UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

UNIVERSITA' DELLA CALABRIA

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST)

Scuola di Dottorato

"Archimede" in Scienze, Comunicazione e Tecnologie

Indirizzo

Scienze della Terra

CICLO

XXV

STUDIO INTEGRATO DI ICNOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA DELLE FORMAZIONI DI STILO - CAPO D'ORLANDO E SARACENO (OLIGO-MIOCENE, CALABRIA IONICA)

Settore Scientifico Disciplinare GEO/02

Direttore: Ch.mo Prof. PIETRO PANTANO

Supervisore/Tutor: Ch.mo Prof. MAURIZIO SONNINO

Co-Tutor: Ch.ma Prof.ssa ASSUNTA D'ALESSANDRO

Dottoranda: Dott. ssa CLAUDIA CARUSO

✋🤦✋👈

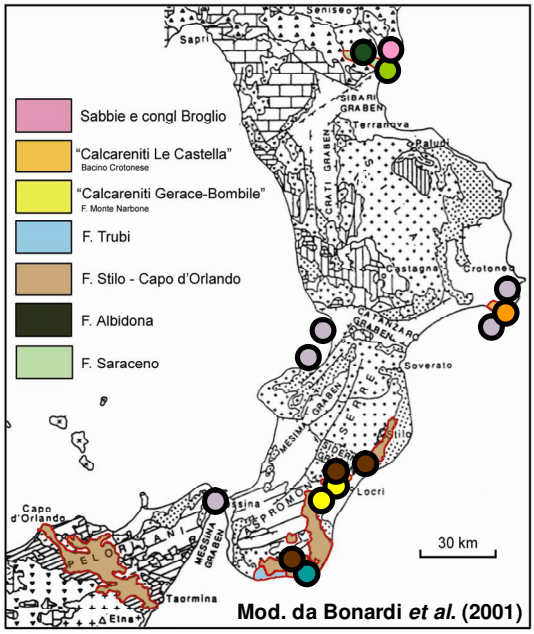
🔲📁

👈🔲🔲📁 ✋🔲🔲🔲🔲🔲🔲🔲 🔲 🔲🔲🔲🔲 🔲🔲

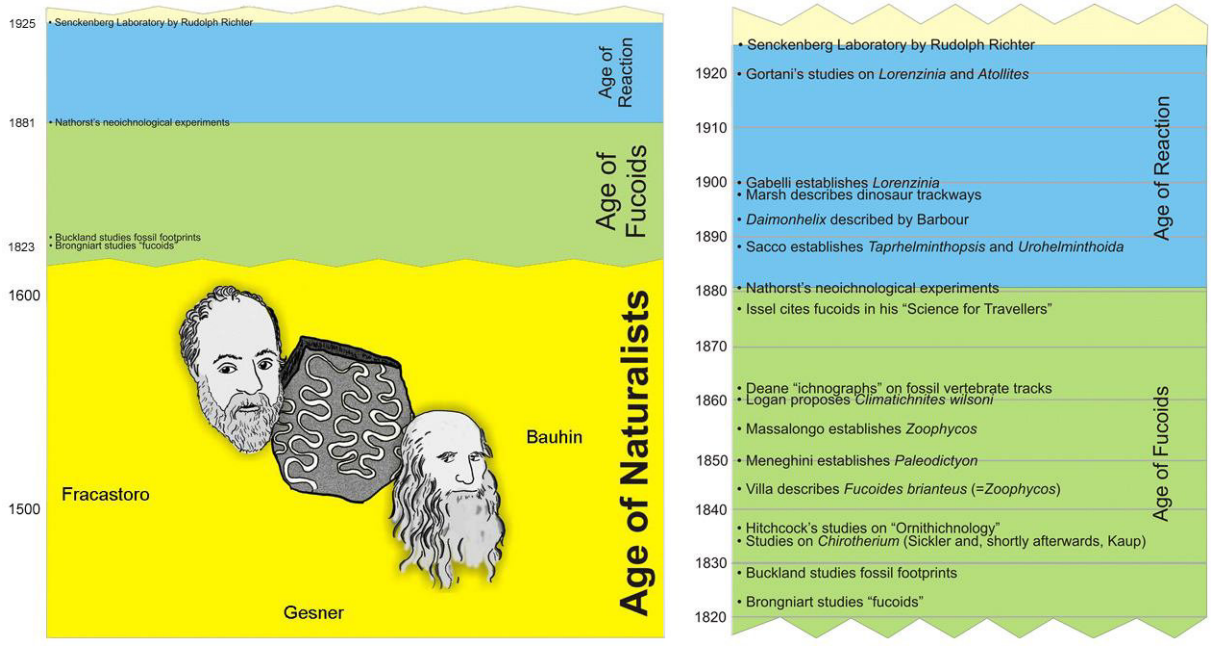
■ ☺❍♌☼♏■♦☼ ❍☺❒☼■☼ ■☺♦◆❒☺●☼🖃 ⬩◆ ♌☺⬩⬩☼ ➚□■♳☺●☼🖃 ⬩☼☺ ☼■ ☺♍❑◆☺❒☼ ⬩♏❍☼ 🖃☺♦♦❒♏⌘⌘☺♦☼ ♏ ☺♦♦❒♏⌘⌘☺♦☼🖃 ☹❼□♌☼♏♦♦☼❖□ ♳♏●●□ ⬩♦◆♳☼□ ■♏□☼♍■□●□♈☼♍□ ➔ ⬩♦☺♦□ ❑◆♏●●□ ♳☼ ❍☼♈●☼□❒☺❒♏ ●☺ ♍□❍□❒♏■⬩☼□■♏ ♳♏●●☺ ➚□❒❍☺⌘☼□■♏ ♳♏●●♏ ♦❒☺♍♍♏ ♳☼ ☺♦♦☼❖☼♦→ ♌☼□●□♈☼♍☺🖃 ♍☺●♍□●☺❒♏ ◆■☺ ⬩♦☼❍☺ ♳♏●●☺ ❖☺❒☼ ☺⌘☼□■♏ ♳☼ □♏❒❍♏☺♌☼●☼♦→ ♏ □□❒□⬩☼♦→ ♍☺◆⬩☺♦☺ ♳☺●●❼☺♦♦☼❖☼♦→ ♳♏♈●☼ □❒ ♈☺■☼⬩❍☼🖃 ♳♏♦♏❒❍☼■☺❒♏ ●♏ ❒☼⬩□□⬩♦♏ ♳♏♈●☼ □❒♈☺■☼⬩❍☼ ☺●●♏ ❖☺❒☼☺⌘☼□■☼ ♳♏☼ □☺❒☺❍♏♦❒☼ ♏♳☺➚☼♍☼ ♏ ♳♏□□⬩☼⌘☼□■☺●☼🖃 ☺■♍≈♏ ☼⬩♦☺■♦☺■♏☼ ☎♏⬩🖋💻 ♏ ❖♏■♦☼ ♳☼ ♦♏❍□♏⬩♦☺🖃 ♍□❒❒♏■♦☼ ♳☼ ♦□❒♌☼♳☺❸🖋 ✈◆♏⬩♦♏ ☼■➚□❒❍☺⌘☼□■☼ ⬩□■□ ⬩♦☺♦♏ ◆♦☼●☼⌘⌘☺♦♏ □♏❒ ♍☺□☼❒♏ ❍♏♈●☼□ ♈●☼ ♏❖♏■♦☼ ♳♏● □☺⬩⬩☺♦□ ♈♏❑□●□ ♈☼♍□ ☎❽☼● □❒♏⬩♏■♦♏ ➔ ●☺ ♍≈☼☺❖♏ ♳♏● □☺⬩⬩☺♦□❾❸🖋 ☞☼■□ ☺♳ □❒☺ ■□■ ⬩□ ■□ ⬩♦☺♦☼ ❍☺☼ ❒♏☺●☼⌘⌘☺♦☼ ☼■ ✋♦☺●☼☺ ⬩♦◆♳☼ ♳☼ ♳♏♦◆☺♈●☼□ ⬩◆●●♏ ♦❒☺♍♍♏ ❍☺❒☼■♏ ☺♦♦◆☺●☼🖃 ⬩☼☺ □♏❒ ❑◆☺■♦□ ❒☼♈◆☺❒♳☺ ●❼☼♳♏■♦☼➚☼♍☺⌘☼□■♏ ♳☼ □♈●☼ ⬩☼■♈□●☺ ♦❒☺♍♍☼☺ ☺♳ ◆■ ♳♏♦♏❒❍☼■☺♦□ □❒♈☺■☼⬩❍□ ♍□⬩♦❒◆♦♦□❒♏🖃 ⬩☼☺ □♏❒ ❑◆☺■♦□ ❒☼♈◆☺❒♳☺ ◆■☺ □☼▫ ☺❍□☼☺ ☺■☺●☼⬩☼ ♏♦□●□♈☼♍☺🖃 ⬩☼☺ ☼■ ❒♏●☺⌘☼□■ ♏ ☺●●☺ ⬩♏♳☼❍♏■♦☺⌘☼□■♏ ♍≈♏ ⬩☼ ❖♏❒☼➚☼♍☺ ■♏● ♌☺♍☼■□ ❍☺❒☼■□🖋 ☹☺ ■□♦♏❖□●♏ ❑◆☺■♦☼♦→ ♳☼ ♳☺♦☼ ❒☺♍♍□●♦☼🖃 ⬩□♏⬩⬩□ ⬩♦❒☺♦□🖋☺🖋⬩♦❒☺♦□🖃 ≈☺ □□❒♦☺♦□ ☺●●☺ ♍❒♏☺⌘☼□■♏ ♳☼ ◆■ ♳☺♦☺ ♌☺⬩♏ ☼■➚□❒❍☺♦☼⌘⌘☺♦□🖋 ⚐♌☼♏♦ ♦☼❖□ ➚☼■☺●♏ ♳☼ ❑◆♏⬩♦□ ●☺❖□❒□ ➔ ⬩♦☺♦☺ ❑◆☼■♳☼ ●☺ ➚❒◆☼♌☼●☼♦→ ♳♏☼ ♳☺♦☼ ☺♍❑◆☼♦☼🖃 ❍♏♳☼☺■♦♏ ●☺ ♍❒♏☺⌘☼□■♏ ♳☼ ◆■ ♳☺♦☺♌☺♌☺⬩♏ ☼♍■□●□♈☼♍□ ☼■♦ ♏❒■☺⌘☼□■☺●♏🖃 ♳☼⬩□□■☼♌☼●♏ ⬩◆ ♳☼⬩□□⬩☼♦☼❖☼ ❍□♌☼●☼ ☎⬩❍☺❒♦□≈□■♏ ♏ ♦☺♌●♏♦ ⓿⌨ ☼■ ♏⬩⬩□ ♍□■➚●◆☼⬩♍□■□ ♦◆♦♦☼ ☼ ♳☺♦☼ ❒☺♍♍□●♦☼ ⬩◆● ♦♏❒❒♏■□🖃 ●♏ ♍☺❍□☼ □■☺♦◆❒♏ ❽❖☼❒♦◆☺●☼❾ ♏ ●♏ ☺■☺●☼⬩☼ ♳☼ ●☺♌□❒☺♦□❒☼□🖋

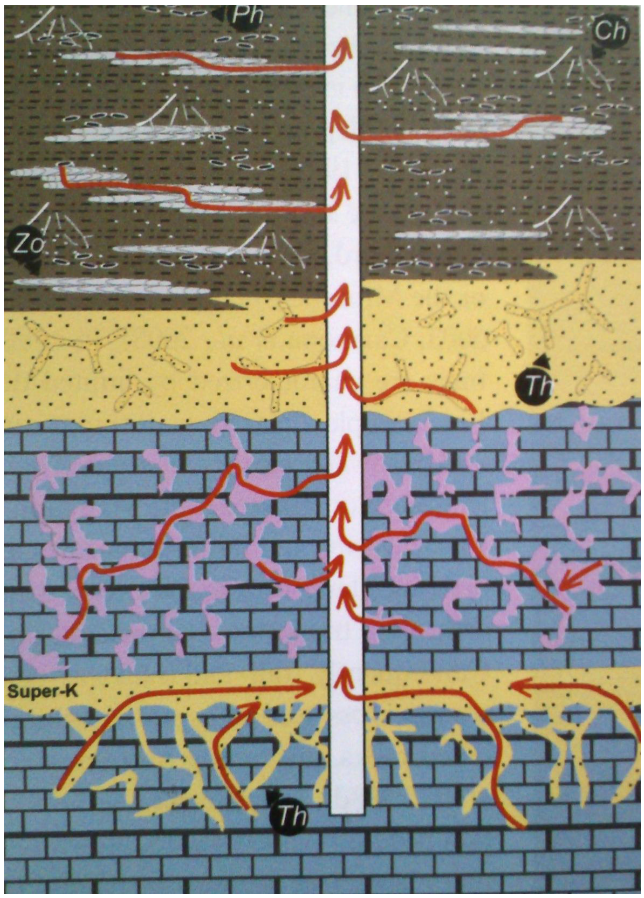
✋■➚☼■♏🖃 ♳☺ ❑◆♏⬩♦□ ●☺❖□❒□🖃 ➔ ⬩□❒♦☺ ●❼☼□□♦♏⬩☼ ♳☼ ☼⬩♦☼♦◆☼❒♏ □☺●♏□☼♍ ■□⬩☼♦☼ ■♏●●♏ □❒☼■♍☼□☺●☼ ☺❒♏♏ ♳☼ ⬩♦◆♳☼□🖃 □♏❒ ♦◆♦♏●☺❒♏ ♏ ❖☺●□❒☼⌘☼❒ ♏ ☼● □☺♦❒☼❍□■☼□ ☼♍■□➚☺◆■☼⬩♦☼♍□ ♳♏●●♏ ➚□❒❍☺⌘☼□■☼ ⬩♏♳☼❍♏■♦☺❒☼♏ ♳♏●●☺ ✍☺●☺♌❒☼☺ ☼□■☼♍☺🖋

1. Studio paleoicnologico e sedimentologico di dettaglio (strato-a-strato) del membro superiore della Fm. di Stilo - Capo d'Orlando; osservazioni degli icnofossili alla mesoscala e alla microscala.
2. Studio paleoicnologico strato-a-strato della porzione basale della Fm. del Saraceno.
3. Studi paleoicnologici preliminari su:
   - Formazione di Albidona;
   - "Sabbie di Broglio";
   - Formazione dei Trubi;
   - "Calcareniti di Gerace-Bombile" (Fm. Narbone);
   - "Calcareniti di Le Castella" (Bacino Crotonese).
4. Osservazioni neoicnologiche preliminari su bassi fondali e acquari.
5. Campionature virtuali (con gomme siliconiche e laser scanner)
6. Studio di confronto sulle principali icno-collezioni universitarie europee.
7. Confronto con la Fm. Marnoso-Arenacea, Marne di Verghereto, Flysch Carpazi.
8. Database icnologico ("Ichno-App" e "Ichno Italia").



Mod. da Bonardi *et al.* (2001)


1925
• Senckenberg Laboratory by Rudolph Richter
Age of Reaction
1881
• Nathorst's neoichnological experiments
Age of Fucoids
1823
• Buckland studies fossil footprints
• Brongniart studies "fucoids"
1600
Bauhin
Fracastoro
Age of Naturalists
1500
Gesner
1920
• Senckenberg Laboratory by Rudolph Richter
• Gortani's studies on Lorenzinia and Atollites
1910
1900
• Gabelli establishes Lorenzinia
• Marsh describes dinosaur trackways
• Daimonhelix described by Barbour
1890
• Sacco establishes Taprhelminthopsis and Urohelminthoida
Age of Reaction
1880
• Nathorst's neoichnological experiments
• Issel cites fucoids in his "Science for Travellers"
1870
1860
• Deane "ichnographs" on fossil vertebrate tracks
• Logan proposes Climatichnites wilsoni
• Massalongo establishes Zoophycos
1850
• Meneghini establishes Paleodictyon
• Villa describes Fucoides brianteus (=Zoophycos)
1840
• Hitchcock's studies on "Ornithichnology"
• Studies on Chirotherium (Sickler and, shortly afterwards, Kaup)
Age of Fucoids
1830
• Buckland studies fossil footprints
1820
• Brongniart studies "fucoids"


Ph
Ch
Zo
Th
Super-K
Th

	Ash layer preservation potential Low — High
Ash thickness	Thin[1] — Thick
Event deposition	Rare — Frequent[2]
Organic matter delivery	High[3] — Low
Seasonality of organic matter deposition	High[4] — Low
Sedimentation rate	High — Low
Grain size	Coarse[5] — Fine[6]

1 Threshold thickness for preservation of a sharp-based ash layer at intermediate organic matter deposition ~ 3 to 4 cm.

2 >1 event/ 10 years.

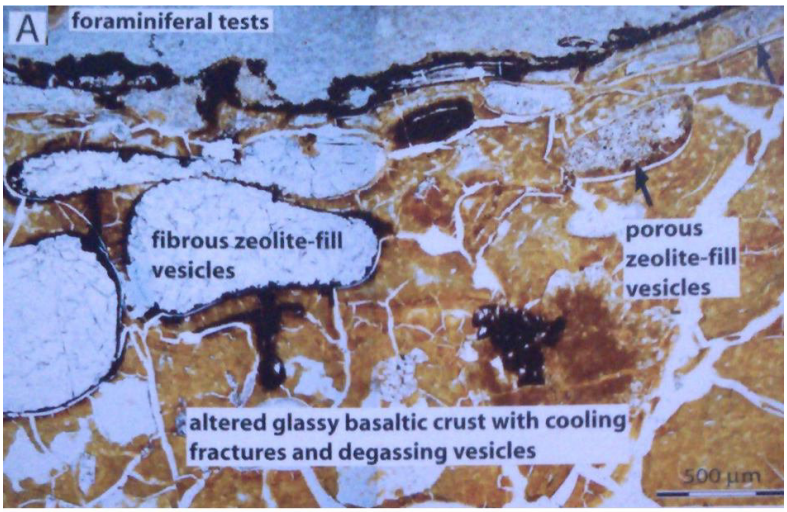
3 Surface sediment layer contains >0.3 to 0.4% Corg.

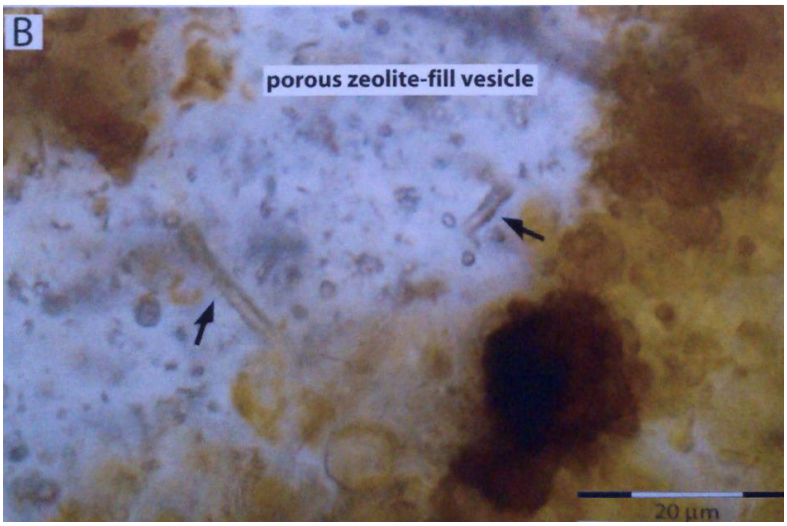
4 Fluctuating organic matter deposition favours temporary surface-feeding and non-local mixing by deep burrowers.

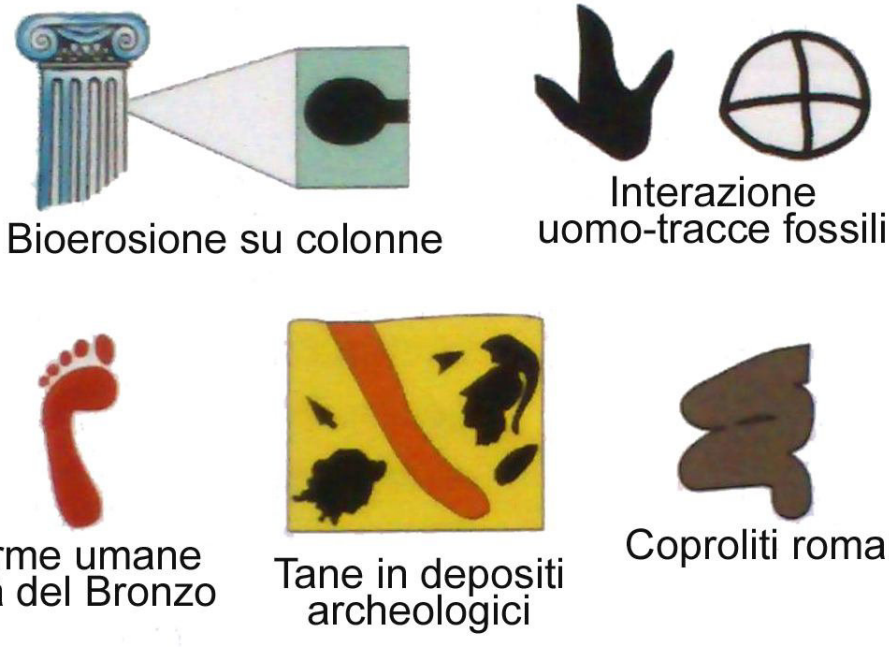
5 *Scolicia* producers (sea urchins) prefering a granular substrate may mix up to 6 cm thick ash from below if benthic food content is high.

6 The larger the difference in grain size between ash layer and the background sediment, the higher is the preservation potential of the ash layer.




