della Protezione Civile regionale. Un profondo vortice ciclonico in risalita nel Mediterraneo centrale ha portato venti di scirocco con raffiche di 100 km/h sul Salento ionico, corrispondenti in mare, secondo alcune valutazioni, a burrasca forte-tempesta della scala Beaufort-Douglas. Da rilevare che con due giorni di anticipo, il modello di *Sea.Conditions.com* già stimava tra i 4 e i 5 metri l'altezza significativa delle onde nel Golfo di Taranto. Il ciclone, di cui alcuni modelli prevedevano un'evoluzione in “medicane” (ciclone mediterraneo con caratteristiche tropicali, cfr. Miglietta e Rotunno, 2019), ha causato danni di varia entità lungo la costa ionica salentina (vedi Appendice). Un muretto lungo circa 25 metri è stato divelto e traslato nei pressi dello Scoglio, a Porto Cesareo. Il lungomare di Gallipoli è stato chiuso al traffico a causa di massi calcarei e frammenti di manufatti trascinati nel mezzo della carreggiata. Tra i massi, quello di dimensioni maggiori (circa 3 m<sup>3</sup>) proveniva dalla barriera frangiflutti radente il lungomare, dal cui punto più vicino distava circa 18 metri.

Anche nel corso dell'autunno precedente, dopo essere stato lambito dal medicane Zorbas che ha imperversato

sul Mar Ionio nell'ultima settimana di Settembre 2018 (Portmann *et al.*, 2019), il Salento è stato interessato da fenomeni meteorologici "estremi". Anomalie termiche, precipitazioni eccezionali e tornado mesociclonici ne hanno, infatti, caratterizzato i mesi successivi (Congedo, 2018). Sei episodi di mare "agitato" e "molto agitato" sono stati registrati, tra il 28 Ottobre e il 28 Novembre, dalla stazione Liby di S. Maria di Leuca (dati online del sito del servizio di informazione meteorologica professionale OGIMET) e i media locali hanno evidenziato gli effetti prodotti dalle mareggiate con riferimento sia ai danni alle infrastrutture e agli arretramenti degli arenili, sia ai pericoli per la pubblica incolumità (vedi Appendice).

In particolare, alcuni massi rimossi e trasportati da onde "estreme" nell'autunno 2018 sono stati segnalati sulla costa di Torre Suda (comune di Racale, provincia di Lecce). Su questa zona sono effettuati rilievi in situ, elaborazioni computerizzate e uno specifico studio idrodinamico. Nel seguito, si riporta un breve inquadramento geologico del sito, si espone l'approccio metodologico, si mostrano i primi risultati delle indagini e si fa cenno ad alcuni possibili sviluppi.

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il tratto di costa di Torre Suda interessato dal fenomeno del 2018, è ubicato in prossimità dell'incrocio tra le strade provinciali SP215 e SP222 (località Tabarano). La piattaforma rocciosa ha pendenza media del 10% e si raccorda con una ripa di alcuni metri di altezza, a un fondale marino sabbioso e debolmente inclinato. Il contatto strati-

grafico tra il Calcare di Altamura e le calcareniti del deposito marino terrazzato denominato Sistema di Mancaversa (Ricchetti e Ciaranfi, 2013) affiora estesamente lungo la piattaforma (Fig. 1). La formazione cretacea è costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie ben stratificati, mentre quella quaternaria da calcareniti macrofossilifere massive. Del Sistema di Mancaversa fanno parte anche le dune fossili semi-diagenizzate del Sottosistema di Torre San Giovanni. L'ammasso roccioso è interessato da sistemi di fratture di origine tettonica, persistenti, con spaziature in genere di ordine metrico ma a luoghi piuttosto fitte. Numerosi massi, di varie dimensioni, sono sparsi lungo la costa a testimoniare lo spostamento dalle posizioni originarie per effetto dell'impatto di onde "estreme".

### RILIEVI ED ELABORAZIONI

Il primo sopralluogo è stato eseguito il 23 febbraio 2019. Sono stati osservati una decina di massi rocciosi che in base a indicazioni fornite da residenti, sono stati rimossi e depositati nell'autunno 2018, probabilmente nell'ultima settimana di Novembre. Nessuno dei massi osservati presentava tracce di organismi marini. Le dimensioni di quelli più grandi si aggiravano intorno al metro cubo. Un masso di più modeste dimensioni ha, tuttavia, attirato attenzione poiché a pochi metri di distanza era ben visibile la relativa nicchia di distacco (il cosiddetto "socket").

Il masso in questione, denominato  $M_1$ , è posto su una passerella in calcestruzzo a una distanza di 13 m da ciglio della ripa (coordinate geografiche 39°57'40,36"N, 18°01'36,46"E) mentre la nicchia di distacco è ubicata