A
foraminiferal tests
fibrous zeolite-fill vesicles
porous zeolite-fill vesicles
altered glassy basaltic crust with cooling fractures and degassing vesicles
500 µm


B
porous zeolite-fill vesicle
20 µm


Bioerosione su colonne
Interazione uomo-tracce fossili
Orme umane Età del Bronzo
Tane in depositi archeologici
Coproliti romani



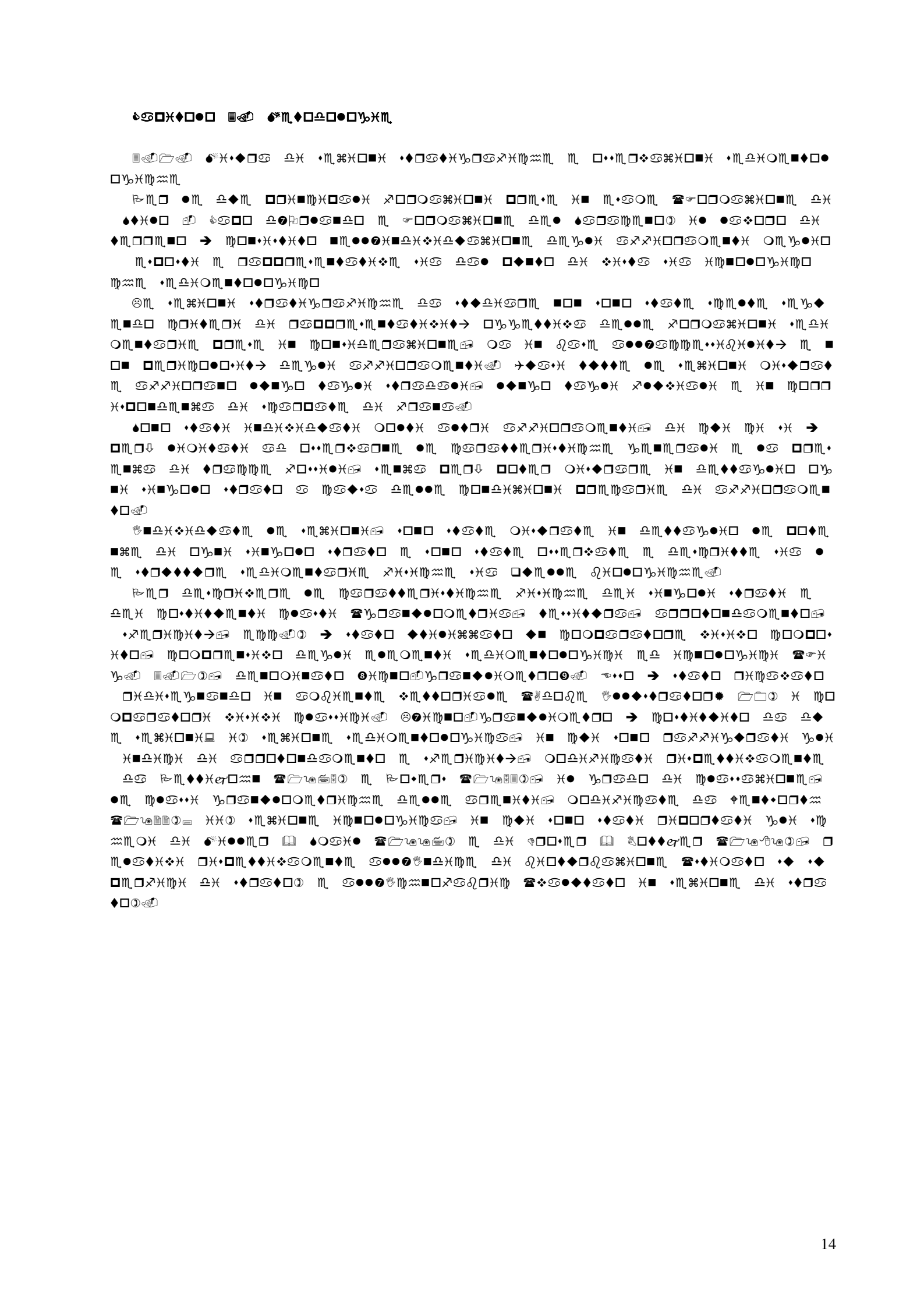
☞⌘♑🖊 🗎🖊☒ 🖊 ✌●♦♏❒♋⌘⌘□■♏ ♋●❖♏□●♋❒♏ ⬩◆ ❍□■◆❍♏■♦⌘ ☎❍□♎🖊 ♎♋ ♠⌘♏♎♏ ●🖃 🗎🗀🗁🗀◑🖊

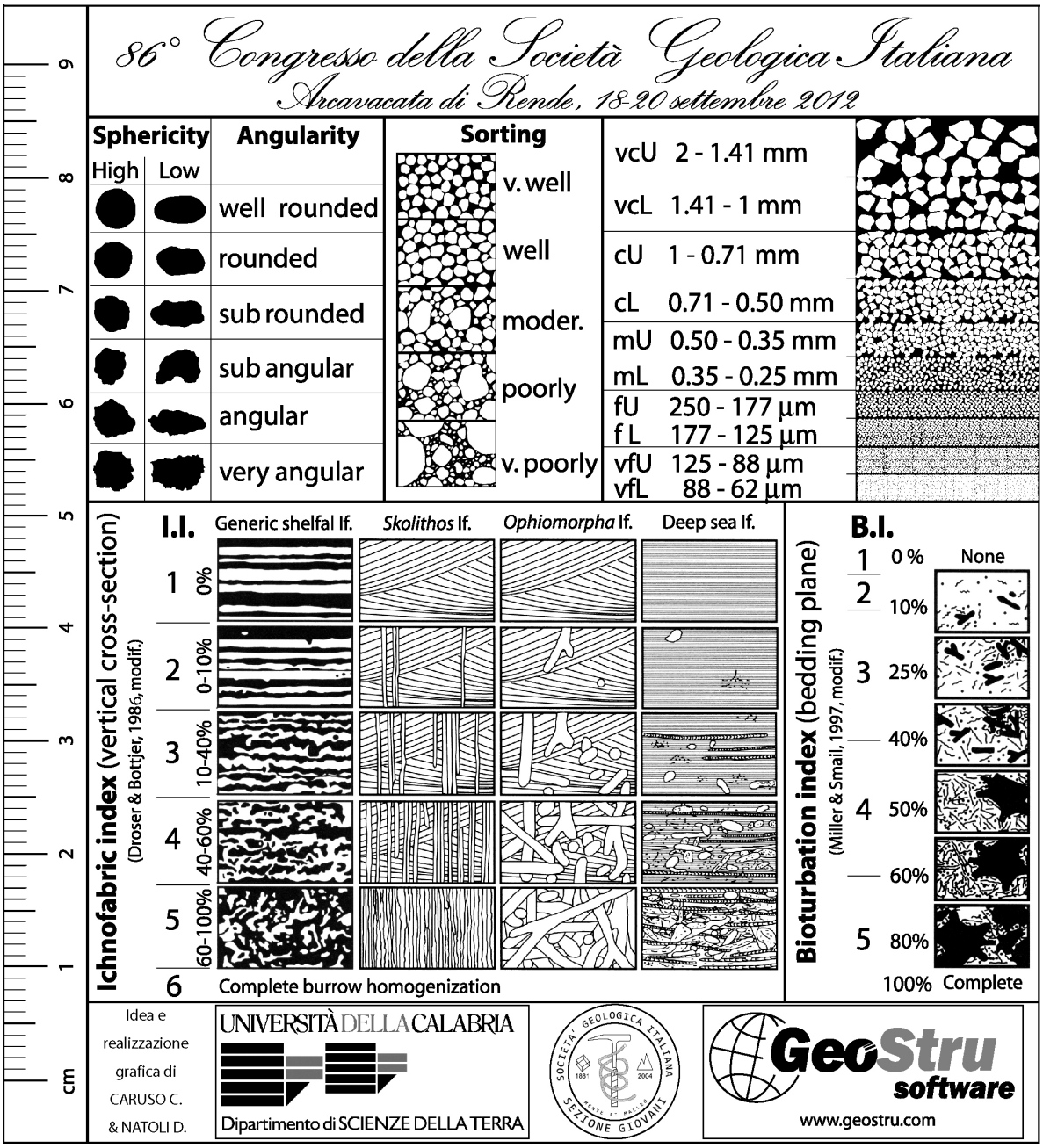
✌♦♦◆♋●❍♏■♦♏🖃 ●♋ ❍♋♑♑⌘□❒♏ ♋□□●⌘♍♋⌘⌘□■♏ ♎♏●●□ ⬩♦◆♎⌘□ ⌘♍■□♐♋◆■⌘⬩♦⌘ ♍□ ➔ ❒⌘❖□●♦♋ ♋●●♋ ❒⌘♍♏❒♍♋ ♎♏♑●⌘ ⌘♎❒□♍♋❒♌◆❒⌘💻 ❒⌘■❖♏■⌘❒♏ ♦❒♋♍♍♏ ♐ □⬩⬩⌘●⌘ ■♏●●♏ ♍♋❒□♦♏ ♏⬩□●□❒♋♦⌘❖♏ ⌘■♎⌘♍♋ ♍♒♏ ⌘● □♋●♏□♋❍♌⌘♏■♦♏ ♏❒♋ ♐ ♋❖□❒♏❖□●♏ ♋●●□ ⬩❖⌘●◆□□□ ♎⌘ □❒♑♋■⌘⬩❍⌘ ☎□□⬩⬩⌘♌⌘●⌘ □❒□♎◆♦♦□❒⌘ ♎⌘ ⌘♎❒□♍ ♋❒♌◆❒⌘◑▭ ⌘■□●♦❒♏ ●♋ ♌⌘□♦◆❒♌♋⌘⌘□■♏ ♋●♦♏❒♋ ●♋ □□❒□⬩⌘♦→ ♎♏⌘ ⬩♏♎⌘❍♏■♦ ⌘ ♏ ❒♏■♎♏ ●♏ ♑♋●●♏❒⌘♏ ⬩♍♋❖♋♦♏ ♎♋♑●⌘ □❒♑♋■⌘⬩❍⌘ ♎♏●●♏ □♏❒♐♏♦♦♏ ♦❒ ♋□□□●♏ □♏❒ ●❼♋♍♍◆❍◆●□ ♎♏♑●⌘ □●⌘ ♍□❍♌◆⬩♦⌘♌⌘●⌘ ☎♐⌘♑🖊 🗎🖊☒◑🖊

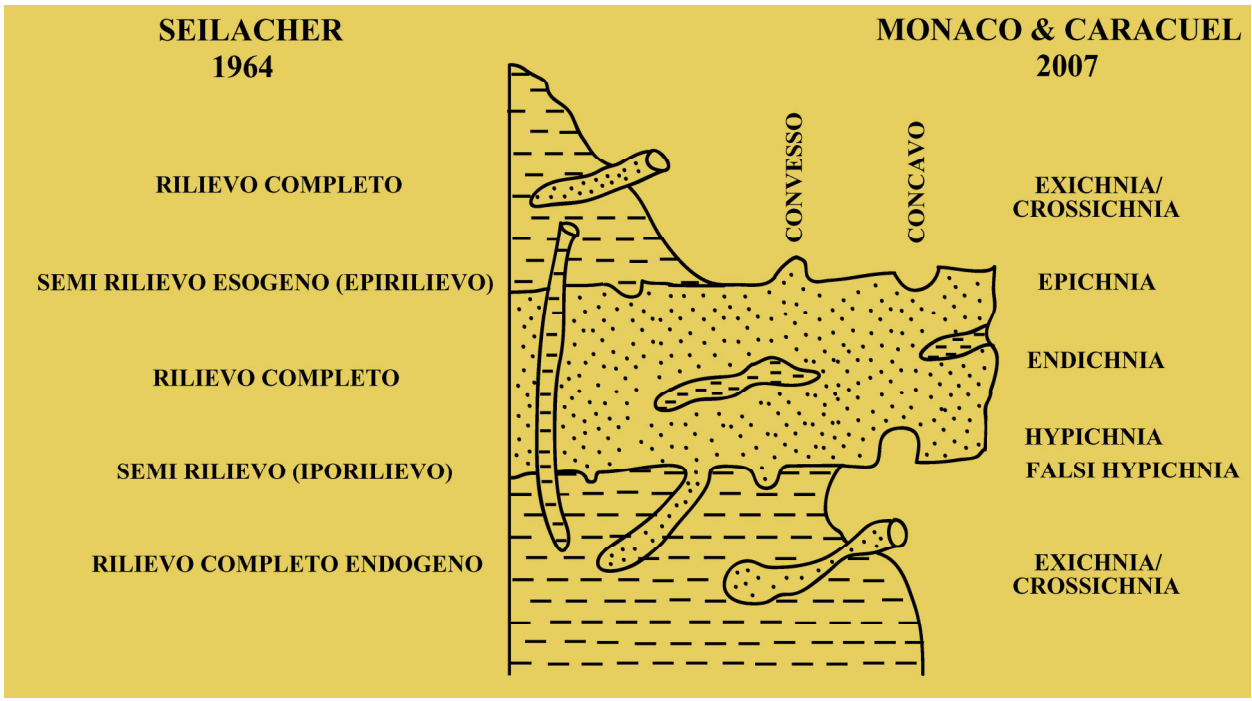




☞♓♑☝ 🗎☝☒ ☝ ✌ ♦♓■♓♦♦❒♋💻 🖒◘♒♓◻○◻❒◘♒♋ ❒♓♏○◘♓♦♋ ♎♋ ◘♏♦❒◘●♓□▭ ♋ ♎♏ ♦♦❒♋💻 ⚷♏❒♏♓♦♏♦ ○♓♦♦◻◆❒♓♏■♦♓♦ ❒♓♏○◘♓♦♓ ♎♋ ♓♎❒◻♍♋❒♌◆❒♓ ☎○◻♎☝ ♎♋ ✍◆♋♦ ◻♓♦ 🕮 💣→■♑♋■◻ ☎🗎🗀🗁🗁◑☝




86° Congresso della Società Geologica Italiana
Arcavacata di Rende, 18-20 settembre 2012
Sphericity
High
Low
Angularity
well rounded
rounded
sub rounded
sub angular
angular
very angular
Sorting
v. well
well
moder.
poorly
v. poorly
vcU 2 - 1.41 mm
vcL 1.41 - 1 mm
cU 1 - 0.71 mm
cL 0.71 - 0.50 mm
mU 0.50 - 0.35 mm
mL 0.35 - 0.25 mm
fU 250 - 177 µm
f L 177 - 125 µm
vfU 125 - 88 µm
vfL 88 - 62 µm
Ichnofabric index (vertical cross-section)
(Droser & Bottjer, 1986, modif.)
I.I.
Generic shelfal If.
Skolithos If.
Ophiomorpha If.
Deep sea If.
1 0%
2 0-10%
3 10-40%
4 40-60%
5 60-100%
6 Complete burrow homogenization
Bioturbation index (bedding plane)
(Miller & Smail, 1997, modif.)
B.I.
1 0 % None
2 10%
3 25%
40%
4 50%
60%
5 80%
100% Complete
Idea e realizzazione grafica di CARUSO C. & NATOLI D.
UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Dipartimento di SCIENZE DELLA TERRA
SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA
1881
2004
SEZIONE GIOVANI
GeoStru software
www.geostru.com
cm



Scheda di campagna per la descrizione degli icnofossili (sulla base del questionario Ager, 1963)	
a) distribuzione delle tracce fossili all'interno dello strato: uniforme, localizzata in determinati punti/aree/volumi. Diversità, abbondanza e dominanza delle icnospecie	
b) rapporti con paleocorrente/i (*e.g.*: sono isorientate rispetto alla corrente?)	
c) dimensione delle tracce fossili	
d) si conservano in epirilievo, iporilievo o rilievo completo? Ovvero exichnia, endichnia, epichnia, hypichnia, crossichnia, falsi hypichnia?	
e) le varie icnospecie si intersecano tra loro (= sono a stretto contatto) o sono bene (o male) separate tra loro? quindi: gli organismi che le hanno prodotte erano in competizione tra loro per accaparrarsi i nutrienti o vivevano in simbiosi (mutualismo, commensalismo)?	
f) sono ben distinguibili le varie categorie etologiche (*Domichnia*, *Pascichnia Fodinichnia*, *Repichnia*, *Fugichnia*, *Equilibrichnia*, *Agrichnia*, *Chemichnia*, ecc.)?	
g) percentuale tra icnospecie "opportuniste" (ambiente R-selettivo, ovvero instabile) e icnospecie "in equilibrio" (ambiente K-selettivo, ovvero stabile). Distinzione tra le icnospecie "caratteristiche" di un particolare ambiente da quelle "accompagnatrici" o "accidentali"	
h) è possibile riconoscere una successione temporale della colonizzazione da parte delle varie specie? Se sì, procede rapidamente o gradualmente? Si riscontrano i vari stadi di sviluppo delle singole tracce fossili?	
i) grado di preservazione delle tracce fossili: sono molto ben preservate o sono state erose in parte/quasi totalmente? C'è differenza di preservazione tra le tracce post-deposizionali e quelle pre-deposizionali?	
l) la distribuzione e l'abbondanza degli icnofossili risente della forma (lenticolare/tabulare/ ecc.) degli strati?	
m) quanto è pervasiva la bioturbazione in ogni singolo strato? (pochi mm, cm, dm; interessa l'intero strato dalla base al tetto?)	
n) variazione laterale (su distanze di 10 metri, 100 metri, 1 km, 10 km) dei vari parametri (vedi punti precedenti) nello stesso strato	

✎□❖♋ 🗁	☹🗎🗁🗀✐🖬 ☹🗎🗁🗀✎🖬 ☹🗎🗁🗁✐🖬 ☹🗎🗁🗁✎🖬 ☹🗎🗁🗎✐🖬 ☹🗎🗁🗎✎
✎□❖♋ 🗎	☹🗎🗁🗏✐🖬 ☹🗎🗁🗏✎
✎□❖♋ ⧖	☹🗎🗁🗐✐🖬 ☹🗎🗁🗐✎
✎□❖♋ 📻	☹🗎🗁📻✐🖬 ☹🗎🗁📻✎🖬 ☹🗎🗎🗀✐🖬 ☹🗎🗎🗀✎
✎□❖♋ 🖰	✎✎🖬♦
♦♋❒♋♍♏■□ 🗁	♦✐☼ ⧖

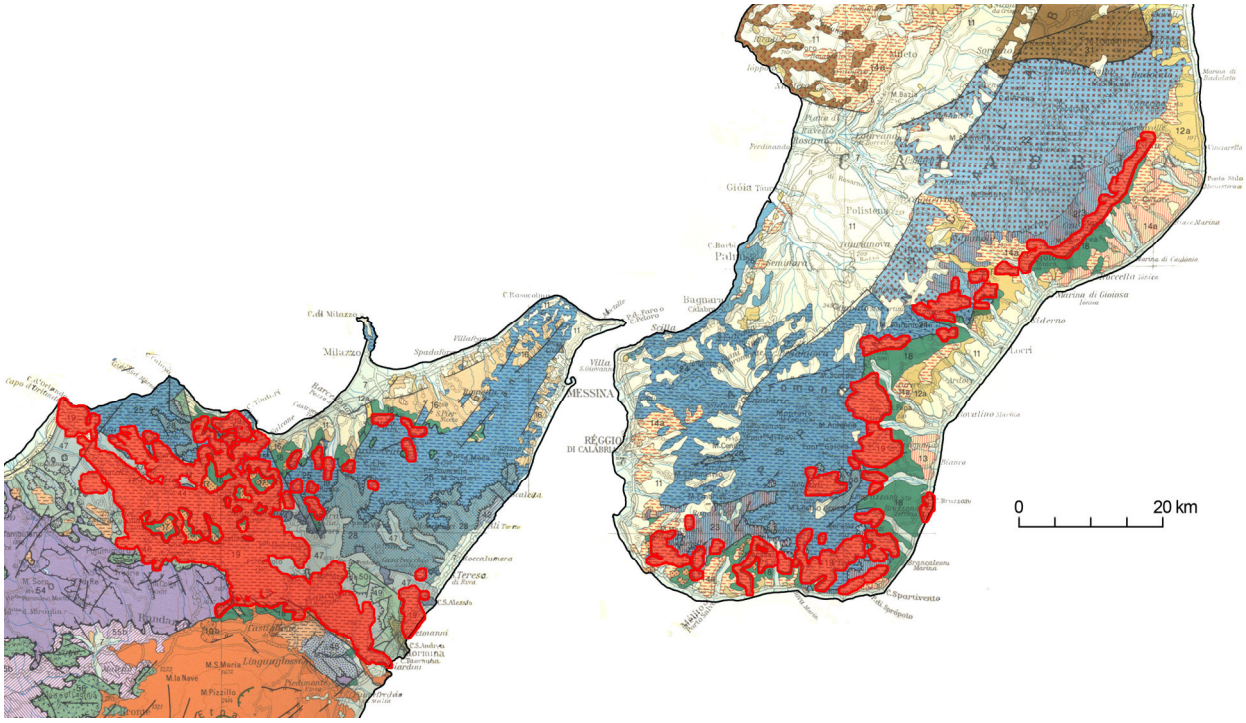
☞♓♑🖬 🗏🖬🗐 🖬 ☜●♏■♍□ ♎♏♓ ♍♋❍□♓□■♓ □•♦♏❒❖♋♦♓ ♋● ❍♓♍❒□•♍□□♓□ □♦♦♓♍□ ♏ ♋● ♦☜💣🖬

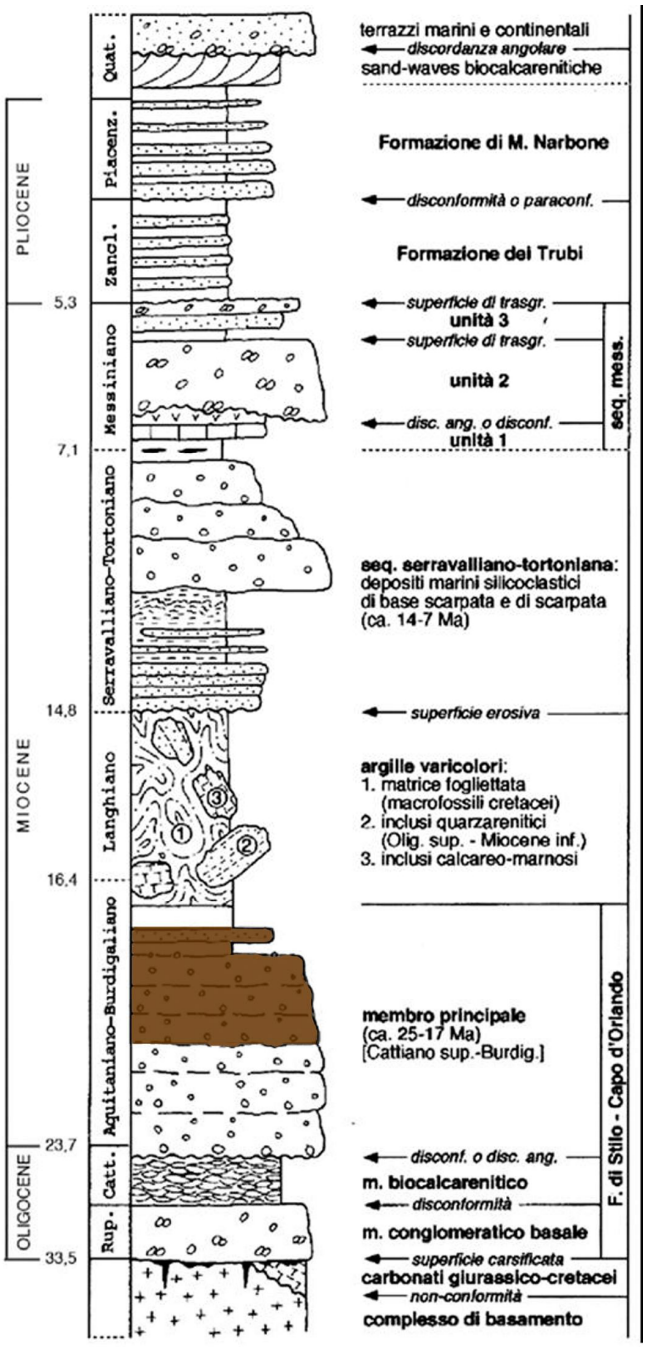
⚷♏●●♏ ❒♋□□❒♏•♏■♦♋⌘♓□■♓ ♎♏●●♏ •♏⌘♓□■♓ •♦❒♋♦♓♓❒♋➚♓♍≈♏ •□■□ •♦♋♦♓ ♓■• ♏❒♓♦♓ ●♏ •♓♓●♏ ♎♏♓ ♍♋❍□♓□■♓ □❒♏●♏❖♋♦♓ ♏ ♓ •♓❍♌□●♓ ♋□□□•♓♦♋❍♏■♦♏ ❒ ♏♋●♓⌘⌘♋♦♓ □♏❒ ❒♋□□❒♏•♏■♦♋❒♏ ♓♍●♓ ♓♍■□➚□••♓●♓ ❒♓■❖♏■◆◆♓🖬

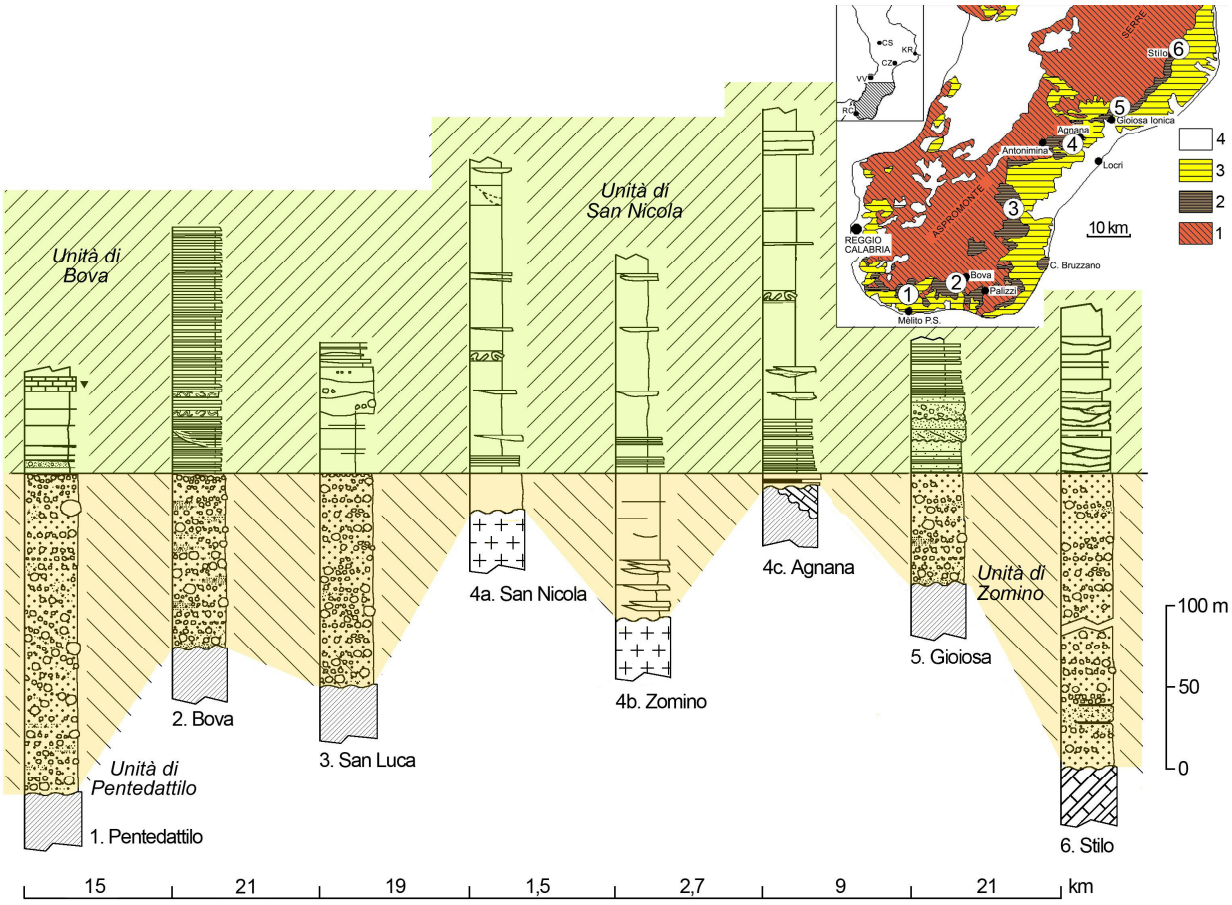
🖙♏❒ ■◆❍♏❒□•♓ ♋➚➚♓□❒♋❍♏■♦♓ ■□■ •♓ ➔ □❒□♍♏♎◆♦□ ♋●●♋ ❍♓•◆❒♋ ♎♓ ◆■ ♋ •♏⌘♓□■♏ •♦❒♋♦♓♓❒♋➚♓♍♋ ♎♓ ♎♏♦◆♋♓❒🖬 ❍♋ ➔ •♦♋♦♋ ❒♏♋●♓⌘⌘♋♦♋ ◆■❼□ ••♏❒❖♋⌘♓□■♏🖬 ♓● □♓▫ ♍□❍□●♏♦♋ □□••♓♌♓●♏🖬 •◆● ♍□■♦♏■◆♦□ ♓♍■□●□♓♓♍□ □❒ ♏•♏■♦♏ •♓♋ ♓■ ♋➚➚♓□❒♋❍♏■♦□ •♓♋ ■♏● ♎♏♦❒♓♦□🖬

🖙♏❒ ❑◆♋■♦□ ❒♓♓◆♋❒♎♋ ●♏ ♋●♦❒♏ ➚□❒❍♋⌘♓□■♓ •♏♎♓❍♏■♦♋❒♓♏ •◆ ♍◆♓ ➔ •♦♋♦□ ♍□■♎□♦♦□ •□●□ ◆■□ •♦◆♎♓□ □❒♏●♓❍♓■♋❒♏ ☎☞🖬 ♎♓ ✌●♌♓♎□■♋🖬 ☞🖬 ♎♓ ❄❒◆♌♓🖬 ❸✍♋●♍♋❒♏■♓♦♓ ♎♓ ✍♏❒♋♍♏🖬✎□❍♌♓●♏❾🖬 ❸✍♋●♍♋❒♏■♓♦♓ ♎♓ ☹♏ ✍♋ •♦♏●●♋❾◑🖬 ■□■ •□■□ •♦♋♦♏ ❍♓•◆❒♋♦♏ •♏⌘♓□■♓ •♦❒♋♦♓♓❒♋➚♓♍≈♏ ♎♓ ♎♏♦◆♋♓❒● ♓□ ❍♋ •□■□ •♦♋♦♏ □••♏❒❖♋♦♏ ♋ ❒♓❒♋■♎♓ ●♓■♏♏ ●♏ ♍♋❒♋◆◆♏❒♓•♦♓♍≈♏ •♦❒♋♦ ♓♓❒♓➚♓♍≈♏ ♏ •♏♎♓❍♏■♦♋❒♓♏🖬 ♏ •□■□ •♦♋♦♏ ♓♎♏■◆♓➚♓♍♋♦♏ ●♏ ♓♍■□➚♋◆■♏ ♋ •♍♋●♋ ♎♏●●❼♋➚➚♓□❒♋❍♏■♦□🖬 ♍♋❍□♓□■♋■♎□🖬 ❑◆♋■♎□ □□••♓♌♓●♏🖬 •□●□ ■ ♏● ♎♏♦❒♓♦□🖬

🖙♏❒ ●♋ ♦❒♋♦♦♋⌘♓□■♏ ♎♓ ❑◆♏•♦♏ ◆●♦♓❍♏ ➚□❒❍♋⌘♓□■♓🖬 •♓ ❒♓❍♋■♎♋ ♋●● ❼✌□□♏■♎♓♍♏ ⍰🖬


MESSINA
RÉGGIO DI CALABRIA
Milazzo
Gioia
Palmi
Bagnara
Scilla
Villa
Polistena
Tauranova
Marina di Gioiosa
Locri
Sparivento
Tropea
Lingua Glossa
Rondazzo
Tasti
Tormina
Terresa
0
20 km

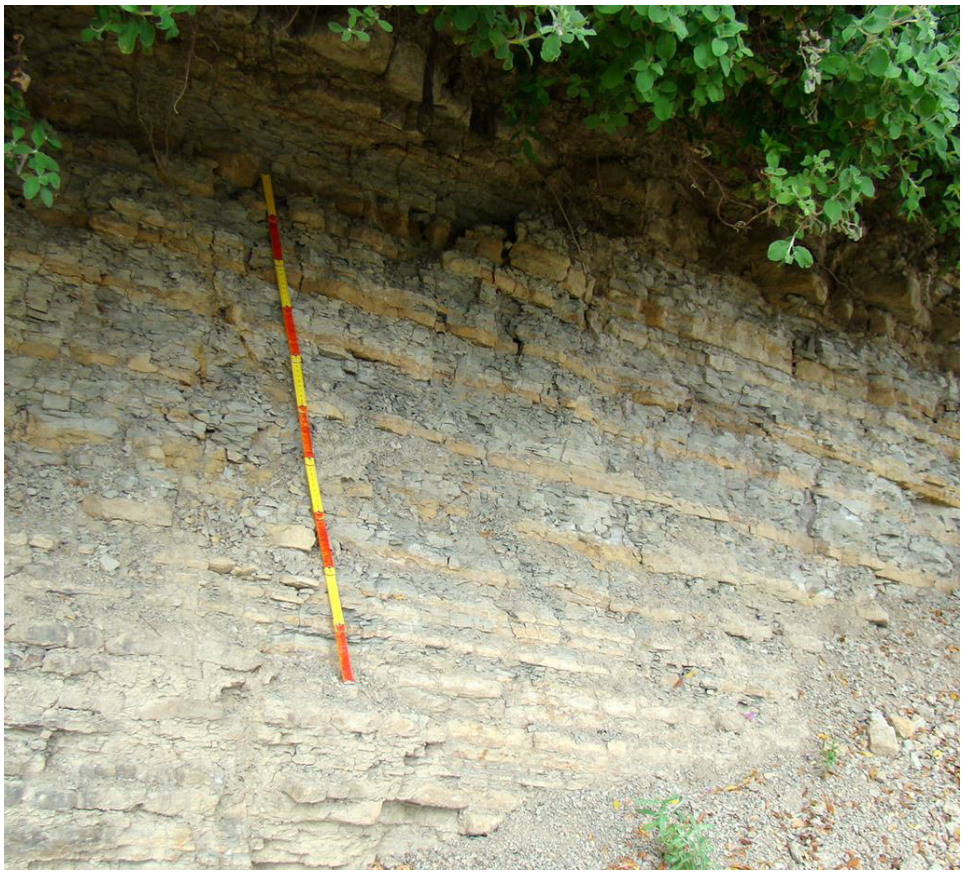

PLIOCENE
MIOCENE
OLIGOCENE
Quat.
Piacenz.
Zanocl.
Messiniano
Serravalliano-Tortoniano
Langhiano
Aquitaniano-Burdigaliano
Catt.
Rup.
5,3
7,1
14,8
16,4
23,7
33,5
terrazzi marini e continentali
discordanza angolare
sand-waves biocalcarenitiche
Formazione di M. Narbone
disconformità o paraconf.
Formazione dei Trubi
superficie di trasgr.
unità 3
superficie di trasgr.
unità 2
disc. ang. o disconf.
unità 1
seq. mess.
seq. serravalliano-tortoniana:
depositi marini silicoclastici
di base scarpata e di scarpata
(ca. 14-7 Ma)
superficie erosiva
argille varicolori:
1. matrice fogliettata
(macrofossili cretacei)
2. inclusi quarzarenitici
(Olig. sup. - Miocene inf.)
3. inclusi calcareo-marnosi
membro principale
(ca. 25-17 Ma)
[Cattiano sup.-Burdig.]
F. di Stilo - Capo d'Orlando
disconf. o disc. ang.
m. biocalcarenitico
disconformità
m. conglomeratico basale
superficie carsificata
carbonati giurassico-cretacei
non-conformità
complesso di basamento


Unità di Bova
Unità di San Nicola
Unità di Pentedattilo
1. Pentedattilo
2. Bova
3. San Luca
4a. San Nicola
4b. Zomino
4c. Agnana
5. Gioiosa
Unità di Zomino
6. Stilo
100 m
50
0
15
21
19
1,5
2,7
9
21
km
CS
KR
CZ
VV
RC
SERRE
Stilo
Gioiosa Ionica
Agnana
Antonimina
Locri
ASPROMONTE
10 km
REGGIO CALABRIA
Bova
Palizzi
C. Bruzzano
Melito P.S.
4
3
2
1

Calcare evaporitico bianco-giallastro, talora arenaceo, con sottili intercalazioni di silts ed argille siltose. Questo complesso presenta una moderata resistenza all'erosione e media permeabilità.
Sabbie grossolane da bruno-chiare a biancastre, ben costipate ed occasionalmente con intercalazioni arenacee. In parte non fossilifere, in parte con microfauna a foraminiferi molto limitata, fra cui: Heterostegina papyracea SEGUENZA. Localmente con Clypeaster sp. ed altri macrofossili banali. Questo complesso presenta una moderata resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
Argille verdi, grigie, brune e rosse, con sottili intercalazioni di arenarie e conglomerati. Questo complesso presenta in superficie un aspetto caotico. Esso presenta scarsa resistenza all'erosione e, lungo i pendii più ripidi, le argille tendono a dar luogo a movimenti franosi. Permeabilità bassa.
Argille siltose bruno-verdastre, con sottili intercalazioni di arenarie ben cementate. In parte non fossilifere, in parte contengono una microfauna a foraminiferi fra cui: Amphistegina sp., Lepidocyclina sp., Nummulites sp. Questo complesso presenta una scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità.
Conglomerati grossolani grigiastri, occasionalmente rossastri, ben cementati, con ciottoli, da arrotondati ad angolari, di rocce cristalline. Verso il tetto sono presenti intercalazioni di arenarie grossolane brune. Contengono sporadicamente una microfauna a foraminiferi mal conservati, non significativa. I conglomerati presentano una moderata resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
Scisti biotitici a grana da fine a grossolana, occasionalmente granatiferi. Nei pressi del contatto con il granito gli scisti sono termometamorfosati ed intrusi da vene di quarzo. Questo complesso presenta una elevata resistenza all'erosione, eccetto nelle zone di fratturazione e degradazione. Permeabilità generalmente bassa.
Miocenico
Paleozoico
1 km