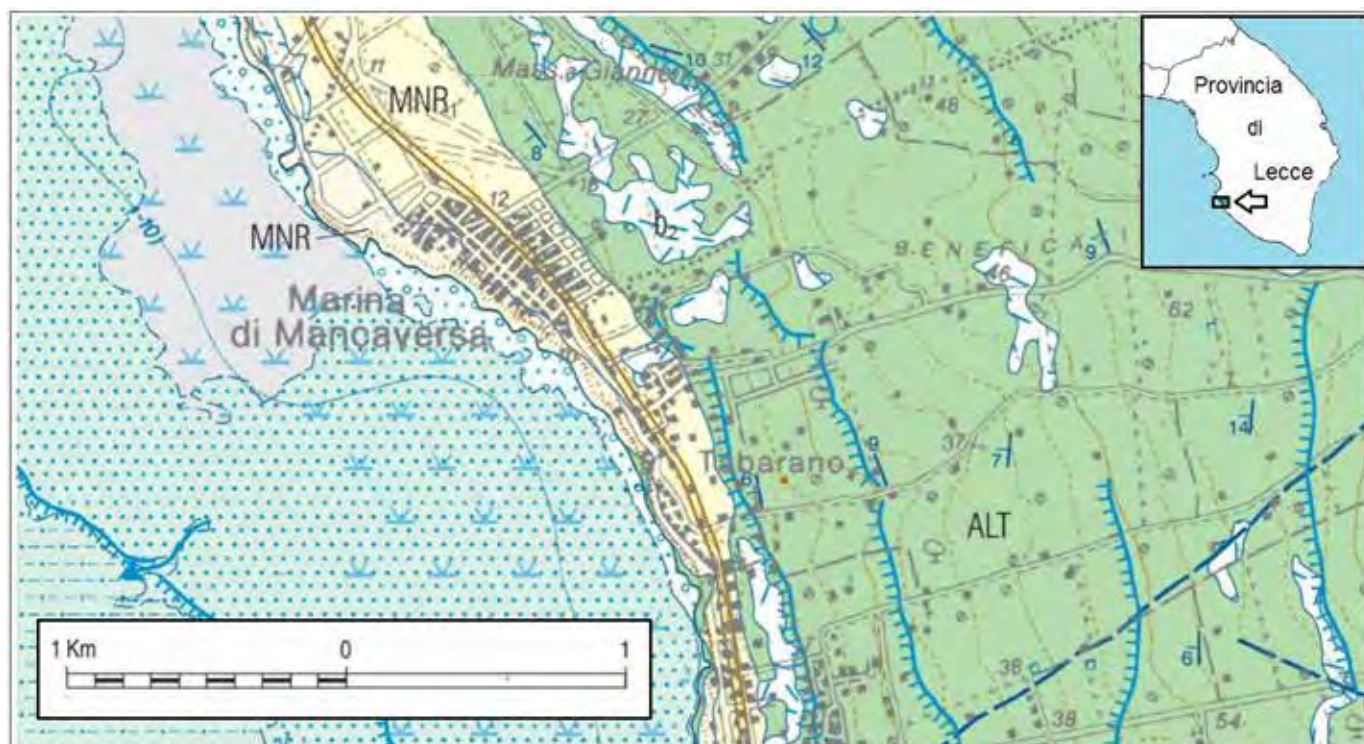


Figura 1 - Stralcio (modificato) del Foglio 536 Ugento della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000. ALT, Calcari di Altamura; MNR, calcareniti del Sistema di Mancaversa; MNR1, calcareniti e sabbie del Sottosistema di Torre San Giovanni. Si rimanda alla legenda della carta per le altre simbologie.

a 6,5 m (39°57'40,05"N, 18°01'36,42"E). Sulla medesima passerella è posto un secondo masso più piccolo,  $M_2$ , distante 20 metri dalla riva (39°57'40,51"N, 18°01'36,71"E), molto probabilmente un frammento del primo a giudicare dalle rispettive geometrie (Figg. 2 e 3). La forma dei due massi si discosta da quella dei parallelepipedi regolari, sicché non è agevole determinare le dimensioni degli assi maggiore, intermedio e minore.

Il 6 Giugno 2019 è stato eseguito il rilievo fotogrammetrico di  $M_1$  e  $M_2$ , finalizzato alla determinazione dei volumi e degli assi. Nel processo di acquisizione delle immagini è stata utilizzata una Canon Eos 100d, con un obiettivo standard EFS 18-55 mm. Decine di foto sono state scattate attorno ai massi (da tutti i lati, da sopra e, per quanto possibile, ad altezza del piano di calpestio) in base alle caratteristiche geometriche degli oggetti ripresi. Per

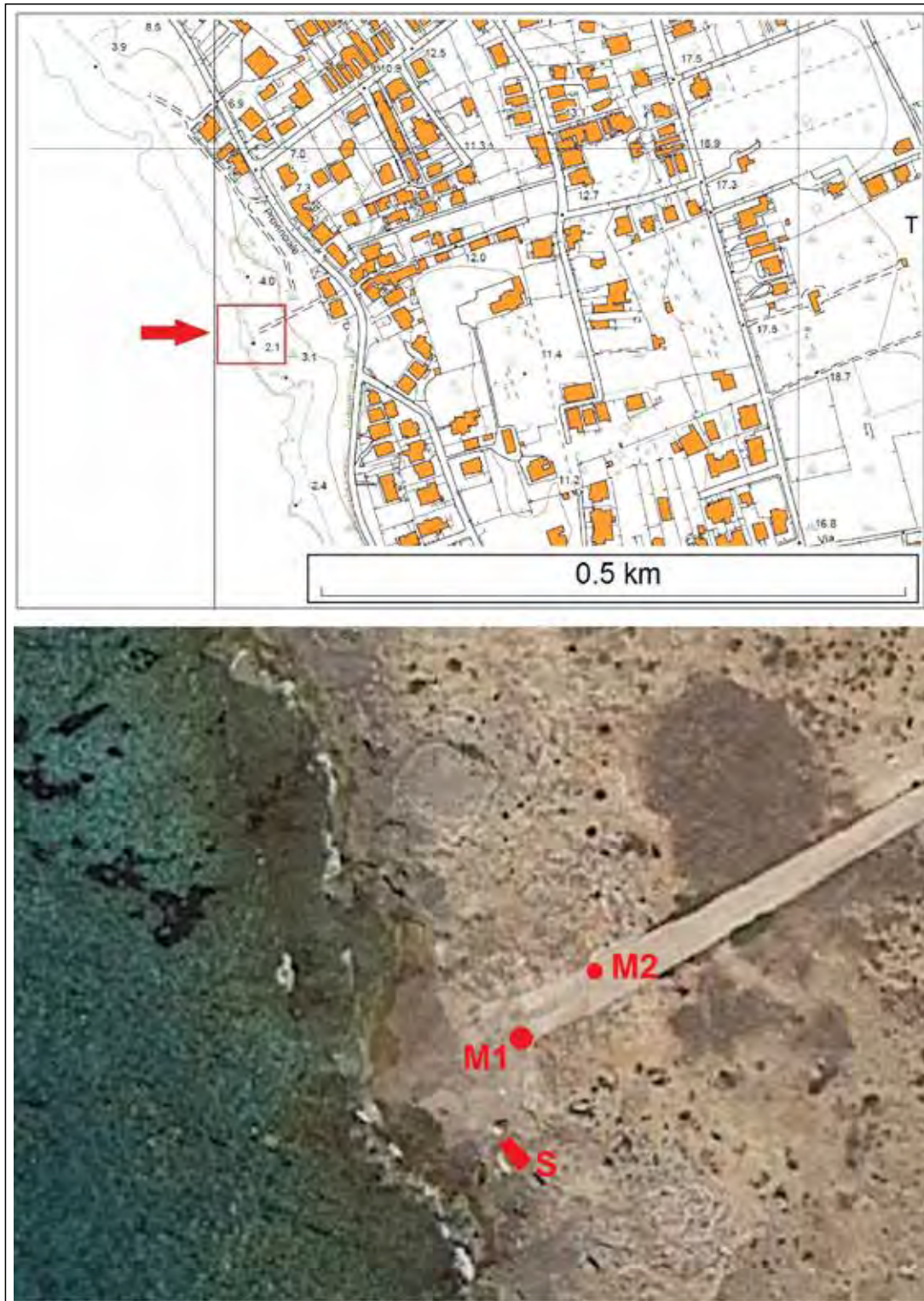


Figura 2 - Ubicazione dei Massi  $M_1$  e  $M_2$  e della nicchia di distacco S. In alto: stralcio della carta tecnica provinciale a scala 1:5.000; in basso: immagine satellitare (del 20 luglio 2018) elaborata da Google Earth™; nota: i due massi non compaiono nell'immagine originale.



Figura 3 - A sinistra, al centro della foto il masso  $M_1$ , sullo sfondo  $M_2$ ; a destra la nicchia di distacco (da Mangia, 2019).

$M_1$  sono state scattate (e poi elaborate) 64 foto, mentre per  $M_2$  63 foto. Per il primo masso sono stati raccolti n. 5 punti di controllo con le relative distanze, per il secondo n. 4 punti di controllo sempre con le relative distanze.

Per la creazione del modello tridimensionale è stato utilizzato un personal computer di medie prestazioni e il software 3DF Zephyr Education versione 4.353 (Mangia, 2019). Il procedimento è molto intuitivo e consiste nell'isolare, preliminarmente, il soggetto (su tutte le foto) dallo sfondo, attraverso l'applicazione interna Masquerade. Successivamente si passa alla creazione di una nuvola di punti densa, all'estrazione di una mesh e infine alla generazione di una mesh con texture (ricostruzione realistica dell'oggetto).