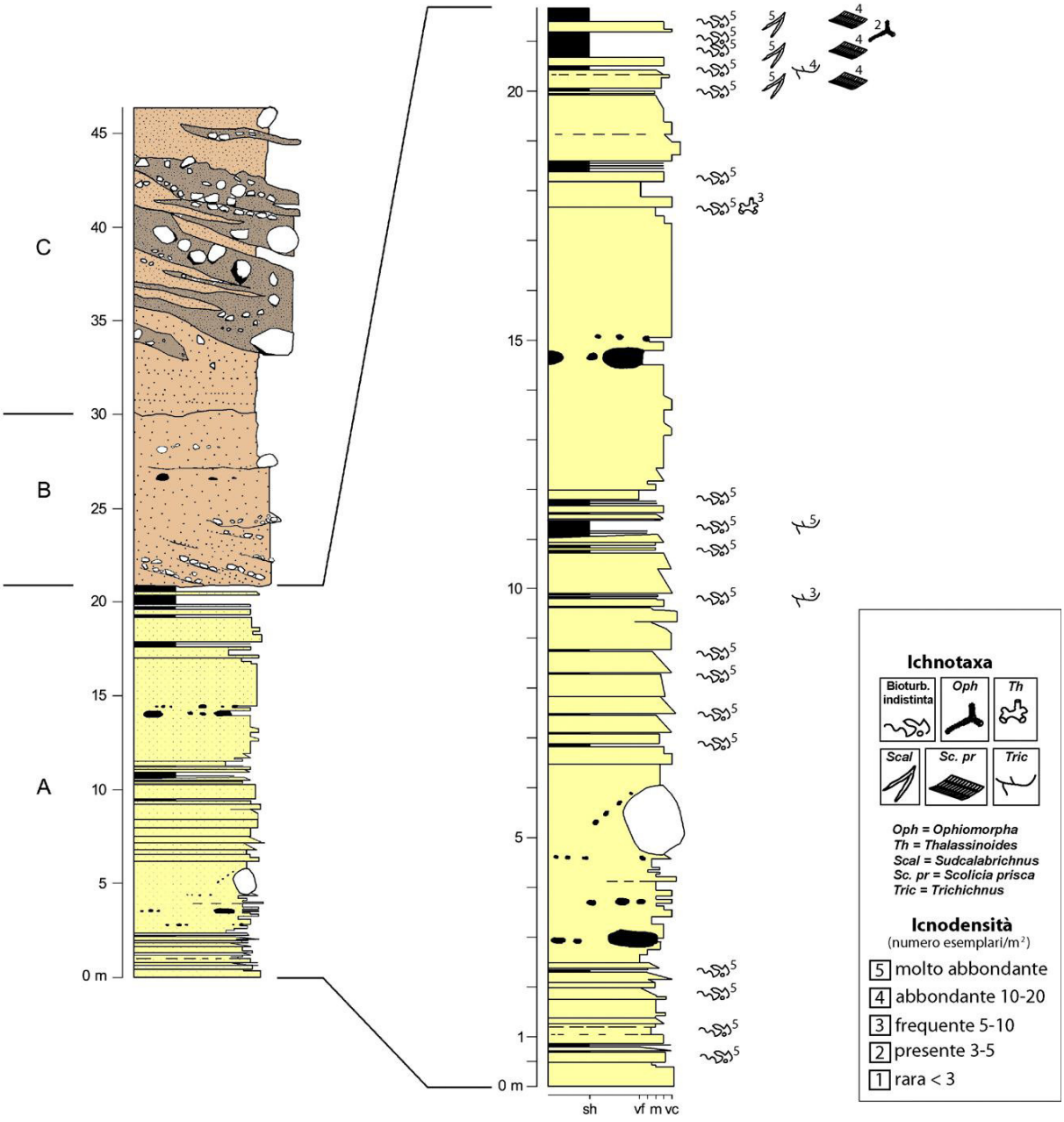






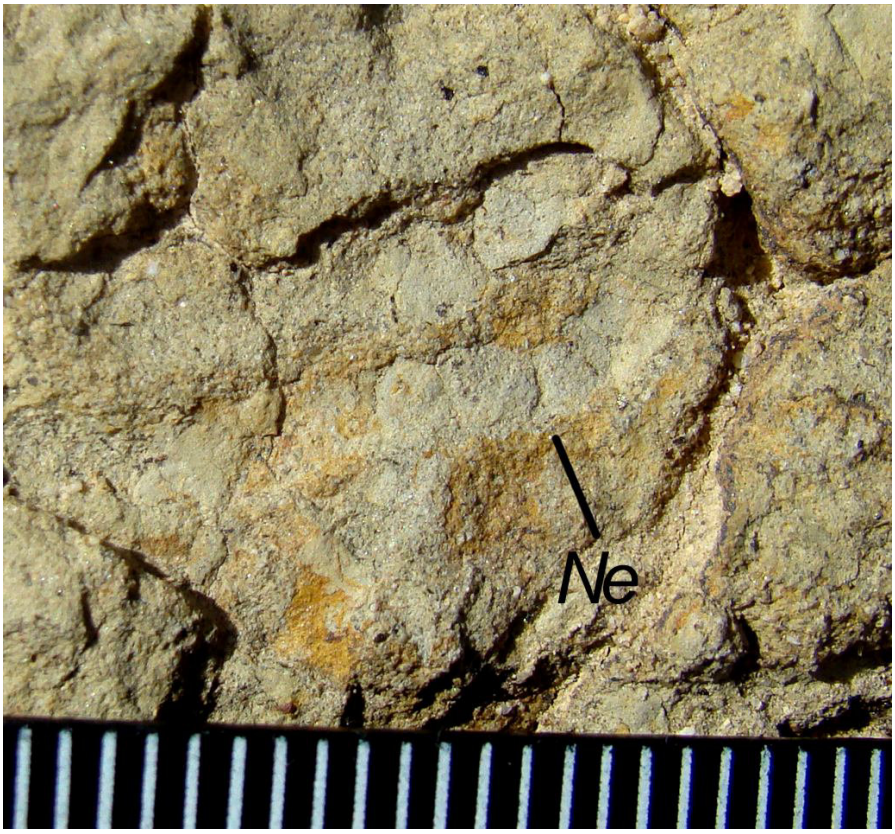


C
B
A

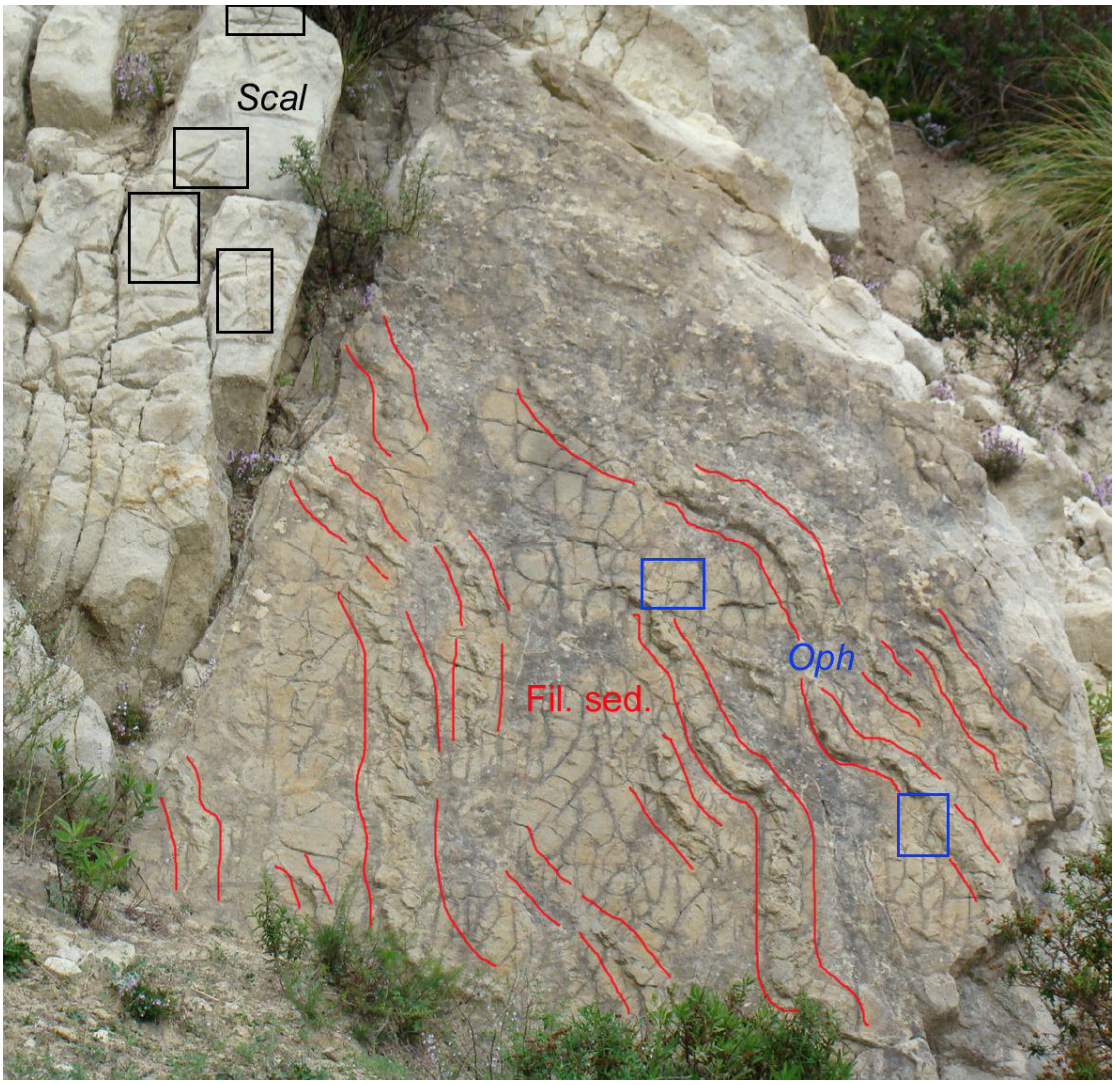

C
B
A
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0 m
20
15
10
5
1
0 m
sh
vf m vc
Ichnotaxa
Bioturb. indistinta
Oph
Th
Scal
Sc. pr
Tric
Oph = Ophiomorpha
Th = Thalassinoides
Scal = Sudcalabrichnus
Sc. pr = Scolicia prisca
Tric = Trichichnus
Icnodensità
(numero esemplari/m²)
5 molto abbondante
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3



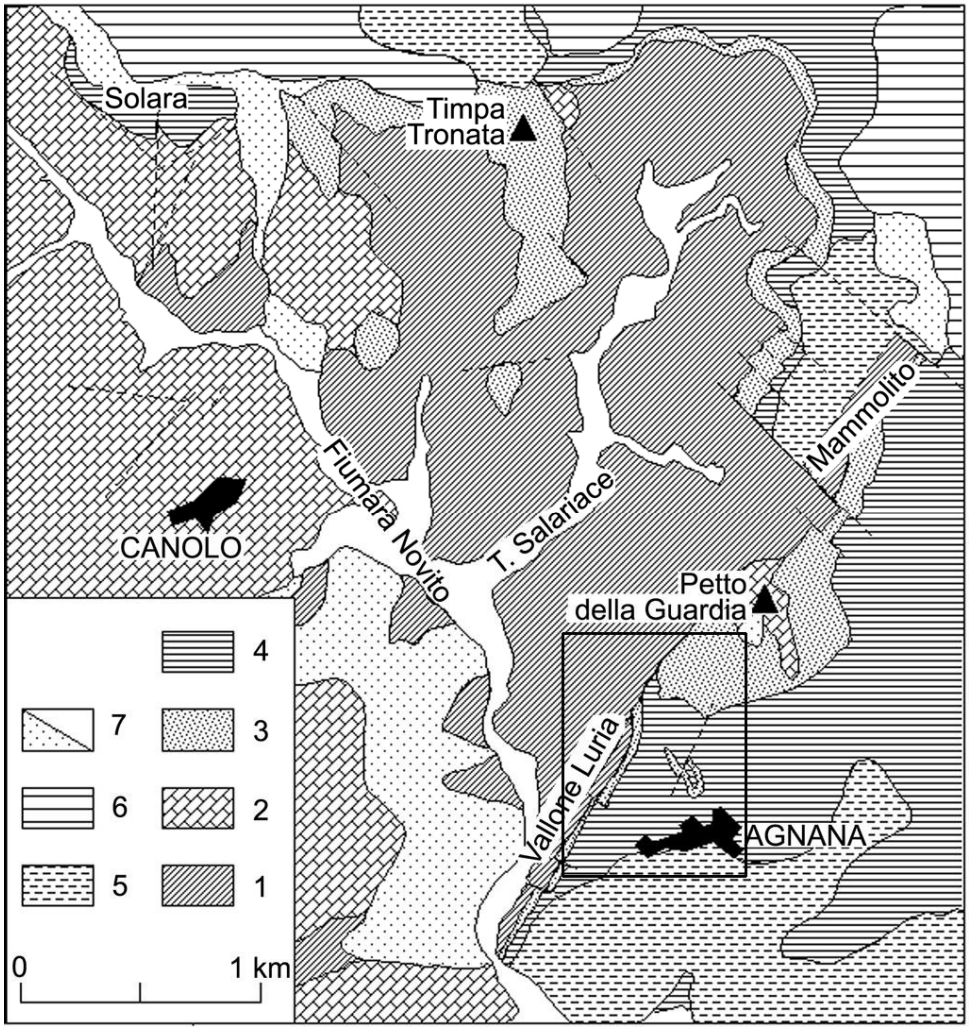

1m
METRICA


Ne

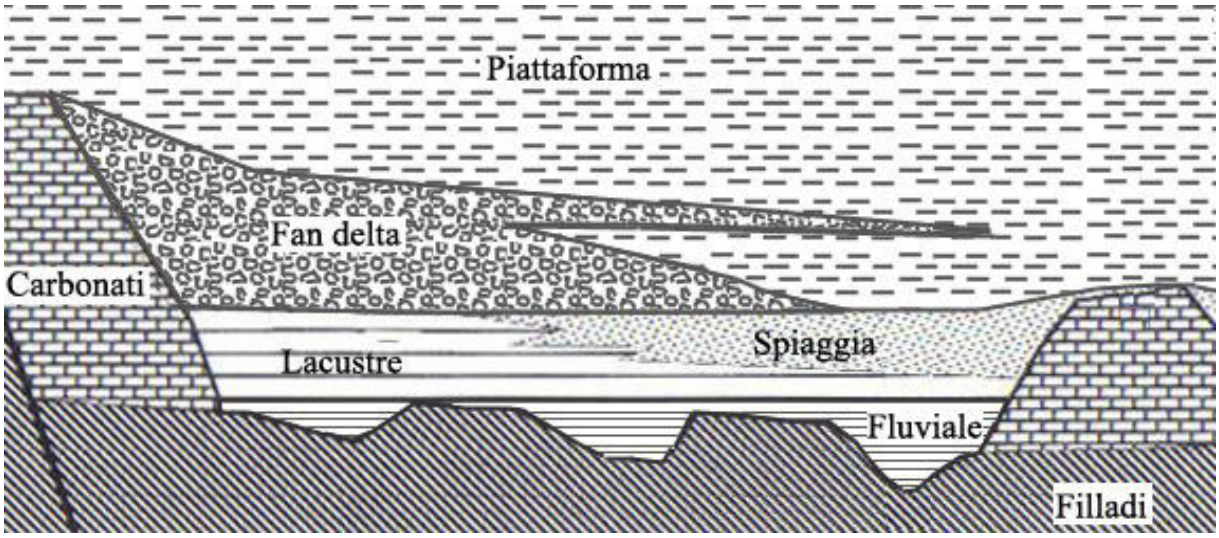



Scal
Oph
Fil. sed.

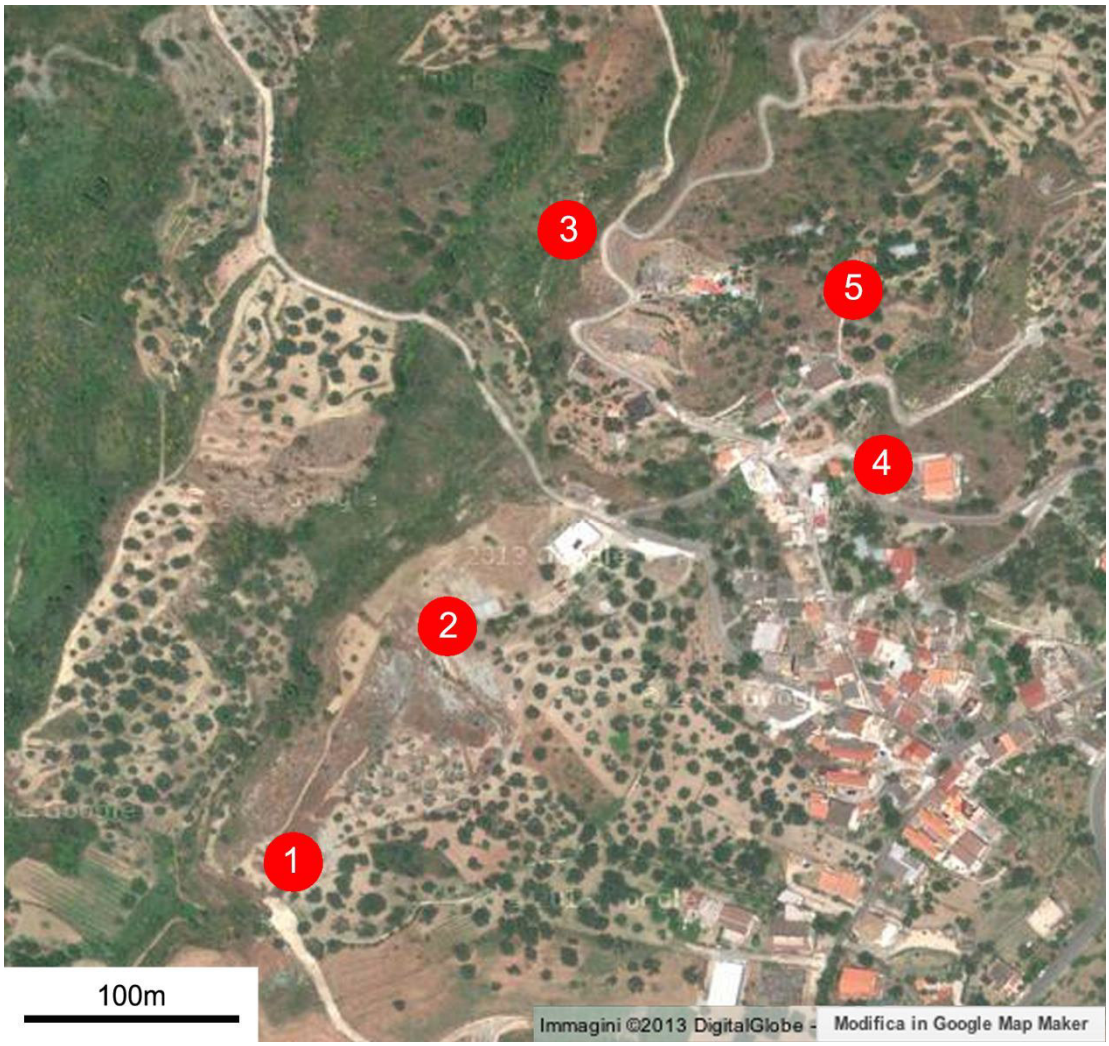
Oph
Fil. sed.

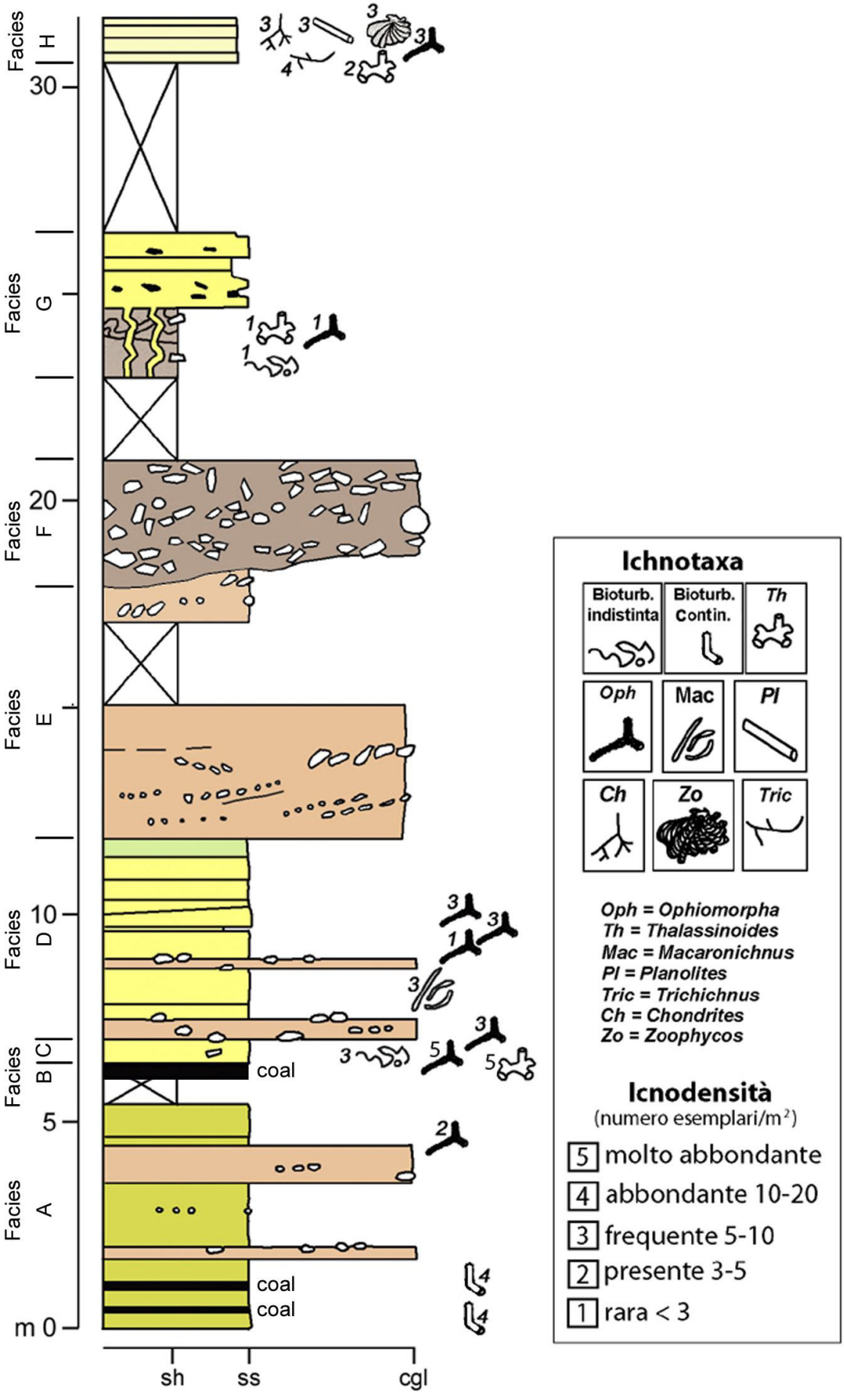

Solara
Timpa
Tronata
Mammolito
Fiumara Novito
T. Salariace
CANOLO
Petto
della Guardia
Vallone Luria
AGNANA
4
7
3
6
2
5
1
0
1 km




Piattaforma
Fan delta
Carbonati
Lacustre
Spiaggia
Fluviale
Filladi




3
5
4
2
1
100m
Immagini ©2013 DigitalGlobe -
Modifica in Google Map Maker


Facies
H
G
F
E
D
C
B
A
30
20
10
5
m 0
coal
coal
coal
sh
ss
cgl
Ichnotaxa
Bioturb. indistinta
Bioturb. Contin.
Th
Oph
Mac
Pl
Ch
Zo
Tric
Oph = Ophiomorpha
Th = Thalassinoides
Mac = Macaronichnus
Pl = Planolites
Tric = Trichichnus
Ch = Chondrites
Zo = Zoophycos
Icnodensità
(numero esemplari/m²)
5 molto abbondante
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3



☞ϰ℣◁ 🗐◁☒ ◁ ❄❒ѻ℘℘ϰѻ ↗□••ϰ●ℳ ℘□■♦ϰ■ℳ■♦ѻ●ℳ🖃 ѻ ↗□❒❍ѻ 𝍐ϰ ℘●ѻ❖ѻ ѻ ❽☺❾🖃 ↗ѻ℘ϰℳ⬧ ✌◁

♦◆◘ℳ❒ϰ□❒❍ℳ■♦ℳ ⬧ϰ ◘ѻ••ѻ ѻ𝍐 ◆■ ϰ■♦ℳ❒❖ѻ●●□ ●ϰ℣■ϰ♦ϰ℘□ ☎☞ϰ℣◁ 🗐◁☒◑ ◘ □♦ℳ■♦ℳ ℘ϰ❒℘ѻ ☜🗀 ℘❍ ☎↗ѻ℘ϰℳ⬧ ✎◑🖃 ⬧◆𝍐𝍐❖ϰ⬧□ ϰ■ 𝍐ϰ❖ℳ❒⬧ϰ ●🗠🖂ℳ◻⬧🖴 ѻ●℘◆■ ϰ ●🗠🖂ℳ◻⬧ ⬧□■□ ℘□⬧♦ϰ♦◆ϰ♦ϰ 𝍐ѻ ●ϰ℣■ϰ♦ℳ ◘◆❒ѻ ☎☞ϰ℣◁ 🗐◁☒◑🖃 ■□■ ◌ϰ□♦◆❒◌ ѻ♦ѻ🖃 ѻ●♦❒ϰ ⬧□■□ ℘□⬧♦ϰ◆◆ϰ♦ϰ 𝍐ѻ ѻ❒ℳ■ϰ♦ℳ ❍ϰ⬧♦ѻ ѻ ●ϰ℣■ϰ♦ℳ🖃 ϰ■♦ℳ■⬧ѻ❍ℳ■♦ ℳ ◌ϰ□♦◆❒◌ѻ♦ϰ◁ ☹ℳ ♦❒ѻ℘℘ℳ ↗□••ϰ●ϰ ■ℳ℣●ϰ ϰ■♦ℳ❒❖ѻ●●ϰ ●ϰ℣■ϰ♦ϰ℘ϰ ⬧□■□ ❒ϰ ℳ❍◘ϰ♦ℳ ◘ѻ••ϰ❖ѻ❍ℳ■♦ℳ 𝍐ѻ ѻ❒ℳ■ϰ♦ℳ ◘❒□❖ℳ■ϰℳ■♦ℳ 𝍐ѻ●●❼ϰ■♦ℳ❒❖ѻ●●□ ⬧□◘❒ѻ⬧♦ ѻ■♦ℳ🖃 ■□■ ≈ѻ■■□ ◘ѻ❒ℳ♦ℳ🖃 ≈ѻ■■□ ↗□❒❍ѻ ℳ●●ϰ♦♦ϰ℘ѻ ☎ϰ■ ⬧ℳ⌘ϰ□■ℳ 𝍐ϰ ⬧♦❒ ѻ♦□◑ 𝍐□❖◆♦ѻ ◘❒ℳ❖ѻ●ℳ■♦ℳ❍ℳ■♦ℳ ѻ●●ѻ ℘□❍◘ѻ♦♦ѻ⌘ϰ□■ℳ 𝍐ℳϰ ⬧ℳ𝍐ϰ❍ℳ■♦ϰ ℳ ≈ ѻ■■□ 𝍐ϰ❍ℳ■⬧ϰ□■ϰ ❖ѻ❒ϰѻ♂ϰ●ϰ 𝍐ѻ 🗁 ℘❍ ѻ 🗁🗀 ℘❍🖴 ❑◆ℳ⬧♦ℳ ♦❒ѻ℘℘ℳ ⬧□■□ □⬧ ⬧ℳ❒❖ѻ♂ϰ●ϰ ⬧ϰѻ ϰ■ ⬧ℳ⌘ϰ□■ℳ 𝍐ϰ ⬧♦❒ѻ♦□🖃 ⬧ϰѻ ϰ■ ↗ѻ●⬧□ ϰ◘□❒ϰ●ϰℳ❖□ ℘□■❖ℳ⬧⬧□ ☎⬧ℳ■⬧◆ 🖋□■ѻ℘□ 🕮 ✍ѻ❒ѻ℘◆ℳ●🖃 🗎🗀🗀📠◑ ѻ●●ѻ ♂ѻ⬧ℳ 𝍐ℳϰ 🗠🖂ℳ◻⬧ϰ♦ℳ❍ℳ𝍐ϰ 𝍐ℳ●●❼ϰ■♦ℳ❒❖ѻ●●□ ●ϰ℣■ϰ♦ϰ℘□◁ ☹ℳ ♦ѻ■ℳ ◘❒ℳ⬧ℳ■♦ϰ ϰ■ ❑◆ℳ⬧♦□ ϰ■♦ℳ❒❖ѻ●●□ ●ϰ℣■ϰ♦ϰ℘□ ⬧□■□ ℳ⬧♦❒ℳ❍ѻ❍ℳ■♦ℳ ℳ●●ϰ♦♦ϰ℘≈ℳ🖃 ◘ℳ❒ ❖ϰѻ 𝍐ℳ●●ѻ ℘□❍◘ѻ♦♦ѻ⌘ϰ□ ■ℳ ◘ѻ❒ϰ ѻ ℘ϰ❒℘ѻ ϰ● 🖃🗀🕭🖃 ℘ѻ◆⬧ѻ♦ѻ 𝍐ѻ● ↗□❒♦ℳ ◘ℳ⬧□ 𝍐ℳϰ ⬧ℳ𝍐ϰ❍ℳ■♦ϰ ⬧◆ ⬧◆♂⬧♦❒ѻ♦□ □❒ϰ℣ϰ■ѻ❒ϰѻ❍ℳ■♦ℳ ♦□❒♂□⬧□◁











Ⓜ ♦❒☜♍♍ ↗□••✻●✻ •□■□ ☜♦♦❒✻♌◆✻♌●✻ □❒♏❖☜●♏■♦♏❍♏■♦♏ ☜ ❄⩙☜●☜••✻■□✻ ⍾♏• ✻•□🖃 ✻■ ↗☜●•□ ⩙🖂□✻♍⩙■✻☜ ☎•♏■•◆ 🖋□■☜♍□ 🕮 🖒☜❒☜♍◆♏●🖃 🖹🗀🗀📻🕐 □❖❖ ♏❒□ ☜●●☜ ♌☜•♏ ⍾✻ ◆■□ ⍾♏✻ ●☜🖂♏❒ □✻▫ □❒□↗□■⍾✻ ⍾✻ ●✻ৡ■✻♦♏ ❍✻•♦☜ ☜⍾ ☜❒♏■✻♦♏🖴 •□■□ □❒♏•♏■♦✻ •□●□ ✻ □□⌘⌘✻ ❖♏❒♦✻♍☜●✻ ⍾✻ ❄⩙☜●☜••✻■□✻⍾♏•🖃 ♍⩙ ♏ ↗◆■ৡ♏❖☜■□ ⍾☜ ♍□●●♏ৡ☜❍♏■♦□ ⍾✻❒♏♦♦□ ♍□■ ●❼✻■♦♏❒↗☜♍♍✻☜ ☜♍❑◆☜🖃•♏⍾ ✻❍♏■♦□🖴 ♏••✻ ❒☜□□❒♏•♏■♦☜■□ •❒◆♦♦♦◆❒♏ ⍾✻ ♦✻□□ ☞□⍾✻■✻♍⩙■✻☜🖃 ↗✻■☜●✻⌘⌘☜ ♦♏ ☜●●☜ •□●☜ ❒✻♍♏❒♍☜ ⍾✻ ♍✻♌♌□🖴 ✻ ♦□☜♍♍🖃❍☜&♏□• ■□■ ❒✻◆•♍✻❖☜■□ ☜ ↗□ ❒❍☜❒♏ •❒◆♦♦♦◆❒♏ ⍾☜ •♦□□☜ৡ♏🖃 ☜ ❽❍☜⌘♏❾🖃 □□✻♍⩙↑ ✻● ⍾♏□□•✻♦□ ♦□□♌□•□ □□♦♏❖☜ ↗□□■✻❒♏ •□●□ ■◆♦❒✻♏■♦✻ ♏ □□♍⩙✻••✻❍□ □••✻ৡ♏■□🖃 ❑◆✻■⍾✻ ♏❒☜ □• ♦✻●♏ □♏❒ ♏••♏❒♏ ☜♌✻♦☜♦□ •♦☜♌✻●❍♏■♦♏ ☎♍□❍🖃 □♏❒•🖃 🖙🖃 🖋□■☜♍□🕐🖃 ✞♏ ❒•□ ●❼☜●♦□ ☎•♏❍□❒♏ •◆● •□↗↗✻♦♦□ ⍾♏●●☜ ❍✻■✻♏❒☜🕐🖃 ☜●●☜ ♌☜•♏ ⍾♏✻ ●⍾⩙♏❒•□ ●❼☜●♦□ ☎↗☜♍♍✻♏• ♏•♦❒♏❍☜❍♏■♦♏ ❒✻ ❍✻♍♍⩙✻ ✻■ ☜❒♏■✻♦♏🖃 •□■□ ❖ ✻•✻♌✻●✻ ❄⩙☜●☜••✻■□✻⍾♏• ♏•♦❒♏❍☜❍♏■♦♏ ❒☜❍↗✻♍☜♦✻🖃 ✻■⍾✻♍♍ ⍾✻ ◆■ •♏⍾✻❍ ♏■♦□ □✻▫ ↗☜❖□❒♏❖□●♏ ☜●●❼✻■•♦☜◆❒☜❒•✻ ⍾✻ ♦☜■♏ •♦☜♌✻●✻🖋

☞✻৯🖋 🖹🖋☒ 🖋 ❄⩙☜●☜••✻■□✻⍾♏• ✻•□🖋 ✻■ ↗☜●•□ ⩙🖂□✻♍⩙■✻☜ ☜● ♦♏♦♦□ ⍾♏● ●☜ ৯☜●●♏❒□✻☜ ❍✻■♏❒☜❒□✻☜🖋

♕❍❍♏⍾✻☜♦☜❍♏■♦♏ ☜● ⍾✻ •□❒□☜ ⍾♏●●❼✻■♦♏❒❖☜●●□ ●✻৯■✻♦✻♍□ •✻ ✻■•♦☜◆❒☜ ■□ ⍾♏□□•✻♦✻ ⍾✻ ❍☜❒♏ ♌☜••□ ☎↗☜♍♍✻♏• 🖒🕐🖃 ❒☜❒□□❒♏•♏■♦☜♦✻ ⍾☜ ◆■ ♍□❒❒□□ ☜ ❒♏■✻♦✻♍□ □□♦♏■♦♏ ♍✻□♍☜ 🖹 ❍🖃 ✻■♦♏■•☜❍♏■♦♏ ♌✻□♦◆❒♌☜♦□ ☜□ 🖻❒□⍾✻❍□❒□⍾✻ ⩙☜ ⍾✻ ❍✻■♏❒✻♦♦☜⌘✻□■♏ ⍾♏●●♏ ♦☜■♏ ➔ ⍾✻ ♍✻❒♍☜ ✻● 🖹🗀🔔 ♏ ❖♏❒•□ ●❼☜●♦□ ⍾✻❍✻■◆✻•♍♏ ☜ ♍✻❒♍☜ ✻● 🖹🗀🔔🖋 ✞♏❒•□ ✻● ♦□□ ⍾♏●●❼✻■♦♏❒❖☜●●□ ☜❒♏■✻♦✻♍□ ●♏ ♦❒☜♍♍♏ ↗□••✻●✻ •□ ■□ □❒♏❖☜●♏■♦♏❍♏■♦♏ ❖♏❒♦✻♍☜●✻🖴 ♍✻⇩ ✻■⍾✻♍☜ ◆■ ☜●♦□ ♦☜••□ ⍾✻ •♏⍾✻❍♏■♦ ☜⌘✻□■♏🖋 Ⓜ ☜ □☜❒♏♦♏ ●✻৯■✻♦✻♍☜ ⍾✻ ⍰□⩙✻□❍□❒□⩙ ■□⍾☜❖♏৯♏❖☜ ✻● ☜☜●● ♍□●●☜••□ ⍾♏●●☜ ♦☜■

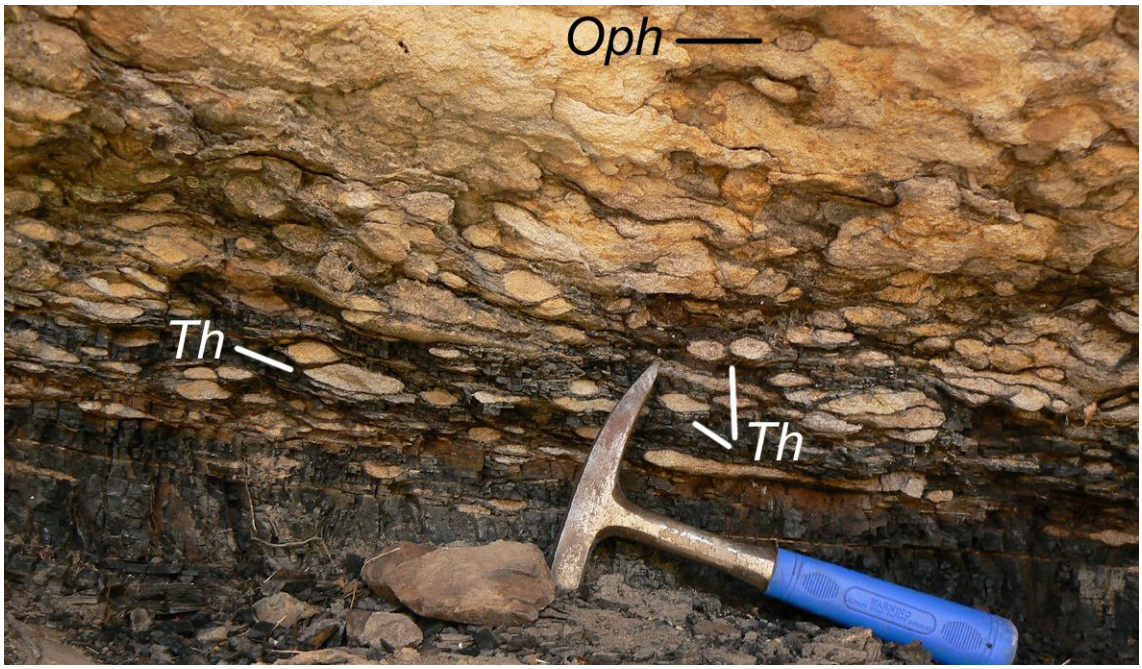
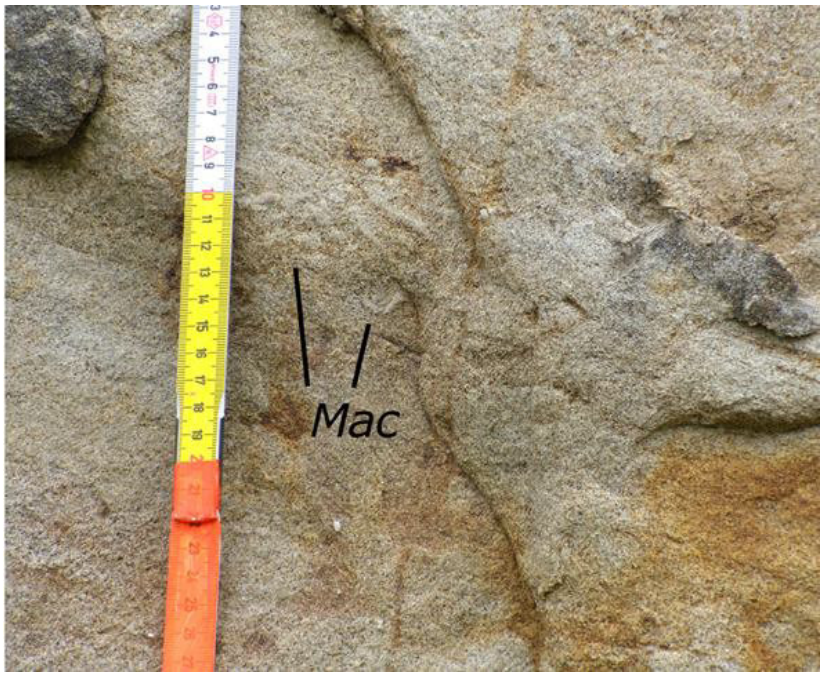


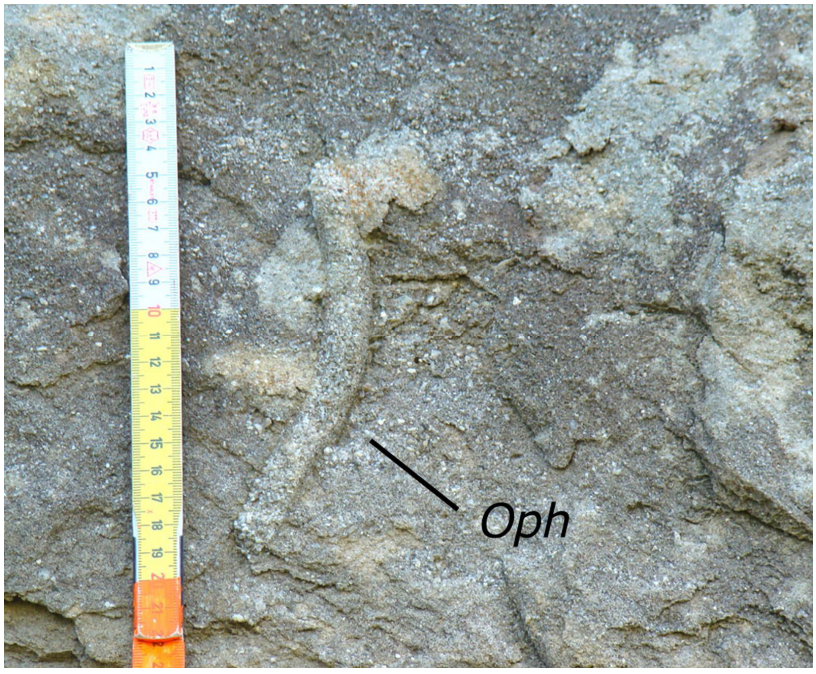
Figure 1: Oph and Th in the Ophicalcite of Mt. Prinzera

Ophicalcite is a rock composed of serpentinite and calcite. Ophicalcite is a rock composed of serpentinite and calcite. Ophicalcite is a rock composed of serpentinite and calcite.