Il software permette il calcolo del volume della mesh/nuvola di punti. Nel caso di  $M_1$  il risultato ottenuto è

$0,363229 \text{ m}^3$  (Fig. 4), mentre  $0,089275 \text{ m}^3$  sono stati determinati per  $M_2$  (Fig. 5).

### STUDIO IDRODINAMICO

L'individuazione della nicchia di distacco ha consentito l'effettuazione di uno specifico studio idrodinamico. Com'è noto le onde che, una volta sormontata la ripa, percorrono la piattaforma subiscono diverse modificazioni; la loro forma cambia e diventa simile a quella delle onde di marea che risalgono controcorrente le foci di alcuni grandi fiumi (*tidal-bore*). Esse sono così denominate "*bore-like waves*" o, più semplicemente, "onde di bore" (Lombardi, 2015). Il modello concettuale di Cox e Machemehl (1986) stabilisce una relazione tra l'altezza dell'onda di bore  $H_b$ , la quota massima  $R$  (*run-up*) raggiunta dall'onda, la quota  $H_c$  del ciglio della ripa, la

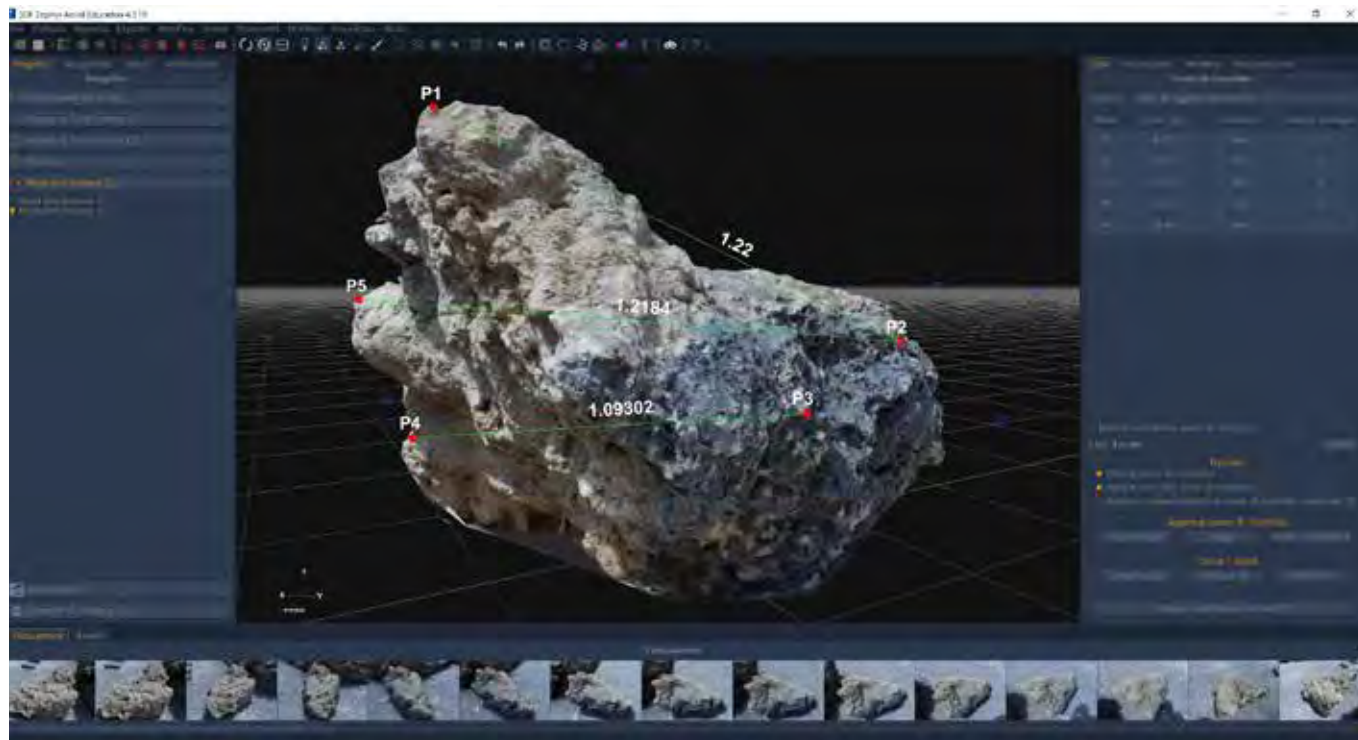


Figura 4 - Elaborazione dimensionale mediante il software 3DF Zephyr del masso  $M_1$ . Le distanze sono espresse in metri.



Figura 5 - Elaborazione dimensionale mediante il software 3DF Zephyr del masso M<sub>2</sub>. Le distanze sono espresse in metri.

distanza  $x$  del punto (nel caso considerato la nicchia di distacco) dallo stesso ciglio, e il periodo delle onde  $T$  (Fig. 6); in formula:

$$H_b = \left( \sqrt{R - H_c} - \frac{5x}{T\sqrt{g}} \right)^2 \quad (1)$$

in cui è implicitamente considerato il livello idrico  $D$  (*standing water depth*, posto approssimativamente pari a  $1,1 H_b$ ), determinato dall'innalzamento del mare in occasione delle mareggiate (*storm surge*).

La velocità  $u$  dell'onda di *bore* sulla piattaforma è data dalla seguente equazione:

$$u^2 = g(D + H_b) = 1,1 gH_b \quad (2)$$

che, inserendo l'equazione (1), diventa:

$$u^2 \cong 1,1g \left( \sqrt{R - H_c} - \frac{5x}{T\sqrt{g}} \right)^2 \quad (3)$$

Per determinare il valore di  $R$  per cui  $M_1$  è stato rimosso dalla sua posizione iniziale, l'equazione (3) può essere relazionata con le equazioni di Nandasena *et al.* (2011), relativamente alle condizioni dinamiche per le quali un masso si disloggia dalla sua posizione iniziale. Un ulteriore passaggio è infine necessario per risalire al valore dell'altezza dell'onda in mare aperto  $H_0$ . Lo *swash* dell'onda di *bore* è dato dalla radice quadrata delle somme dei quadrati dei suoi componenti relativi, rispettivamente, alle bande di frequenza "infragravitazionali"

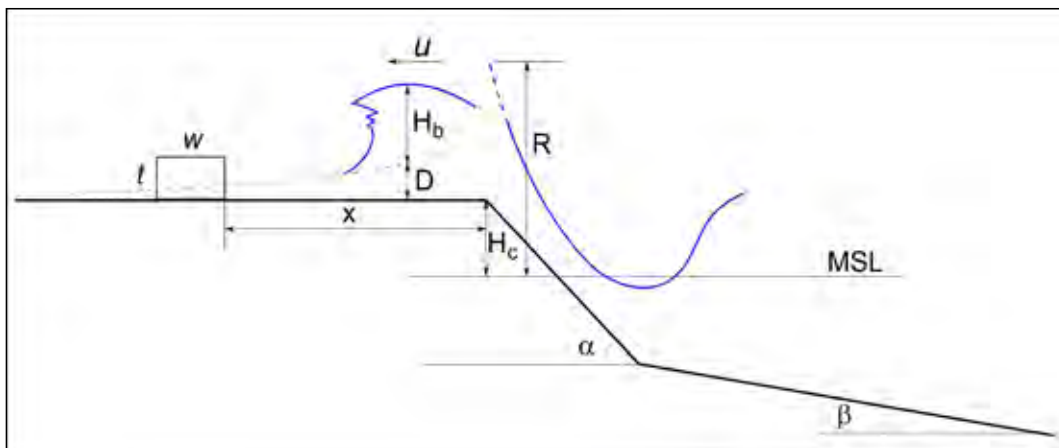


Figura 6 - Schema concettuale di onda sormontante una falesia; un masso di larghezza  $w$  e altezza  $t$ , è posizionato a una distanza  $x$  dal bordo della piattaforma; Legenda:  $u$ ) velocità dell'onda di "bore";  $H_b$ ) altezza dell'onda di "bore";  $D$ ) livello idrico (*standing water depth*);  $H_c$ ) quota del ciglio della falesia;  $R$ ) run-up;  $\alpha$ ) angolo di inclinazione della falesia,  $\beta$ ) angolo di inclinazione del fondale (da Cox e Mache-mehl, 1986, modificato).

e “incidenti”. Per coste “riflettenti” lo *swash* è dominato dalle onde “incidenti”, mentre per quelle “dissipative” sono preponderanti le onde “infragravitazionali”. Nel caso in questione, deve essere considerato anche l’effetto prodotto dalla falesia (Stockdon *et al.*, 2006), quantificabile per mezzo della sua inclinazione ( $\alpha$  in Fig. 6). Varie ricerche hanno mostrato la relazione lineare tra onde “infragravitazionali” e l’altezza significativa delle onde  $H_s$  (Guza e Thornton, 1982). Poate *et al.* (2016) hanno anche evidenziato forti correlazioni di  $R$  con  $H_s$ ,  $T$  e  $\alpha$  (in ordine di importanza).

Basandosi sugli studi di Miche (1951) relativi alla dissipazione di energia delle onde frangenti sulle coste, Hunt (1959) ha stabilito due differenti condizioni dinamiche: a) *breaking-wave conditions* al prevalere dei processi dissipativi nell’impatto; b) *surging-w. c.* quando l’energia è spesa soprattutto per sormontare la ripa e inondare la piattaforma. Considerando il periodo delle onde  $T$  e l’inclinazione della ripa  $\alpha$ , la prima condizione avviene quando si ha:

$$\sqrt{H/T^2} > \tan \alpha \quad (4)$$

dove  $H$  è l’altezza dell’onda in prossimità della costa. In questo caso  $R$  è dato da:

$$R = \frac{2,3 \tan \alpha}{\sqrt{\frac{H}{T^2}}} H \quad (5)$$

Nel secondo caso, Hunt (1959) suggerisce la seguente equazione:

$$R = \frac{H}{3} \quad (6)$$

Hunt, astraendo dalla dissipazione di energia delle onde in acque basse (fondale marino poco profondo antistante la costa), approssima l’altezza  $H$  con quella dell’onda in mare aperto  $H_0$ . Considerando le caratteristiche geologiche del fondale prossimo a Torre Suda, tale semplificazione si può ritenere valida in via preliminare.

È stata quindi usata l’equazione 30 dell’articolo di Nandasena *et al.* (2011), con la quale si associa la velocità di trasporto iniziale  $u_i$  al rapporto tra il peso specifico della roccia ( $\rho_r$ ) e quello dell’acqua ( $\rho_w$ ), all’altezza del masso ( $t$ ) e all’inclinazione della piattaforma ( $\theta$ ). Essa comprende anche parametri empirici quali il coefficiente di frizione statica ( $\mu$ ) e il coefficiente di galleggiamento ( $C_f$ ). Per il caso in questione, ponendo  $\theta = 0$ , l’equazione è la seguente:

$$u_{a,min} = \sqrt{\frac{2g \left( \frac{\rho_r}{\rho_w} - 1 \right) t}{C_f}} \quad (7)$$

Essa vale, in generale, per massi distaccati dalla posizione iniziale lungo superfici di frattura preesistenti (denominati JB, ossia *joint-bounded*) e spostati per saltazione.

In base alle equazioni (3) (6) e (7), utilizzando i para-

metri geometrici rilevati in situ ( $t = 0,6$  m,  $w = 0,7$  m,  $x = 7$  m,  $H_c = 1$  m,  $\tan \alpha = 1,3$ ), ponendo  $T = 12$  secondi e assumendo per i coefficienti i valori ricavati dalle letterature scientifiche (Mangia, 2019), per il masso (JB)  $M_1$  si ottiene un valore di  $H_0$  pari a 3,6 m.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI PRELIMINARI

Il calcolo dei parametri delle onde che determinano lo spostamento di massi costieri è inevitabilmente affetto da notevoli incertezze, essendo i fattori concorrenti numerosi e difficili da misurare (Zainali e Weiss, 2015). L’approfondimento della ricerca è tuttavia necessario specie in ragione del probabile aumento, nell’immediato futuro, dell’intensità delle tempeste nel Mediterraneo (Romera *et al.*, 2017). I venti che soffiano sul Mar Ionio sono controllati dagli anticicloni delle Azzorre e della Siberia e, per la costa considerata, si può assumere un *fetch* di circa 1000 km in direzione del Golfo della Sirte.

Nell’immagine satellitare Google Earth del 20 luglio 2018 (Fig. 2), i massi  $M_1$  e  $M_2$  non sono presenti, a conferma (*terminus post quem*) della validità delle informazioni acquisite in loco in occasione del primo sopralluogo. Il medione Zorbas, responsabile delle forti mareggiate sulle coste di Creta e del Peloponneso con onde significative alte sino a 10 metri (in base alle immagini satellitari elaborate dalla *National Oceanic and Atmosphere Administration*, cfr. Hérincs, 2018), ha prodotto solo moderati effetti sulla costa ionica salentina. Infatti, la stazione Liby di S. Maria di Leuca ha registrato un picco massimo di stato del mare “molto mosso” il 26 settembre 2018, per cinque ore consecutive, a cui corrispondono valori di  $H_0$  pari a 1,25 ÷ 2,5 m. Come accennato nell’introduzione, nei mesi successivi la stessa stazione ha registrato sei episodi di mare “agitato” e “molto agitato” (Tab. 1). Tra questi va individuato quello che ha causato il distacco dalla nicchia (già impostata dai piani di discontinuità stratigrafici e tettonici) di  $M_1$  e  $M_2$ .

Le indicazioni dei residenti (ultima settimana di novembre) suggeriscono come evento causativo il 5 o il 6 di Tab. 1. Tuttavia, considerando l’energia delle onde potenzialmente impattanti sulla costa, gli episodi 2 e 3 risultano i maggiori “indiziati”. Peraltro, valori di QUK maggiori o uguali 6 non sono stati più registrati da Liby sino all’episodio del 12-13 Novembre 2019. Nelle more di acquisire i dati registrati dalla boa ondometrica di Crotona, e in funzione dei limiti della scala Beaufort-Douglas (Leder *et al.*, 1998; Haddon, 2015; Davies e Bevan, 2017), si evidenzia che questo risultato deve essere considerato come preliminare e indicativo.