$n_d = r_o / r_1$
r_o
r_d
r_1

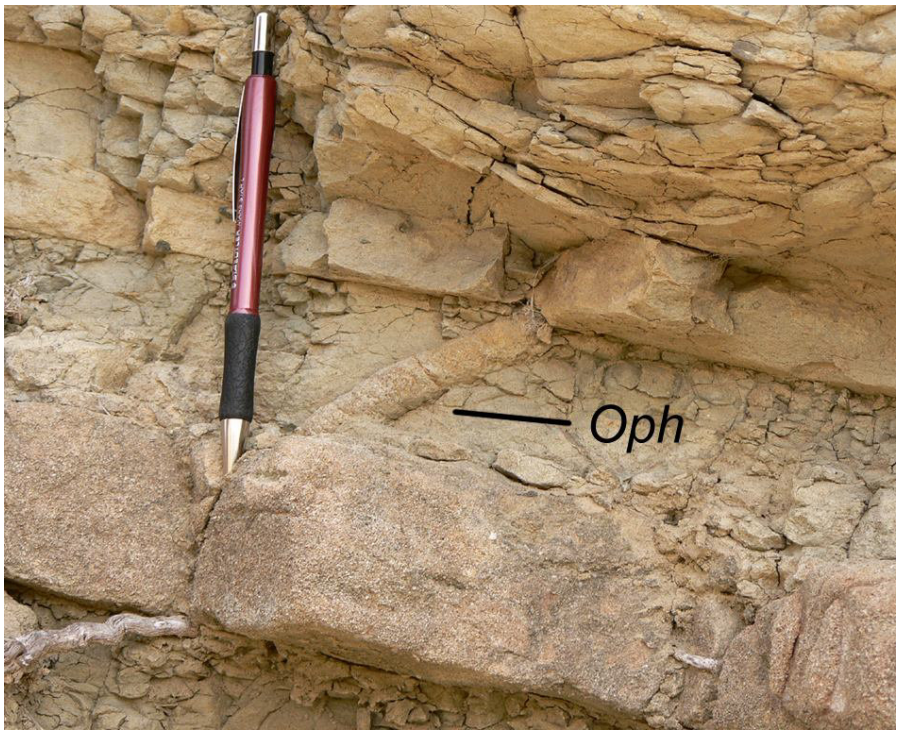



Mac

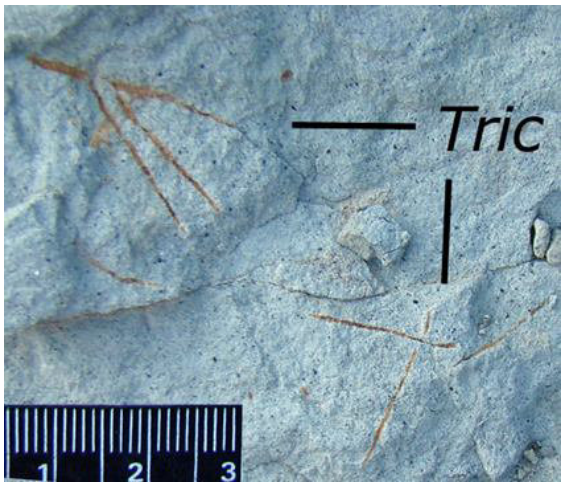

Oph




Oph


Oph

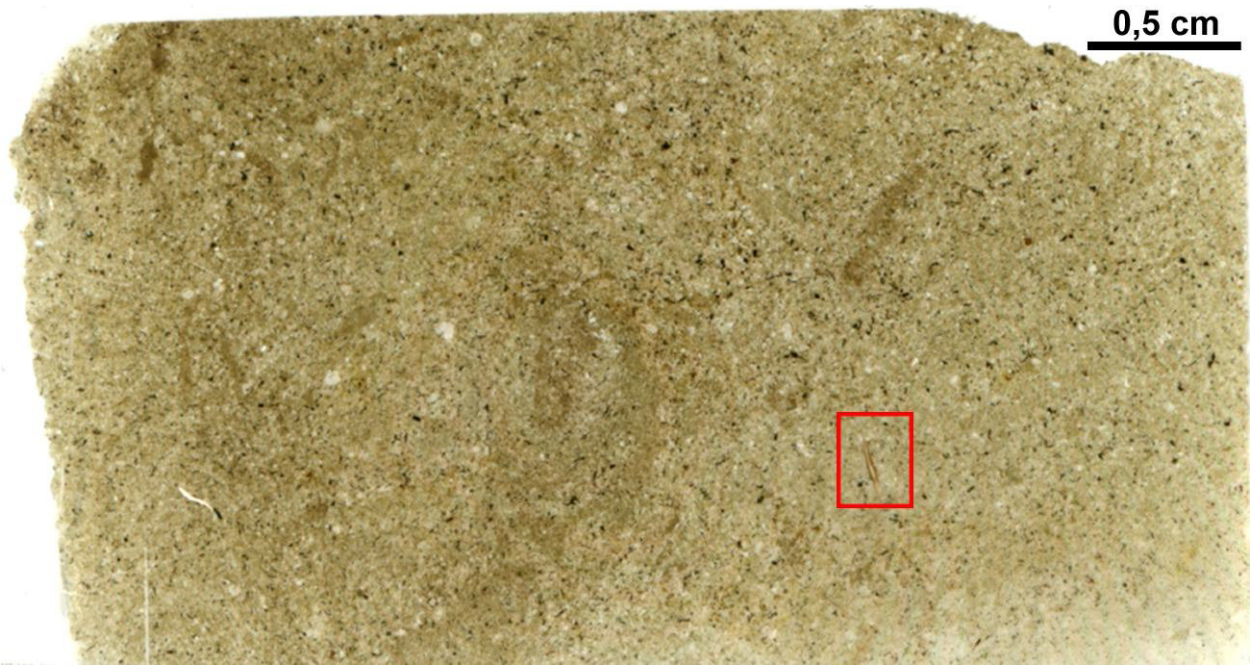
Zo


Tric



0 1 2 3 4 5 6 7

0 1 2 3 4 5 6 7


0,5 cm


1 mm

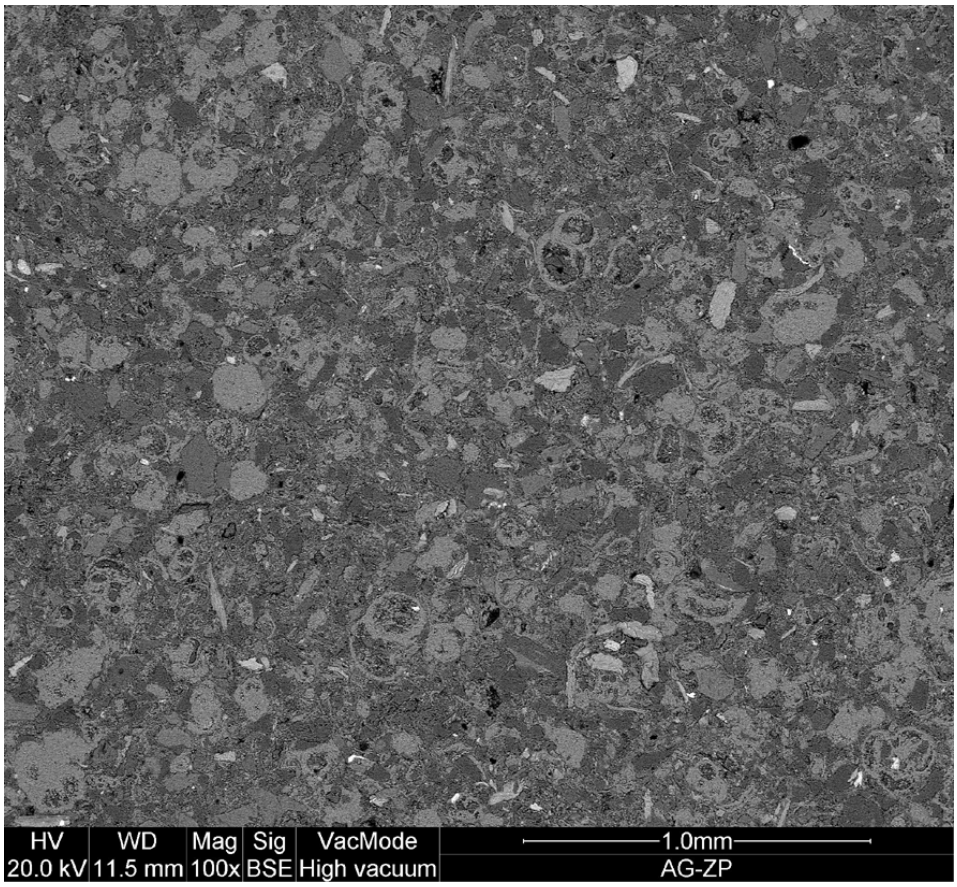

HV
20.0 kV
WD
11.5 mm
Mag
100x
Sig
BSE
VacMode
High vacuum
1.0mm
AG-ZP

Tavola XXIV

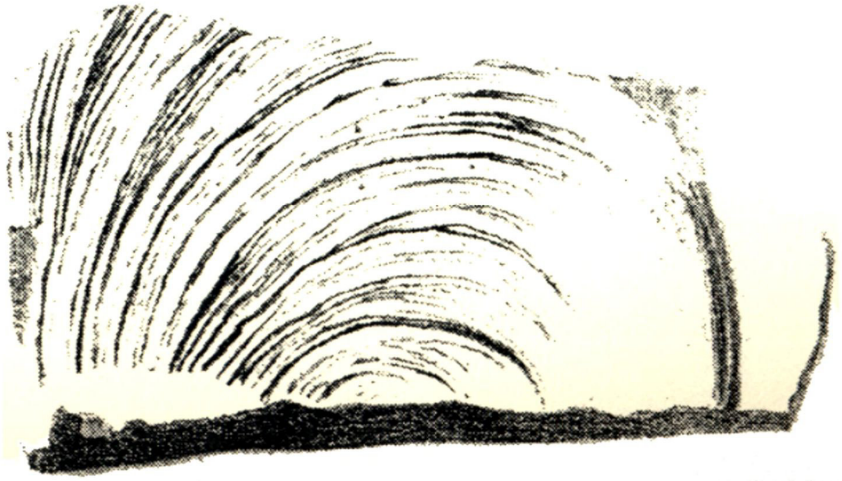


Tavola XXVIII

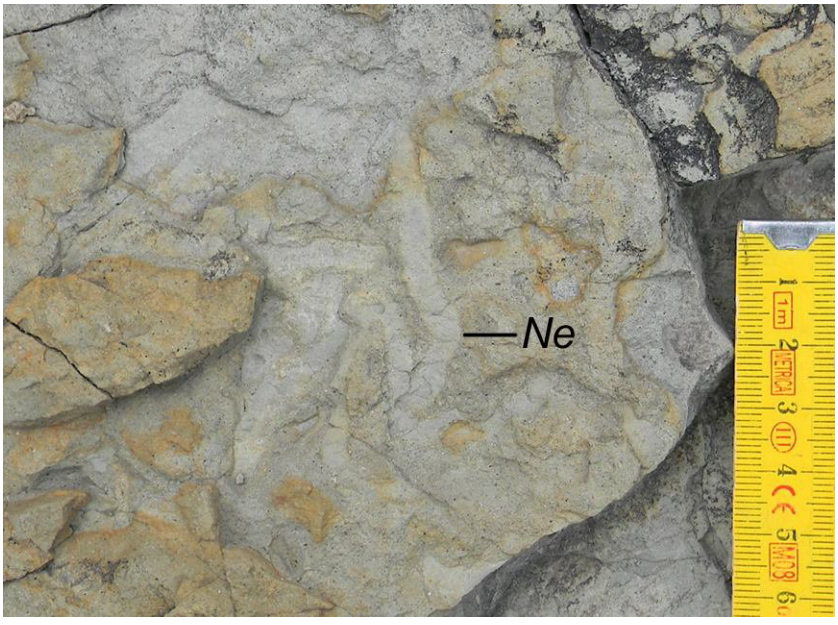




☞♓♑☍ ☐☍☒ ☐ ✌♐♐♓□❐♋❍♏■♦□ ✌♑■♋■♋ ☐☍

Zo


Th


Ne

☞✌☜ 🗐🖃 🖃 ☙□□□≈⊠♍□• ✌■ ❒✌●✌♏❖□ ♍□❍□●♏♦□🖃 ✌■ ✌■♦♏❒❖☋●●□ ☋❒♏■✌ ♦✌♍□☜ ✌☜■☋■☋ 🗎☜

✌☜■☋■☋ 🗎

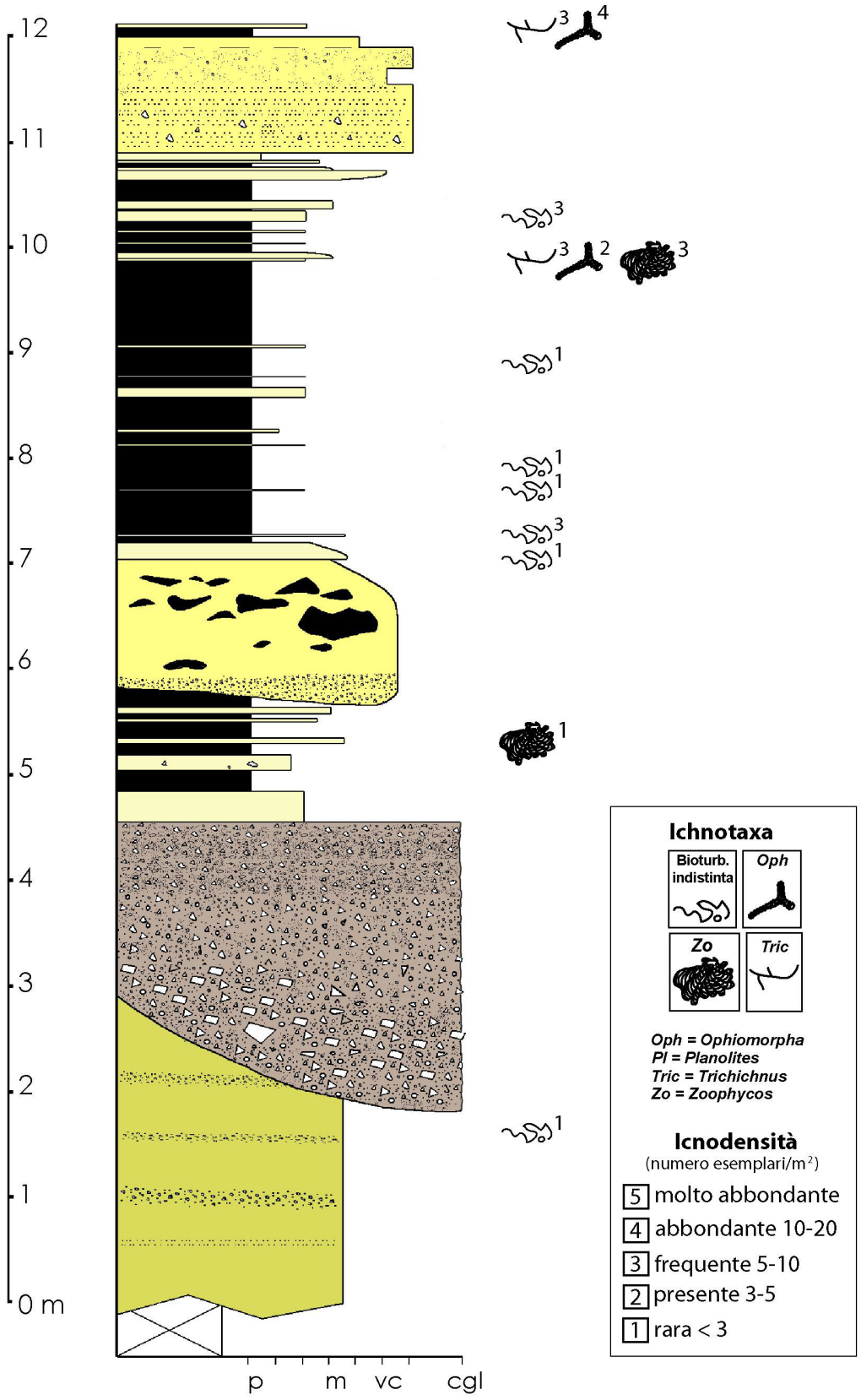
✌ ❍□■♦♏ ♎♏●●❼☋♌✌♦☋♦□ ♎✌ ✌☜■☋■☋ ✍☋●☋♌❒☋🖃 ■♏● ♍☋■☋●♏ ☜☜☜☜☜☜☜ ☜ ☎■◆❍ ●□♍☋●✌⌘⌘☋⌘✌□■♏ ✌■ ☞✌☜ 🗐🖃 ☝□□☜●♏💣☋□•☽ ☋↗↗✌□❒☋■□ ♌❒♏♍♍♏ ♎♏✌ ♍☋●♍☋❒✌ ❍♏•□⌘□✌♍✌ ♎♏●●❼✞■✌♦→ ♎✌ ♦♦✌●□🖃 ☋● ♎✌ •□□❒☋ ♎♏●●♏ ❑◆☋ ●✌ ➔ □❒♏•♏■♦♏ ◆■ ✌■♦♏❒❖☋●●□ ●✌☜■✌♦✌♍□ □□♦♏■♦♏ ⊠⊠ ♍❍☜ •♏☜◆✌♦□ ♎☋ ♍ ✌♦♏■✌♦✌ ❍♏♎✌□☜↗✌■✌☜ ♍□■♦♏■♦✌ ♦❒☋♍♍♏ ↗□••✌●✌ •✌■☜□●♏☜ ♍ □■ □☋❒♏♦♏ •♍◆❒☋ ☎❍✌♍☋♍♏☋☽ ♎☋ ♎♏♌□●❍♏■♦♏ ☋ ❍□●♦□ •✌■◆□•♏☜ ♎✌ ♎✌☋ ❍♏♦❒□ ♎✌ 🗎🖃🗏 ❍❍☜ ❒✌↗♏❒✌♌✌●✌ ☋ ✐☋♍☋❒□■✌♍≈■◆• •♏☜☐♍☜◆✌•☜ ✌● ♎✌ •□ □□☋ ➔ □❒♏•♏■♦♏ ◆■ ☋●♦❒□ ✌■♦♏❒❖☋●●□ ●✌☜■✌♦✌♍□🖃 □□♦♏■♦♏ ♍✌❒♍☋ 🗁🗀 ♍ ❍🖃 ♍≈♏ □❒♏•♏■♦☋ ✌■↗♏❒✌□❒❍♏■♦♏ ●☋ ⌘□■☋ ♎♏●●♏ ❒☋♎✌♍✌ ❒☋□□□■♏•♏■♦☋♦☋ ♎☋ ●✌❖♏●●✌ ♎✌ ☋♍✌♎✌ ◆❍✌♍✌ ♎✌ ♍□●□❒♏ ❍☋❒❒□■♏☜ ✋● ♦□□ ♎♏●●❼✌■♦♏❒❖ ☋●●□ ●✌☜■✌♦✌♍□ ♍□■♦✌♏■♏ ♦❒☋♍♍♏ ↗□••✌●✌ ❒✌↗♏❒✌♌✌●✌ ☋ ❄≈☋●☋••✌■□✌♎♏• ✌•□☜🖃 ✌ ❑◆♏•♦□ •♏☜◆♏ ◆■ ✌■♦♏❒❖☋●●□ ♎✌ ☋❒♏■✌♦♏ ❍□●♦□ ☜♌❒□••□●☋■☋🖃 □□♦ ♏■♦♏ ♍✌❒♍☋ 🗁 ❍☜ •◆□♏❒✌□❒❍♏■♦♏ ➔ □❒♏•♏■♦♏ ◆■ ☋●♦❒□ ✌■♦♏❒❖☋●●□ ●✌☜■✌♦✌♍□🖃 ♍≈♏ ■□■ ❍□•♦❒☋ ●☋ ⌘□■☋ ♎♏●●♏ ❒☋♎✌♍✌🖃 ❑◆✌■♎✌ □□♦❒♏♌♌♏ ❒☋□ □❒♏•♏■♦☋❒♏ ◆■ ♎♏□□•✌♦□ ♎✌ ❍☋♦♏❒✌☋●♏ ❖♏☜♌♦☋●♏ ↗●◆✌♦☋♦□ ■♏● ♌☋♍✌■□ ☜ ♦□●□ ✌● ♦□□ ♎✌ ❑◆♏•♦□ ✌■♦♏❒❖☋●●□ ➔ ♌✌□♦◆❒♌☋♦□⌨ ●♏ ❒☋❒♏ ♦❒☋♍♍♏ ↗□••✌●✌ •□■□ ❒✌↗♏❒✌♌✌●✌ ☋ ❄≈☋●☋••✌■□✌♎♏• ✌•□☜🖃 ♍≈♏ ■□■ ≈☋■■□ ☋❖◆♦□ ✌● ♦♏❍□□ ♎✌ ♍□●□■✌⌘⌘☋❒♏ ✌■♦♏☜❒□●❍♏■♦♏ ●❼✌■♦♏❒❖☋●●□ ●✌☜■✌♦✌♍ □☜ ♦♏☜❍□■□ ♍✌☜◆□■□ ♍✌❒♍☋ 🗎 ❍ ♎✌ ☋❒♏■✌♦♏ ☜❒□••□●☋■☋ ♏ □□✌ ●✌❖♏●●✌ ♍□■☜●□❍ ♏❒☋♦✌♍☜

☞ℵ℠ 🗐⊠ 🗅 ✌↗↗ℵ□❒☜○ℳ■♦□ ✌℠■☜■☜ 🗏

✌℠■☜■☜ 🗐

☹☜ ⋄ℳ⌘ℵ□■ℳ ⋄♦❒☜♦ℵ℠❒☜↗ℵ♋☜ 🗐 ☎↗ℵ℠ 🗐⊠◑ ➔ ⋄♦☜♦☜ ○ℵ⋄◆❒☜♦☜ ♳☜ ✞ℳ● ♦❒ℵ ☎🗁❧❧❧🗅🗀🗀◑ ℵ■ ●□♋☜●ℵ♦→ 🗅ℵ☜⌘⌘☜ ☜●❖☜❒ℵ□🖃 ✌℠■☜■☜ ☜☜● ♌❒☜ ☎☞ℵ℠ 🗐⊠◑ 🗣ℳℵ 🗁🗎 ○ ○ℵ⋄◆❒☜♦ℵ🖃 ♋ℵ❒♋☜ ●☜ ○ℳ♦→ ❒ℵ⋄◆●♦☜■□ ♌ℵ□ ♦◆❒♌☜♦ℵ 🜁♦□■□ ⋄♦☜♦ℳ ❑◆ℵ■♳ℵ ❖ℳ❒ℵ↗ℵ♋☜♦ℳ ●ℳ ♦❒☜♋♋ℳ ↗□⋄⋄ℵ●ℵ ⋄ℳ℠■☜●☜♦ℳ ♳☜ ✞ℳ●♦❒ℵ ℳ ⋄□■□ ⋄♦☜♦ℳ ❒ℵ■❖ℳ■◆♦ℵ ☜●♦❒ℵ ℵ♋■□℠ℳ■ℳ❒ℵ🜁

☹☜ ♌☜⋄ℳ ♳ℳ●●☜ ⋄ℳ⌘ℵ□■ℳ ➔ ♋□⋄♦ℵ◆◆ℵ♦☜ ♳☜ ♋ℵ❒♋☜ 🗏 ❍ ♳ℵ ☜❒ℳ■ℵ♦ℵ ℵ■ ↗ ☜♋ℵℳ⋄ ♳ℵ ⋄□ℵ☜℠℠ℵ🖃 ⋄ℳ℠◆ℵ♦ℳ ♳☜ ♋ℵ❒♋☜ 🗎🖃🗀 ❍ ♳ℵ ♌❒ℳ♋♋ℳ ♋☜□♦ℵ♋≏ℳ ♋□■ ♌☜⋄ℳ ↗□❒♦ℳ○ℳ■♦ℳ ℳ❒□⋄ℵ❖☜ ☎❽⋄♋≏ℵ↗□⋄□❾◑ ℵ■♦ℳ❒◘❒ℳ♦☜♌ℵ●ℳ ♋□○ℳ ❽♋☜♦ ☜⋄♦❒□↗ℵ♦ℳ❾🖃 ✌ ❑◆ℳ⋄♦□ ℵ■♦ℳ❒❖☜●●□ ⋄ℳ℠◆ℳ ♋ℵ❒♋☜ 🗁🖃🗀 ❍ ♳ℵ ☜●♦ℳ❒■☜■⌘☜ ☜❒ℳ■☜♋ℳ□🖃◘ℳ●ℵ♦ℵ♋☜ ♋□■ ♦❒ℳ■♳ ♦≏ℵ■♦ℳ❒ℵ□ ♳ℵ 𝒞□◘◘≏⊠♋□⋄🖃 ☹❼☜●♦ℳ❒■☜■⌘☜ ☜ ❒ℳ■☜♋ℳ□🖃◘ℳ●ℵ♦ℵ♋☜ ➔ ℵ■♦ℳ❒❒□♦♦☜ ♳☜ ◆■ ℵ■♦ℳ❒❖☜●●□ ☜❒ℳ■ℵ♦ℵ♋□ ◘□♦ℳ■♦ℳ ♋ℵ❒♋☜ 🗁🖃🗎🗀 ❍🖃 ♋□■♦ℳ■ℳ■♦ℳ ♌❒☜■♳ℵ ♋●☜♊ ♋≏ℵ■♦ℳ❒❖☜●●□ ◘◆⇩ ℳ⋄⋄ℳ❒ℳ ℵ■♦ℳ❒◘❒ℳ♦☜♦□ ♋□○ℳ ◆■ ℵ■◘◆♦ ↗●◆❖ℵ☜● ℳ ☎❽↗ℵ◆○☜❒ℵ♦ℳ❾🖃❾❾■□■♳ℵ♦ℳ❾ ❖ℵ♋ℵ■□ ♋□⋄♦☜ 🗅 ❽🗣ℳ♋☜□♦ℵ♋☜● ◆□⋄☜□♳❾◑🖃 ♋ ◘□ ♋ℵ□♦♦□●ℵ ◘❒□❖ℳ■ℵℳ■♦ℵ ♳☜●●❼ℵ■♦ℳ❒❖☜●●□ ♌❒ℳ♋♋ℵ□⋄□ ♋≏ℳ ❖ℵ☜ ❖ℵ☜ ♳ℵ○ℵ ■◆ℵ⋄♋□■□ ■ℳ♌●ℵ ℵ■♦ℳ❒❖☜●●ℵ ⋄◆□ℳ❒ℵ□❒ℵ🖃 ☜♳ ℵ■♳ℵ♋☜❒ℳ ♋≏ℳ ℵ● ♌☜♋ℵ■□ ⋄ℵ ☜●●□■♦☜■☜❖☜ ♳☜●●☜ ♋□⋄♦☜🖃 ❑◆ℵ■♳ℵ ⋄ℵ ☜◘◘❒□↗□■♳ℵ❖☜🗅 ♦ℳ♌◆□■□ ♋ℵ❒♋☜ 🗐 ❍ ♳ℵ ☜●♦ℳ❒■☜■⌘☜ ☜❒ℳ■☜♋ℳ□🖃◘ℳ●ℵ♦ℵ♋☜ ❍□●♦□ ♌ℵ□♦◆❒♌☜♦☜🖃 ♋□■ ℵ■♦ℳ□❖ ☜●●ℵ ♋□■♦ℳ■ℳ■♦ℵ ♦❒☜♋♋ℳ ↗□⋄⋄ℵ●ℵ ◘☜❒☜●●ℳ●ℳ ☜●●☜ ⋄♦❒☜♦ℵ↗ℵ♋☜⌘ℵ□■ℳ🖃 ☜●● ☜ ♌☜⋄ℳ ♳ℵ ⋄♦❒☜♦□ ℳ ☜ ❒ℵ●ℵℳ❖□ ♋□❍◘●ℳ♦□🖃 ♳ℵ ♳ℵ☜❍ℳ♦❒□ ♳ℵ ♋ℵ□♋☜ 🗎 ♋ ❍🖃 ❒ℵ↗ℳ□ℵ♌ℵ●ℵ ☜♳ 𝒻◘≏ℵ⋄□❍□□◘≏☜ □♦ℳ♳ℵ⋄ ℳ ♦□❒♋♋ℳ ♋□■ ♳ℵ☜❍ℳ♦□🖃 □⋄⋄ℵ♳☜♦ℳ🖃 ❒ℵ↗ℳ □❒ℳ ☜ℵ 🗐 ❍❍🖃 ☜● ♦□◘ ♳ℵ ⋄♦❒☜♦□ ☜ ❒ℵ●ℵℳ❖□ ♋□❍◘●ℳ♦□🖃 □⋄⋄ℵ♳☜♦ℳ🖃 ❒ℵ↗ℳ


12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0 m
p
m
vc
cgl
Ichnotaxa
Bioturb. indistinta
Oph
Zo
Tric
Oph = Ophiomorpha
Pl = Planolites
Tric = Trichichnus
Zo = Zoophycos
Icnodensità
(numero esemplari/m²)
5 molto abbondante
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3


1m
METRICA
III

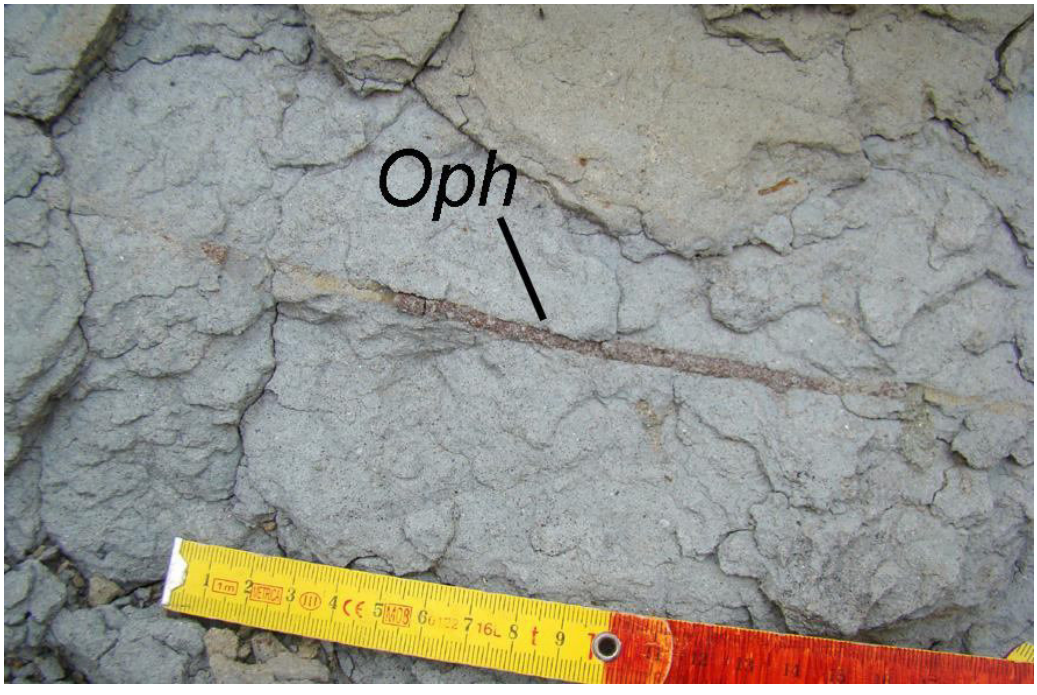

Oph

Abb. 1: Detail der Wandmalerei

Die Wandmalerei befindet sich an der Nordwand des Raumes 1 und ist 1,20 m lang und 0,60 m hoch. Sie ist in einem guten Zustand und weist nur wenige Beschädigungen auf. Die Farben sind noch sehr kräftig und die Konturen sind deutlich zu erkennen. Die Wandmalerei ist in drei Bereiche unterteilt, die durch vertikale Linien voneinander getrennt sind. Im linken Bereich ist ein Mann mit einem Speer und einem Schild zu sehen, der nach rechts schreitet. Im mittleren Bereich ist ein Hirsch mit einem großen Geweih zu sehen, der nach links schreitet. Im rechten Bereich ist ein Mann mit einem Bogen und einem Köcher zu sehen, der nach links schreitet. Die Figuren sind in einer einfachen, aber ausdrucksstarken Weise gemalt. Die Farben sind hauptsächlich rot, gelb und schwarz. Die Wandmalerei ist vermutlich in der Zeit zwischen 1000 und 500 v. Chr. entstanden.