Occorre inoltre rilevare che il terremoto di magnitudo Mw 6.8 verificatosi a largo di Zante alle 0.54 (ore italiane) del 26 Ottobre 2018 (per il quale la Protezione Civile nazionale, informata dal Centro Allerta Tsunami dell’INGV, ha diramato un allerta arancione per le coste di Puglia e Calabria) ha prodotto solo onde di lieve entità nel Golfo di Taranto (Protezione Civile, comunicato stampa del 26 Ottobre 2016). Nove centimetri di innal-

Evento	giorno (durata)	QUK <sub>max</sub>	Stato del mare	H <sub>s</sub> (m)
1	28 ottobre (10 ore)	5 (10 ore)	agitato	2,5÷4
2	29 ottobre (12 ore)	6 (7 ore)	molto agitato	4÷6
3	30 ottobre (3 ore)	6 (2 ore)	molto agitato	4÷6
4	20 novembre (7 ore)	5 (7 ore)	agitato	2,5÷4
5	25 novembre (2 ore)	5 (2 ore)	agitato	2,5÷4
6	28 novembre (4 ore)	5 (4 ore)	agitato	2,5÷4

zamento del livello marino sono stati misurati nel porto di Crotona e, quindi, nessun danno è risultato a cose o a persone.

In sintesi, le ricerche condotte hanno permesso di ottenere un valore di  $H_0$  calcolato in base al metodo sopradescritto (3,6 m), paragonabile a quello dei valori di  $H_s$  riportati dalla stazione Liby (2,5÷6 m) per il periodo considerato. Il metodo utilizzato risulta quindi promettente per ulteriori sviluppi. In ogni caso, esso richiede la definizione della posizione iniziale dei blocchi, dato di non semplice determinazione. A Torre Suda, condizioni geologiche favorevoli, oltre alla freschezza delle superfici di distacco, hanno consentito per  $M_1$  (e la sua propaggine  $M_2$ ) una identificazione certa. Al fine di esplorare le potenzialità del metodo qui proposto si è intrapresa una nuova ricerca lungo la costa di Sant'Isidoro (comune di Nardò), ossia in un'area con caratteristiche stratigrafico-strutturali simili a quelle di Torre Suda (Rossetti, 2019). A sud del tratto di costa da tempo noto per la diffusa presenza di massi deposti da "onde catastrofiche" (Mastronuzzi e Sansò, 2000), è stato individuato un settore in cui sono state definiti cinque associazioni tra massi e posizioni iniziali (Fig. 7).

Per determinare le dimensioni degli assi dei 5 blocchi è stato utilizzato il criterio proposto da Blott e Pye (2008). I volumi calcolati dei blocchi sono risultati compresi tra 2 e 4,5 m<sup>3</sup>, mentre le distanze delle posizioni iniziali misurate dal bordo della piattaforma variano da 0,8 m a 11,5 m. Le distanze percorse dai massi per effetto dell'impatto delle onde "estreme" sono comprese tra 0,5 m e 6 m (Mangia, 2019). In base alle evidenze di terreno, quattro dei cinque massi di Torre Sant'Isidoro sono stati spostati per saltazione, il quinto per ribaltamento (Fig. 8).

Con procedimento analogo a quello utilizzato per il masso di Torre Suda e considerando lo stato iniziale di ciascun masso (vincolato o meno da superfici di discontinuità) e il tipo di movimento (saltazione o ribaltamento), sono stati ricavati valori di  $H_0$  compresi tra 1,3 e 4 m. In base ai dati registrati dalla boa della rete ondometrica nazionale posta al largo di Crotona, per un periodo di ritorno di 50 anni, Morucci *et al.* (2016) hanno calcolato un'onda massima significativa ( $H_s$ ) di 6,3 m. Dentale *et al.* (2016) hanno invece determinato valori di  $H_s$  pari a 7,5 m in base al modello ECMWF, e pari a 8,2 m in base al modello NOAA, per un periodo di ritorno di 100 anni. Si ritiene pertanto probabile che anche i 5 blocchi individuati a nord di Torre Sant'Isidoro (Fig. 7) siano stati spostati dalla loro posizioni iniziali per effetto di onde "estreme"

causate da tempeste. In base alle evidenze morfologiche osservate, si può inoltre ritenere che tali processi siano avvenuti negli ultimi decenni.

Ulteriori valutazioni possono essere effettuate in base al metodo proposto da Barbano *et al.* (2010), basato a sua volta sugli studi di Sunamura e Horikawa (1974) relativi alla dissipazione di energia delle onde in corrispondenza dei fondali sabbiosi prossimi alla costa. Ciò al fine di considerare altri termini di comparazione. Il metodo di questi Autori applicato al masso  $M_1$  di Torre Suda restituisce un valore di  $H_0$  pari a 7,2 m, mentre per i massi di Torre Sant'Isidoro valori compresi tra 1,9 e 8,4 m. Tali valori sono comunque inferiori a quelli delle altezze delle onde estreme  $H$ , ossia a 1,5÷2,2  $H_s$  (Dysthe *et al.*, 2005; Hansom *et al.*, 2015).

Il metodo di studio proposto è applicabile anche nel caso del blocco calcareo disloggiato dalla massicciata frangiflutti in occasione della mareggiata del 12-13 novembre ultimo scorso a Gallipoli, di cui si è fatto cenno nell'introduzione. Confrontando immagini aeree e satellitari ad alta definizione riprese, rispettivamente, prima e dopo l'evento, si potrebbero infatti determinare le posi-

zioni iniziali.

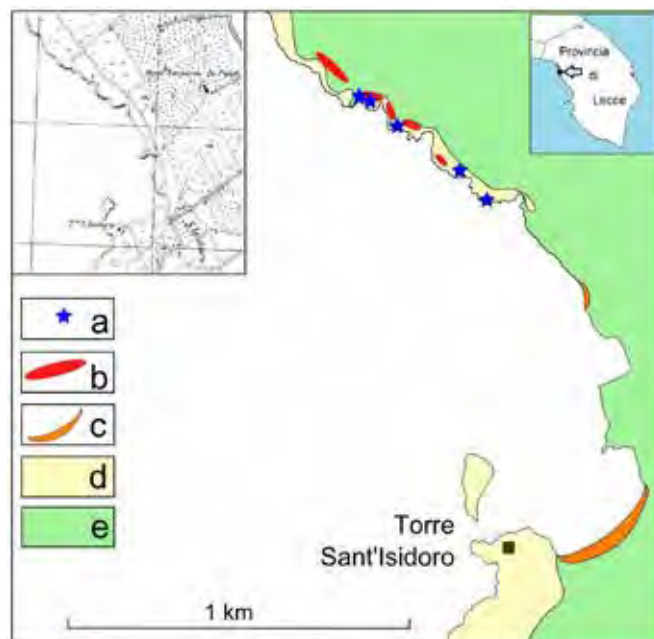


Figura 7 - Carta geologica rilevata dell'area a nord di Torre Sant'Isidoro. Legenda: a, associazione masso-posizione iniziale; b, "boulder field"; c, litorale sabbioso; d, calcareniti medio-pleistoceniche; e, Calcarea cretacea. In alto a sinistra lo stralcio della carta IGM a scala 1:25.000.