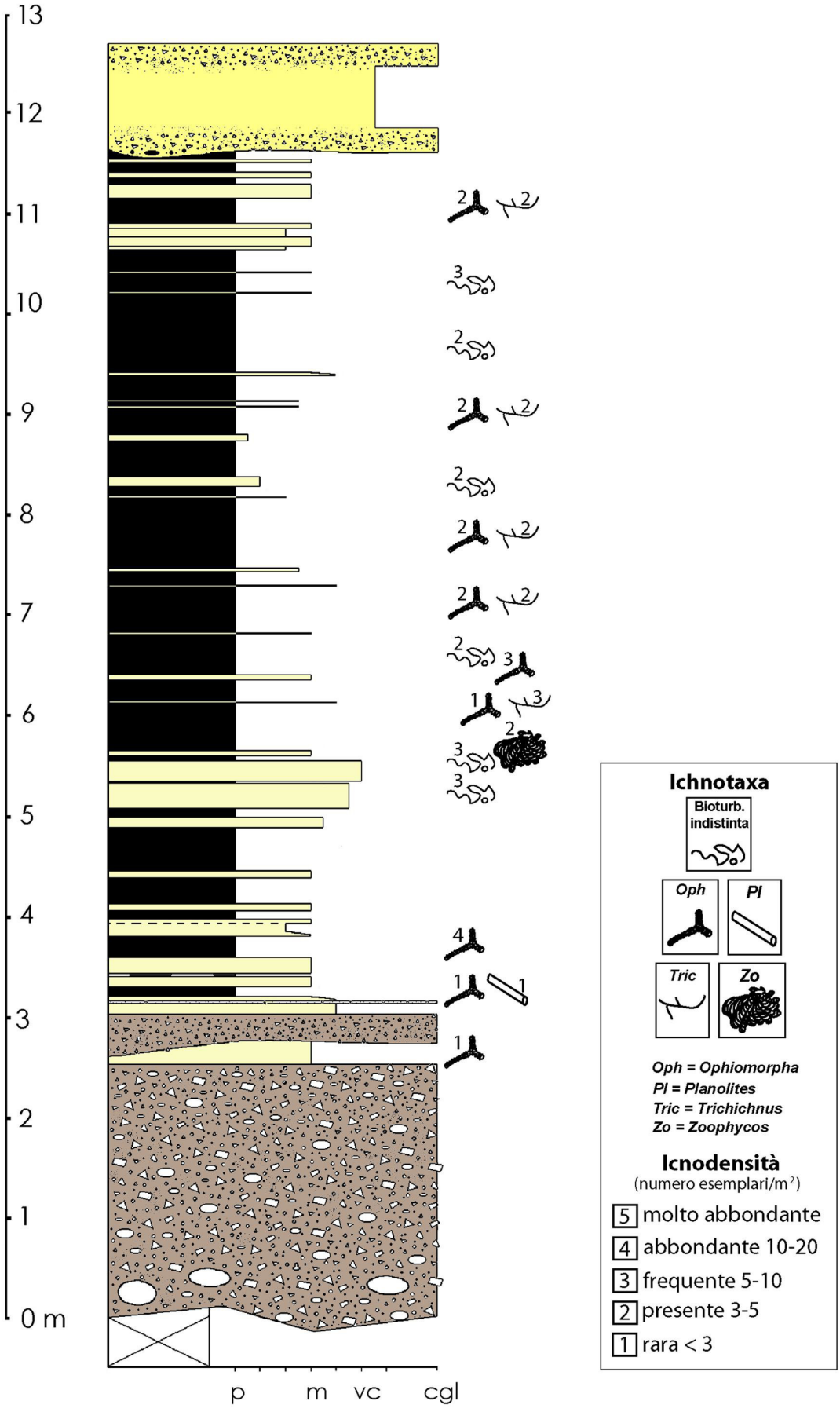

13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0 m
p
m
vc
cgl
Ichnotaxa
Bioturb. indistinta
Oph
Pl
Tric
Zo
Oph = Ophiomorpha
Pl = Planolites
Tric = Trichichnus
Zo = Zoophycos
Icnodensità
(numero esemplari/m²)
5 molto abbondante
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3

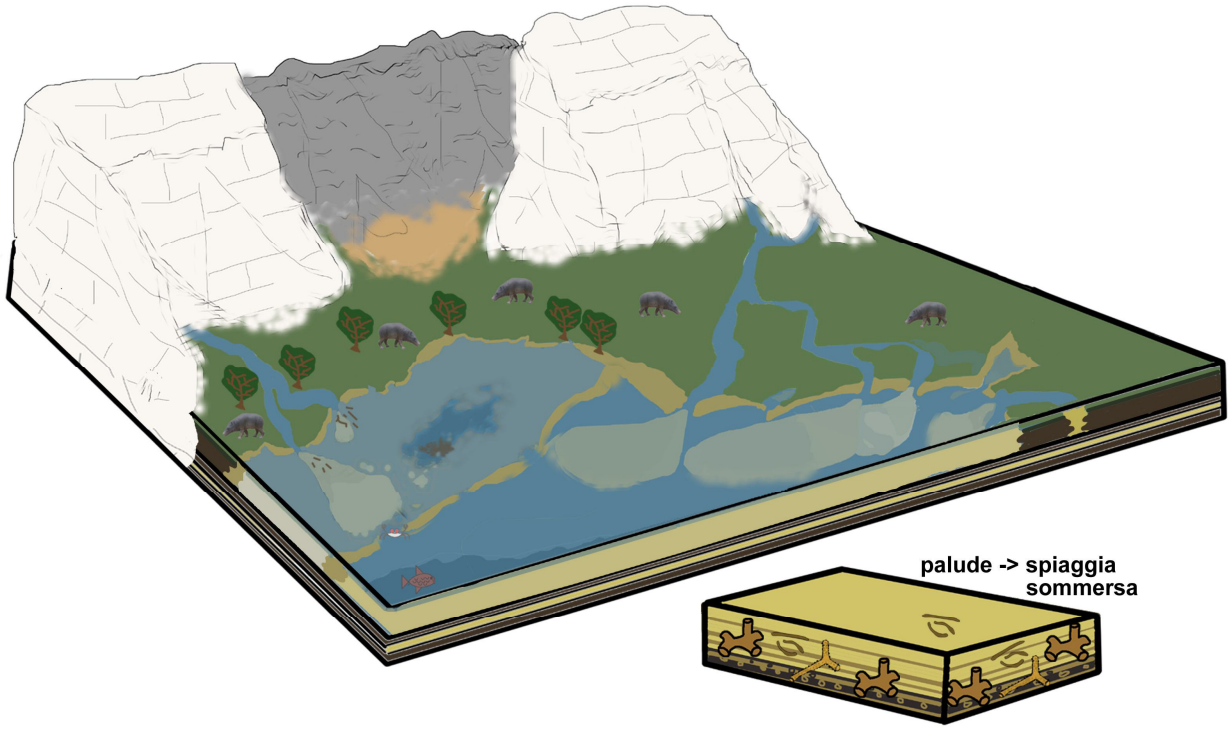
Fig. 1 Oph

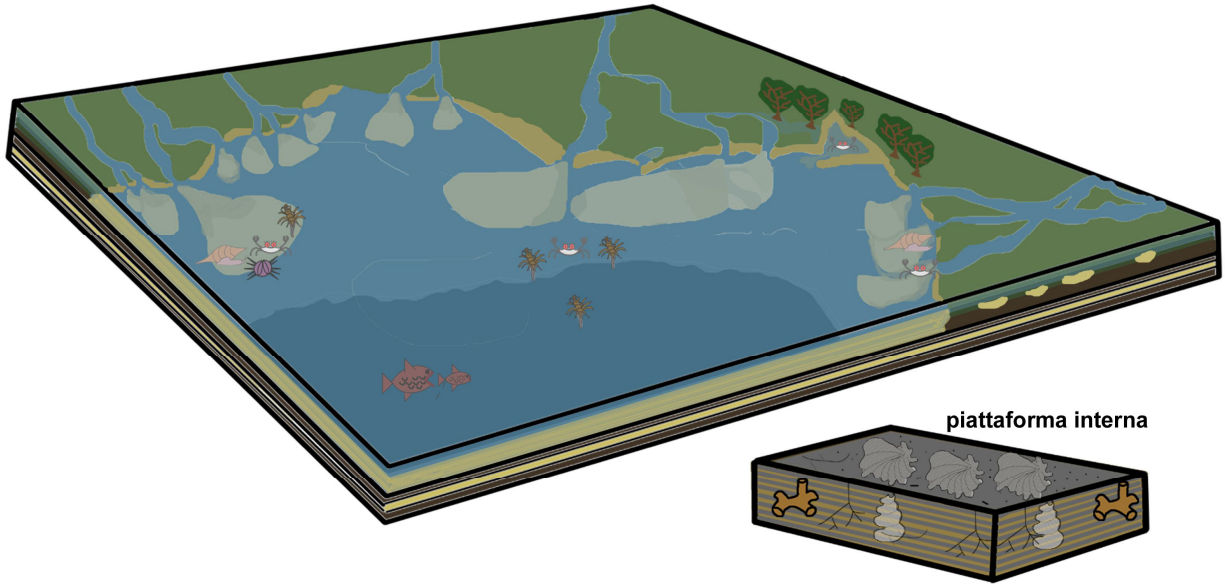
Oph

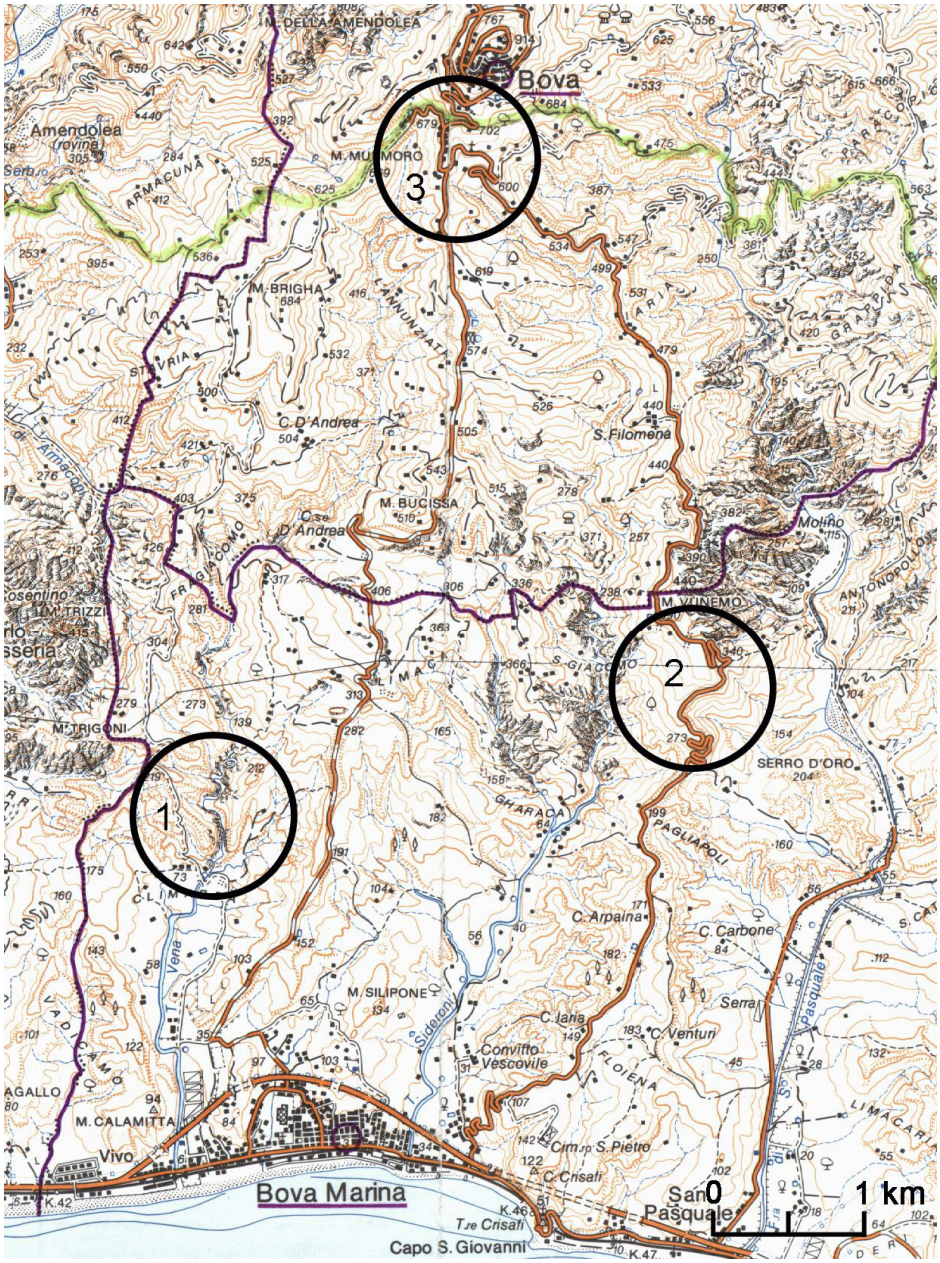
Ophiomorpha

Ophiomorpha

Ophiomorpha

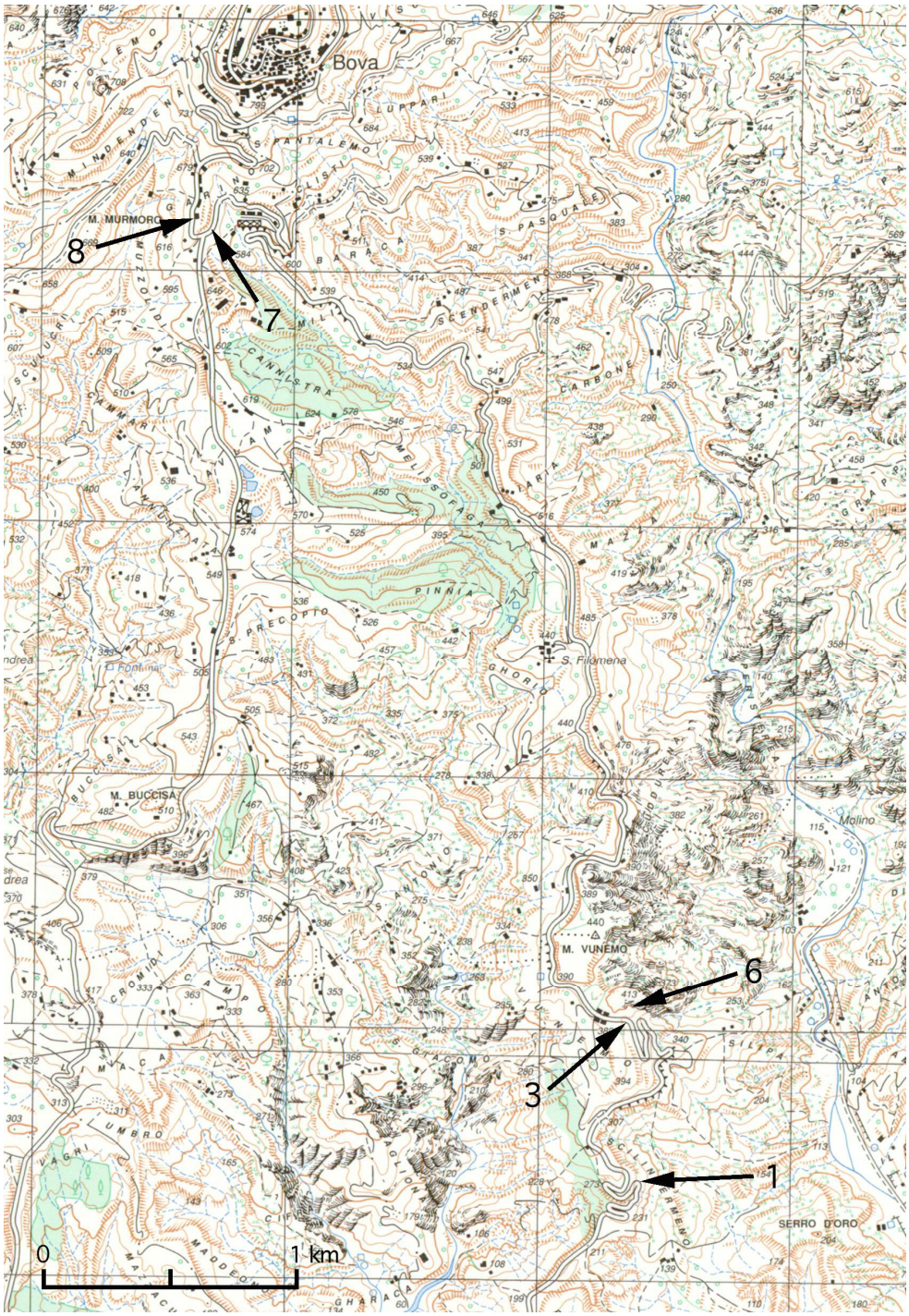

palude -> spiaggia
sommersa

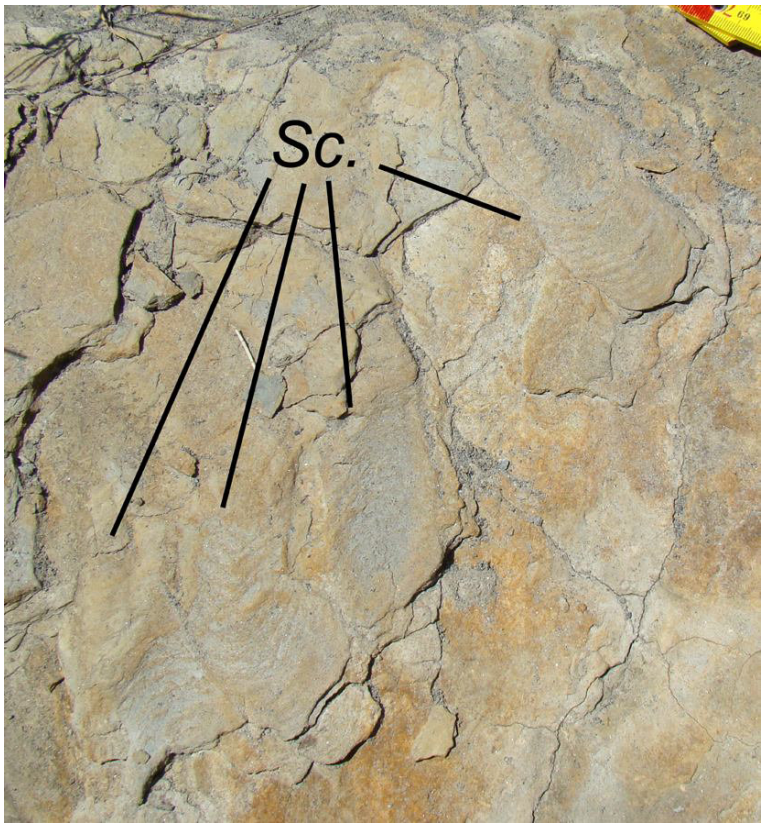

piattaforma interna

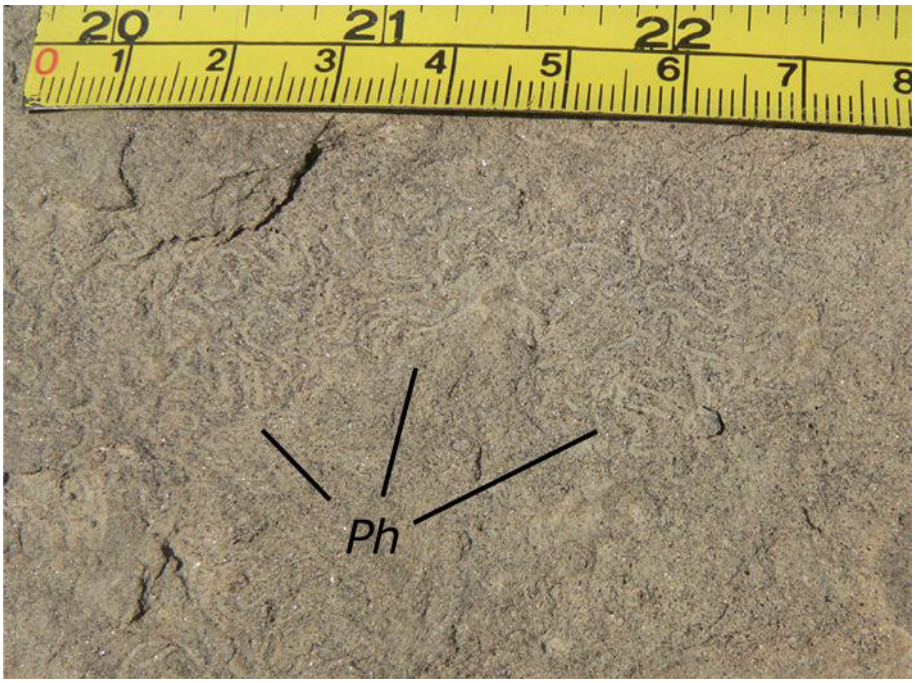

Bova
Amendolea
(rovine)
M. BRIGHA
C. D'Andrea
S. Filomena
M. BUCISSA
C.se D'Andrea
Molino
M. VINEMO
SERRO D'ORO
M. TRIGONI
C. Arpaina
C. Carbone
M. SILIPONE
Serra
C. Iana
C. Venturi
Convitto Vescovile
M. CALAMITTA
Vivo
Bova Marina
C. Crisafi
T.re Crisafi
Capo S. Giovanni
San Pasquale
0
1 km
1
2
3