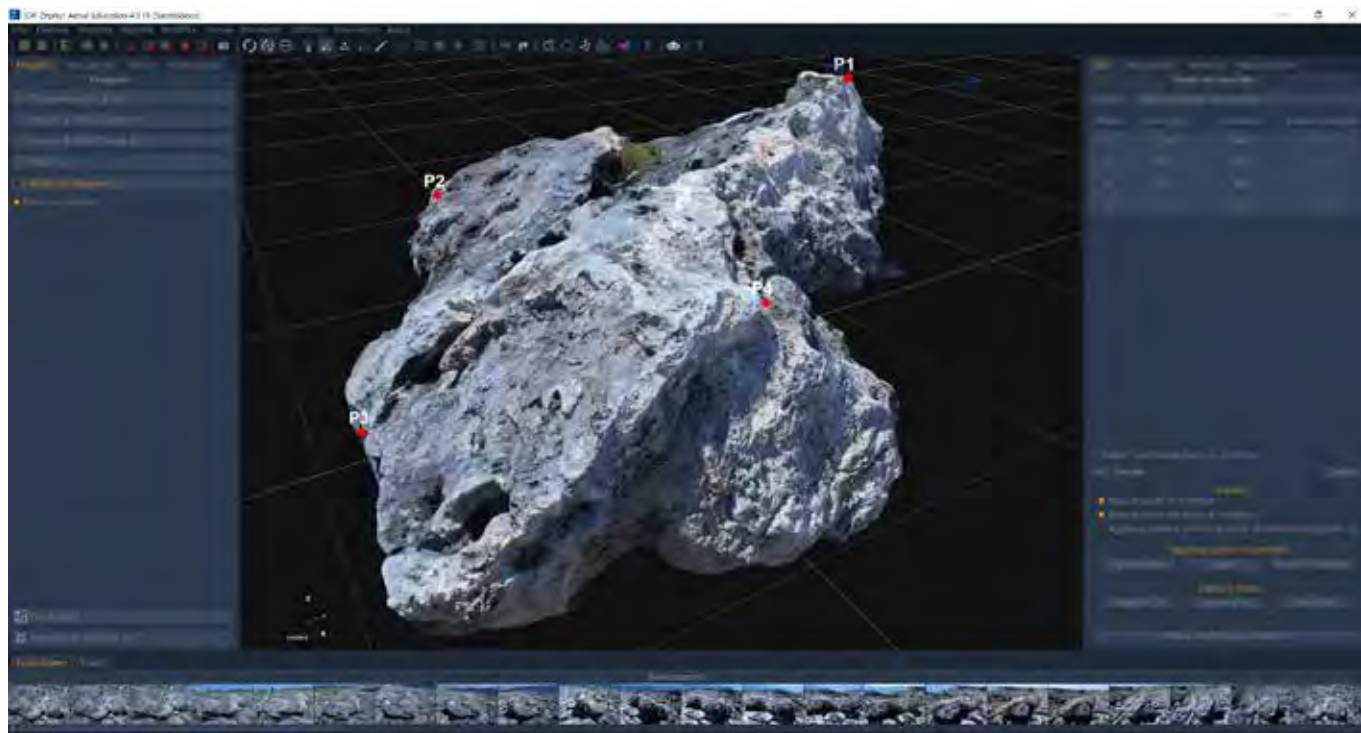


Figura 8 - Elaborazione dimensionale mediante il software 3DF Zephyr del masso di Torre Sant'Isidoro ribaltato rispetto alla posizione originaria.

zioni iniziali dei blocchi spostati. Si dovranno comunque acquisire notizie su eventuali operazioni di immissione di nuovi massi operati nell'arco di tempo da considerare. Preliminari valutazioni indicano che la mareggiata ha spostato diversi massi, oltre a quello trasportato nel mezzo della carreggiata del lungomare. La conferma di questa ipotesi e l'elaborazione di dati geometrico-dimensionali fornirebbero un ulteriore, interessante, caso di studio.

#### RINGRAZIAMENTI

Marinella Coppola, Francesco Giuri e Valerio Nobile per la segnalazione dell'evento di Torre Suda. Fabrizio Congedo (MeteoSalento) e Marcello M. Miglietta (ISAC-CNR) per le preziose indicazioni di meteorologia e fisica dell'atmosfera.

#### BIBLIOGRAFIA

BARBANO, M.S., PIRROTTA, C., GERARDI, F. (2010) – *Large boulders along the south-eastern Ionian coast of Sicily: Storm or tsunami deposits?* Mar. Geol. 275, 140-154.

BLOTT S.G., PYE K. (2008) – *Particle shape: a review and new methods of characterization and classification.* Sedimentology, 55, 31-63.

CONGEDO F. (2018) – *Autunno 2018: la stagione dei fenomeni estremi salentini.* (<https://www.supermeteo.com/autunno-2018-la-stagione-dei-fenomeni-estremi-salentini/>)

COX, J.C., MACHEMEHL, J. (1986) – *Overload bore propagation due to an overtopping wave.* J. Waterw. Port Coast. Ocean Eng, 112, 161-163.

DAVIES H., BEVAN S. (2017) – *A consultative approach to charter party agreements based on virtual on time ar-*

*rival.* Int. J. Mar. Navigation Safety Sea Transportation, 11, 303-308.

DENTALE, F., FURCOLO, P., PUGLIESE CARRATELLI, E., REALE, F., CONTESTABILE, P., TOMASICCHIO, G.R. (2018) – *Extreme wave analysis by integrating model and wave buoy data.* Water, 10, 373

DYSTHE, K., KROGSTAD, H.E., MÜLLER, P. (2008) – *Oceanic rogue waves.* Annu. Rev. Fluid Mech. 40, 287-310.

GUZA, R.T., THORNTON, E.B. (1982) – *Swash oscillations on a natural beach.* Journal of Geophysical Research, 87 (C1), 483-491.

HADDON S. (2015) – *Sea state and swell.* MetService Report, 16 pp. (<https://blog.metservice.com>)

HANSOM, J.D., SWITZER, A.D., PILE, J. (2015) – *Extreme waves: causes, characteristics, and impact on coastal environments and society.* In: Ellis, J. T., Sherman, D. J. (eds.), Coastal and Marine Hazards, Risks, and Disasters. Elsevier: Amsterdam, Netherlands, pp. 307-334.

HÉRINCS D. (2018) – *Tropical storm Zorbas.* Tropical cyclone report, 24 pp. ([http://zivipotty.hu/2018\\_zorbas.pdf](http://zivipotty.hu/2018_zorbas.pdf))

HUNT I.A. (1959) – *Design of seawalls and breakwaters.* Journal of Waterways and Harbours Division, ASCE 85 (WW3), 123-152.

LEDER N., SMIRČIĆ A., VILIBIĆ I. (1998) – *Extreme values of surface wave heights in the Northern Adriatic.* Geofizika, 15, 1-12.

LOMBARDI M. (2015) – *Studio sperimentale del moto incipiente di massi ciclopici al passaggio di un'onda lunga.* Tesi di Laurea. Politecnico di Milano, A.A. 2014-2015 (relatore: Passoni G.).

MANGIA M. (2019) – *Studio della dislocazione di massi*



*rocciosi in tratti costieri*. Tesi di Laurea Triennale. Università del Salento, A.A. 2018-2019 (relatori: Fidelibus C.; Delle Rose M.).

MASTRONUZZI G., SANSÒ P. (2000) – *Boulders transport by catastrophic waves along the Ionian coast of Apulia (southern Italy)*. Mar. Geol., 170, 93-103.

MICHE, R. (1951) – *Le pouvoir réfléchissant des ouvrages maritimes exposés à l'action de la houle*. Annales des Ponts et Chaussées, 121, 285-319.

MIGLIETTA M.M., ROTUNNO R. (2019) – *Development mechanisms for Mediterranean tropical-like cyclones (medicanes)*. Q. J. R. Meteorol. Soc., 145, 1444-1460.

MORUCCI, S., PICONE, M., NARDONE, G., ARENA, G. (2016) – *Tides and waves in the Central Mediterranean Sea*. J. Oper. Oceanogr., 9, s10-s17.

NANDASENA, N.A.K., PARIS, R., TANAKA, N. (2011) – *Reassessment of hydrodynamic equations: Minimum flow velocity to initiate boulder transport by high energy events (storms, tsunamis)*. Mar. Geol., 281, 70-84.

POATE, T.G., MCCALL, R.T., MASSELINK G. (2016) – *A new parameterisation for runup on gravel beaches*. Coast Eng. 117, 176-190.

PORTMANN R., GONZÁLEZ-ALEMÁN J.J., SPRENGER M., WERNLI H. (2019) – *Medicane Zorbas: Origin and impact of an uncertain potential vorticity streamer*. Weather and Climate Dynamics Disc., wcd-2019-1.

RICCHETTI G., CIARANFI N., a cura di (2013) – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 536 Ugento*. ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, 124 pp.

ROMERA R., GAERTNER, M.A., SÁNCHEZ, E., DOMÍNGUEZ, M., GONZÁLEZ-ALEMÁN, J.J., MIGLIETTA, M.M. (2017) – *Climate change projections of medicanes with a large multi-model ensemble of regional climate models*. Global and Planetary Change, 151, 134-143.

ROSSETTI E. (2019) – *Sulle condizioni predisponenti la dislocazione di blocchi di roccia durante mareggiate*. Tesi di Laurea Triennale. Università del Salento, A.A. 2017-2018 (relatori: Fidelibus C.; Delle Rose M.; Orlanducci L.).

SUNAMURA, T., HORIKAWA, K. (1974) – *Two-dimension-*

*al beach transformation due to waves*. In Proceedings of 14th Conference on Coastal Engineering, ASCE: Copenhagen, pp. 920-938.

STOCKDON, H.F., HOLMAN, R.A., HOWD, P.A., SALLENGER JR, A.H. (2006) – *Empirical parameterization of setup, swash, and runup*. Coastal Eng. 53, 573-588.

ZAINALI A., WEISS R. (2015) – *Boulder dislodgment and transport by solitary waves: Insights from three-dimensional numerical simulations*. Geophysical Research Letters, 42, 4490-4497.

## APPENDICE

(Selezione delle notizie sulle mareggiate 2018 e 2019)

**Monzone è arrivato, nubifragi e tromba d'aria: danni e paura**. Telerama News, 28 Ottobre 2018 (<http://www.trnews.it/2018/10/28/monzone-e-arrivato-nubifragi-e-tromba-d-aria-danni-e-paura/233203>).

**La furia del vento sul Capo di Leuca: crolli e danni soprattutto lungo la costa**. Lecceprima, 25 Novembre 2018 (<http://www.lecceprima.it/settimana/tromba-aria-capo-di-leuca-25-novembre-2018.html>).

**Salento, gravi danni alle spiagge per il maltempo: "Arenili cancellati dalle mareggiate"**. Repubblica, 2 Dicembre 2018 ([https://bari.repubblica.it/cronaca/2018/12/02/news/salento\\_gravi\\_danne\\_alle\\_spiagge\\_per\\_il\\_maltempo\\_arenili\\_cancellati\\_dalle\\_mareggiate\\_-213202680/](https://bari.repubblica.it/cronaca/2018/12/02/news/salento_gravi_danne_alle_spiagge_per_il_maltempo_arenili_cancellati_dalle_mareggiate_-213202680/)).

**Il maltempo fa danni in tutto il Salento: gli interventi della Protezione Civile minuto per minuto**. Leccenews24, 12 Novembre 2019 (<https://www.leccenews24.it/attualita/danni-maltempo-12-novembre.htm>).

**Burrasca agita lo Ionio e devasta barche, pontili, maneggio e persino un ristorante**. Lecceprima, 13 Novembre 2019 (<https://www.lecceprima.it/cronaca/danni-burrasca-ionio-salento-13-novembre-2019.html>).

**Maltempo, venti oltre i cento chilometri orari, il mare devasta le coste. Il Salento pronto a chiedere lo stato di calamità**. Quotidiano di Puglia online, 13 Novembre 2019 ([https://www.quotidianodipuglia.it/lecce/maltempo\\_venti\\_mareggiate\\_danni\\_salento\\_puglia\\_oggi-4859903.html](https://www.quotidianodipuglia.it/lecce/maltempo_venti_mareggiate_danni_salento_puglia_oggi-4859903.html)).

Tra 120 anni, le condizioni ambientali  
saranno più aggressive.  
Noi abbiamo la soluzione, oggi.



# PoliMac®

WIRE PROTECTION FOR A CHANGING WORLD

Il nuovo rivestimento polimerico **PoliMac®** per  
Gabbioni, Materassi Reno e prodotti per la  
Protezione dalla Caduta Massi



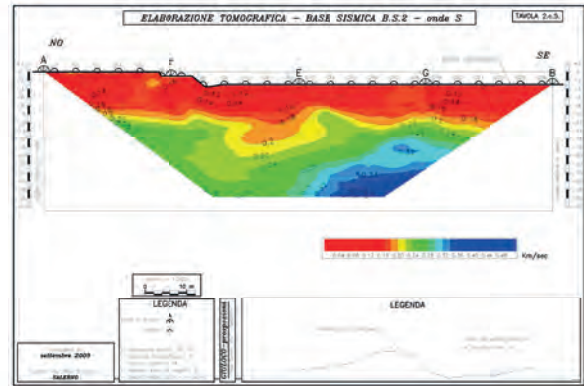
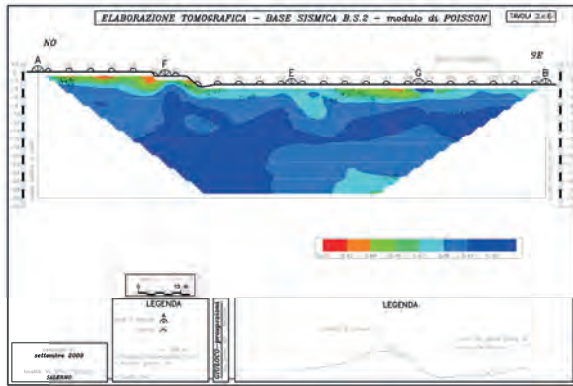
- **MAGGIORE** VITA UTILE
- **MAGGIOR** RESISTENZA ALL'ABRASIONE
- **MAGGIOR** RESISTENZA AI RAGGI UV
- **STRAORDINARIA** RESISTENZA CHIMICA
- **PIÙ** ECOCOMPATIBILE

[www.maccaferri.com/it](http://www.maccaferri.com/it)



AGENZIA IN ESCLUSIVA  
PUGLIA E BASILICATA

**MACCAFERRI**



## GIULOCO-prospezioni s.a.s. del Dott. Geol. Giuseppe Locorotolo

[iscritta al Registro delle Imprese di Matera R.E.A. n. 84248] P. IVA IT 01249760776

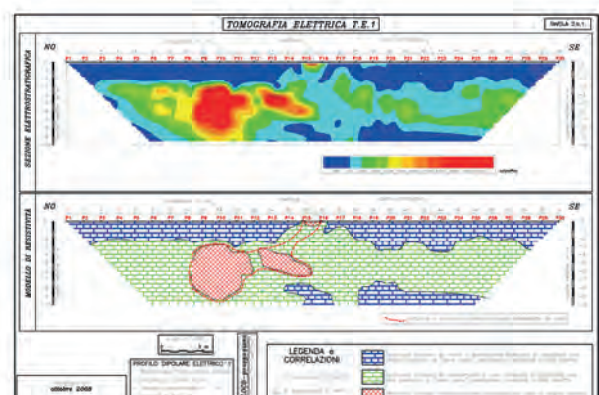
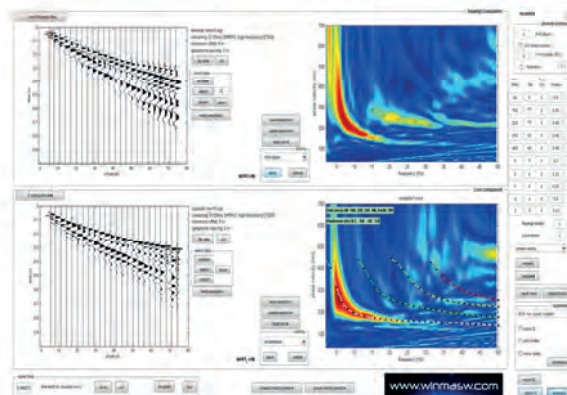
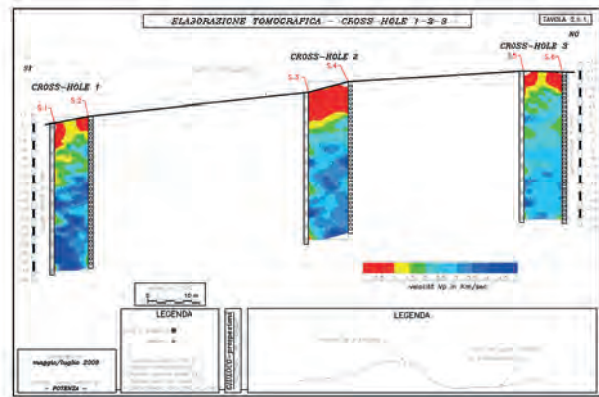
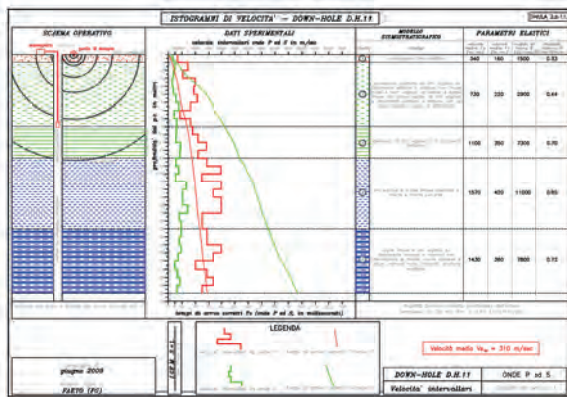
Sede: via De Sarnis, 14 75100 Matera Tel. & Fax 0835.264522 Cell. 335.6204363

Indirizzo e-mail: [glocorotolo@teletu.it](mailto:glocorotolo@teletu.it) indirizzo WEB: <http://home.teletu.it/giuloco>

La GIULOCO-prospezioni opera nel settore delle indagini geognostiche con specializzazione nel campo della Geofisica Applicata da oltre 25 anni. Esegue interventi di supporto per studi geologico-tecnici inerenti tematiche ambientali, ingegneristiche, idrogeologiche finalizzate alla ricostruzione di sequenze stratigrafiche, individuazione di corpi sepolti, caratterizzazione geodinamica dei litotipi, individuazione di livelli acquiferi.

Operando in diverse regioni viene a contatto con contesti geologici differenti, accrescendo continuamente la propria esperienza applicativa potendo fornire così valide indicazioni geognostiche su un'ampia gamma di terreni. Le metodologie geofisiche applicate sono quelle della geosismica e della geoelettrica, con le seguenti tipologie d'indagine:

- Prospezione geosismica a rifrazione di superficie in onde P e S, con calcolo dei moduli dinamici e  $V_{seq}$ - $V_{s30}$  e con elaborazione tomografica delle sezioni sismostratigrafiche (BASE SISMICA); software utilizzati IXRefrax v. 1.21 della Interpex Limited e Rayfract v. 3.32 della Intelligent Resources Inc.;
- Prospezione geosismica in foro in onde P e S, con calcolo dei moduli dinamici e  $V_{s30}$  (DOWN-HOLE e CROSS-HOLE), sia con tiri diretti che con elaborazione tomografica); software utilizzato IXRefrax v. 1.21 della Interpex Limited e Rayfract v. 3.32 della Intelligent Resources Inc.;
- Prospezione geosismica di superficie attiva in onde di Rayleigh, sia in componente verticale che radiale, e in onde di Love, con analisi congiunta, con calcolo di  $V_{s30}$  (MASW); software utilizzato winMASW Academy 7.1 della EliaSoft;
- Prospezione geosismica di superficie passiva, con metodologia REMI, ESAC e HYSR, anche in analisi congiunta con acquisizioni tipo MASW; software utilizzato winMASW Academy 7.1 della EliaSoft;
- Prospezione geoelettrica di resistività con metodologia Schlumberger o Wenner (SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALE); - prospezione geoelettrica di resistività e di caricabilità (polarizzazione indotta) 2D e 3D con metodologia Dipolo-Dipolo Assiale, Schlumberger, Wenner, Wenner-Schlumberger, Polo-Polo, Polo-Dipolo con elaborazione tomografica (PROFILO di RESISTIVITÀ); software utilizzato EarthImager 2D/3D della AGI;
- Prospezione georadar GPR; eseguita con sistema radar Ris MF Hi-Mod I prodotto dalla I.D.S. - Ingegneria dei Sistemi S.p.A., con software di elaborazione GRED 3D;



# GEOPROVE

S.R.L.

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE • LABORATORIO TERRE E ROCCE  
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE



Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



**GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750** • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | [www.geoprove.eu](http://www.geoprove.eu) • [info@geoprove.eu](mailto:info@geoprove.eu)