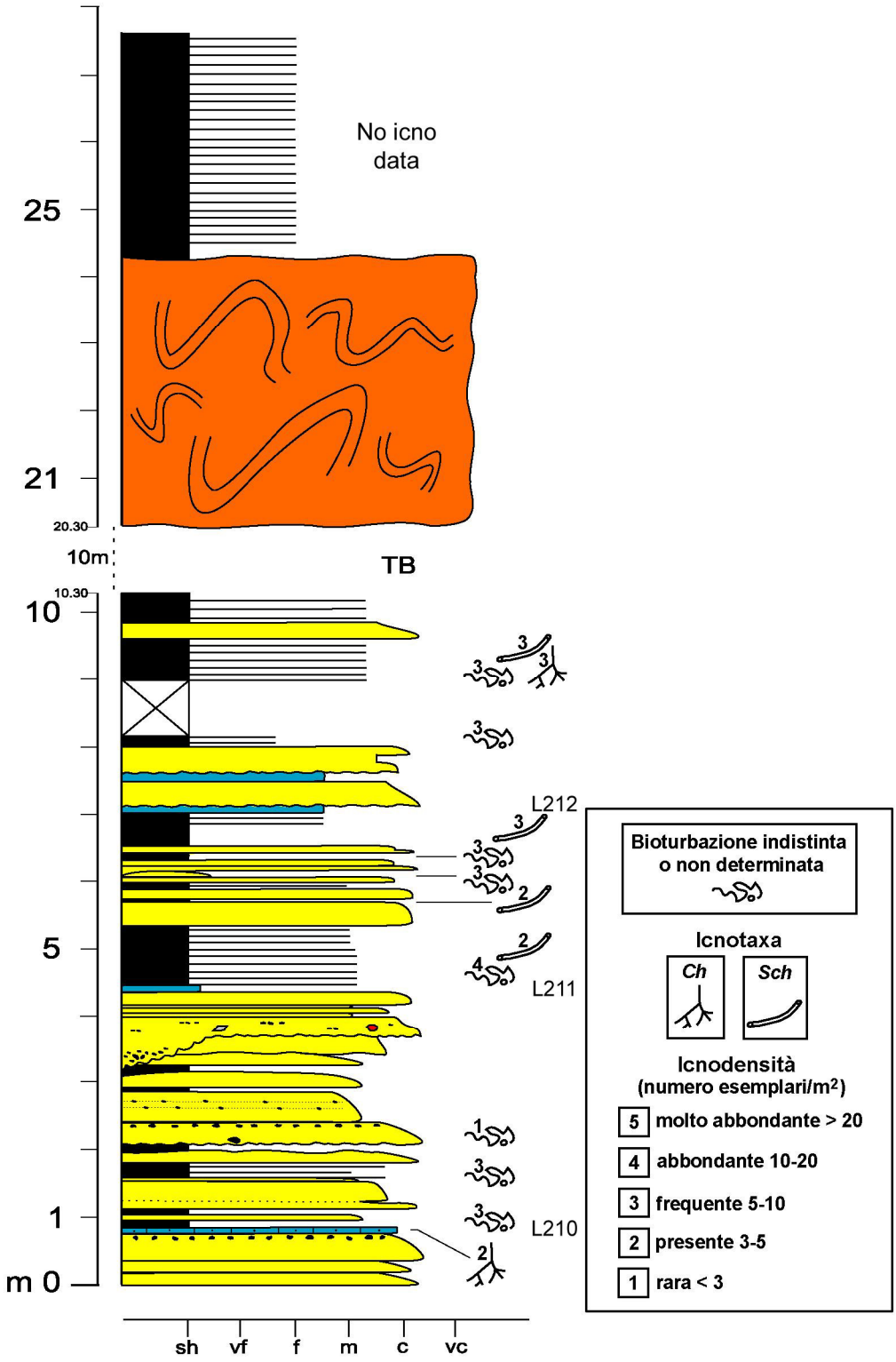


☞♓♑☝ 🗐☝☒ ☝ ⚐♋⬩⬩♋♑♑♓□ ☎♓■♎♓♍♋♦□ ♎♋● ⬩♏♑❍♏■♦□ ■♏❒□◑ ♦❒♋ ♓● ♍□■ ♑●□❍♏❒♋♦□ ♎♏● ❍♏❍♌❒□ ♓■♐♏❒♓□❒♏ ♎♏●●♋ ☞❍♦♨⚐ ♏ ●❼♋●♦♏❒■♋■⌘♋ ♋❒♏■♋ ♍♏□☝□♏●♓♦♓♍♋ ♎♏● ❍♏❍♌❒□ ⬩◆□♏❒♓□❒♏ ♎♏●●♋ ☞❍♦♨⚐☝ ❄□❒❒♏■♦♏ ✞♏■♋ ☎✍ □❖♋ ♪♋❒♓■♋⚐ ☼♨◑☝


Bova
M. MURMORO
M. BUCCISA
M. VUNEMO
S. Filomena
Molino
SERRO D'ORO
8
7
6
3
1
0
1 km

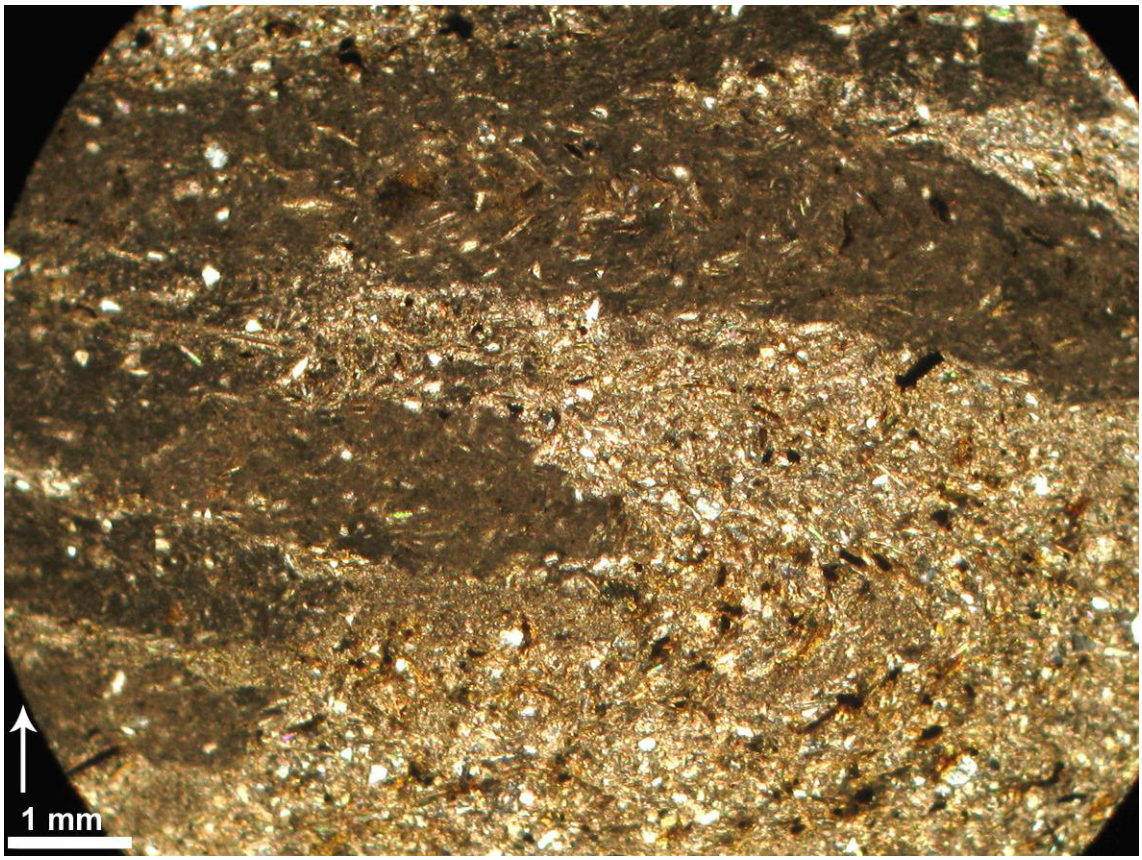

Sc.


Ph


No icno data
25
21
20.30
10m
TB
10.30
10
5
1
m 0
L212
L211
L210
sh
vf
f
m
c
vc
Bioturbazione indistinta o non determinata
Icnotaxa
Ch
Sch
Icnodensità (numero esemplari/m²)
5 molto abbondante > 20
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3

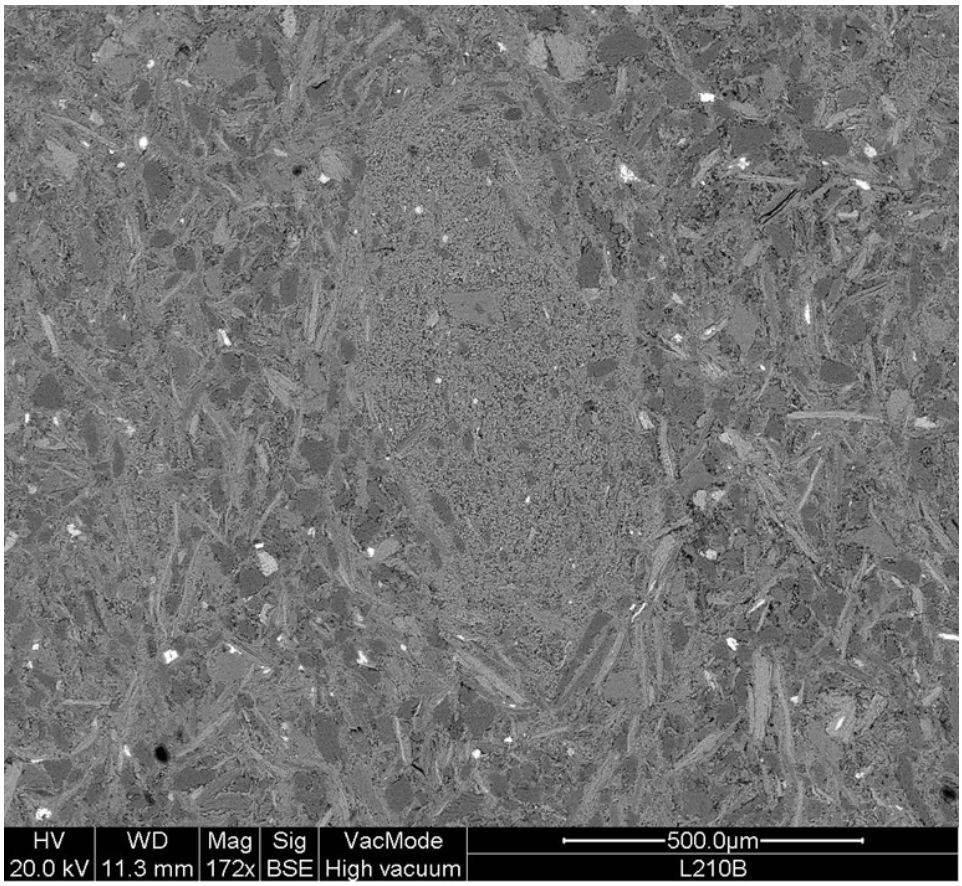
0,5 cm


0,5 cm


1 mm

[illegible]

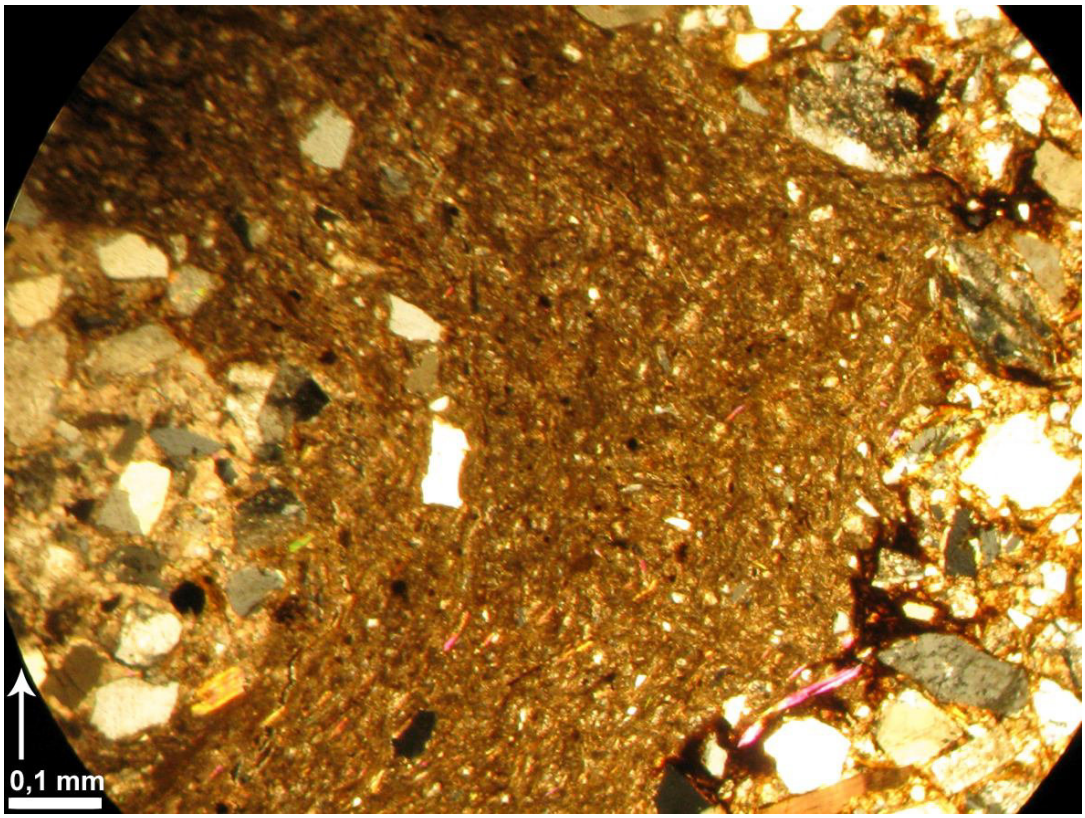
[illegible]


HV
20.0 kV
WD
11.3 mm
Mag
172x
Sig
BSE
VacMode
High vacuum
500.0µm
L210B



☞✌☜ 🗐🖙☒ 🖙 ♦♏⌘✌□■♏ ⬩□♦♦✌●♏ ♎♏● ♍☜○◘✌□■♏ ☹🗎🗁🗁✌🖙 ✌● ♍♏■♦❒□ ♎♏●● ❼✌○○☜☜✌■♏ ⬩□■□ ♌♏■ ❖✌⬩✌♌✌●✌ ♎◆♏ ♦❒☜♍♍♏ ↗□⬩⬩✌●✌ ❍♏■✌⬩♍☜♦♏🖙 ◘❒□♎□♦♦♏ ♎☜ □❒✌☜■✌⬩○✌ ◘❒□♌☜♌✌●○♏■♦♏ ❖♏❒○✌↗□□○✌🖙

☹♏ □⬩⬩♏❒❖☜⌘✌□■✌ ⬩♏♎✌○♏■♦□●□✌✌♍✌♒♏ ♏♎ ✌♍■□●□✌✌♍✌♒♏ ♒☜■■□ ◘♏❒○♏⬩⬩□ ♎✌ ✌◘□♦✌⌘⌘☜❒♏🖙 ◘♏❒ ✍□❖☜ 🗁✌🖙 ◆■ ◘☜●♏□☜○♌✌♏■♦♏ ♎✌ ♎♏◘□⬩✌⌘✌□■♏ ✌■ ↗☜♍✌♏⬩ ♎✌ ◘✌☜♦♦☜↗□❒○☜ ✌■♦♏❒■☜🖙 ○□●♦□ ◘❒□⬩⬩✌○□ ☜♎ ◆■ ♎♏●♦☜🖙 ♍□■ ♍ □■♦✌■◆✌ ✌■◘◆♦ ↗●◆❖✌☜●✌ ♍♒♏ □❒✌✌♍✌■☜❖☜■□ ♍□❒❒♏■♦✌ ✌◘♏❒◘✌♍■☜●✌🖙 ♍□■ ⬩ ♦❒☜♦✌ ♎✌ ☜❒♏■✌♦♏ ☜○☜●✌♍☜○☜♦✌🖙 ●□♌✌ ◘❒□⬩⬩✌○☜●✌🖙 ✌■♦♏❒♍☜●☜♦✌ ☜♎ ♏◘✌⬩ □♎✌ ♎✌ ●♏■♦☜ ⬩♏♎✌○♏■♦☜⌘✌□■♏ ◘♏●✌♦✌♍☜🖙



☞ϰ♈ 🗐 ☒ 🖆❄❒ֆ♍♍ϰֆ ↗□••ϰ●ℳ ❍ℳ■ϰ•♍ֆ♦ֆ ♎ℳ● ♍ֆ❍◘ϰ□■ℳ ☹🖹🗁🗁✌ 🔏ϰ♍❒ □↗□♦□ ֆ● ❍ϰ♍❒□•♍□□ϰ□ □♦♦ϰ♍□ 🖙 □□●ֆ❒ϰ⌘⌘ֆ♦□❒ϰ ϰ■♍❒□□♍ϰֆ♦ϰ 🖙 □ᘜ 🔏 ⊠ 🔏

✎□❖ֆ 🗁✎

☹ֆ ↗ϰ♦♦ֆ ֆ●♦ℳ❒■ֆ■⌘ֆ ֆ❒ℳ■ֆ♍ℳ□🖆□ℳ●ϰ♦ϰ♍ֆ ֆ↗↗ϰ□❒ֆ■♦ℳ ֆ● ♦□□ ♎ℳ●●ֆ •ℳ⌘ϰ□■ℳ •♦❒ֆ♦ϰ♈❒ֆ↗ϰ♍ֆ ✎□❖ֆ 🗁✌ ➔ •♦ֆ♦ֆ ❍ϰ•◆❒ֆ♦ֆ ϰ■ ℳ•♦❒ℳ❍□ ♎ℳ♦♦ֆ♈ ●ϰ□ ☎ֆ● ❍ϰ●●ϰ❍ℳ♦❒□☽ □ℳ❒ ♍ֆ❒ֆ♦♦ℳ❒ϰ⌘⌘ֆ❒■ℳ ●ֆ ●ϰ♦□↗ֆ♍ϰℳ• ☎☞ϰ♈ 🗐 ⊠ ↗□♦□ ֆ↗↗ϰ□❒ֆ❍ℳ■♦□☽ 🔏 ☹ℳ ♦❒ֆ♍♍ℳ ↗□••ϰ●ϰ ❒ϰ♍□■□•♍ϰ◆♦ℳ •□■□ ❒ϰ↗ℳ❒ϰᘜ●ϰ ֆ●●ֆ •□●ֆ ϰ♍■□•□ℳ♍ϰℳ 🕯♍🖃ֆ◆ᘜ♍🖄●ϰ■♎❒ϰ♍🖃■◆• ↗❒ℳ🖄ϰ ֆᘜᘜ□■♎ֆ■♦ℳ ■ℳ♈●ϰ ϰ■♦ℳ❒❖ֆ●●ϰ □ℳ●ϰ♦ϰ♍ϰ ℳ □❒ℳ•ℳ■♦ℳ •□●□ ♦ֆ●❖□●♦ֆ ■ℳ♈●ϰ ϰ■♦ℳ❒❖ֆ●●ϰ ֆ❒ℳ ■ϰ♦ϰ♍ϰ🔏

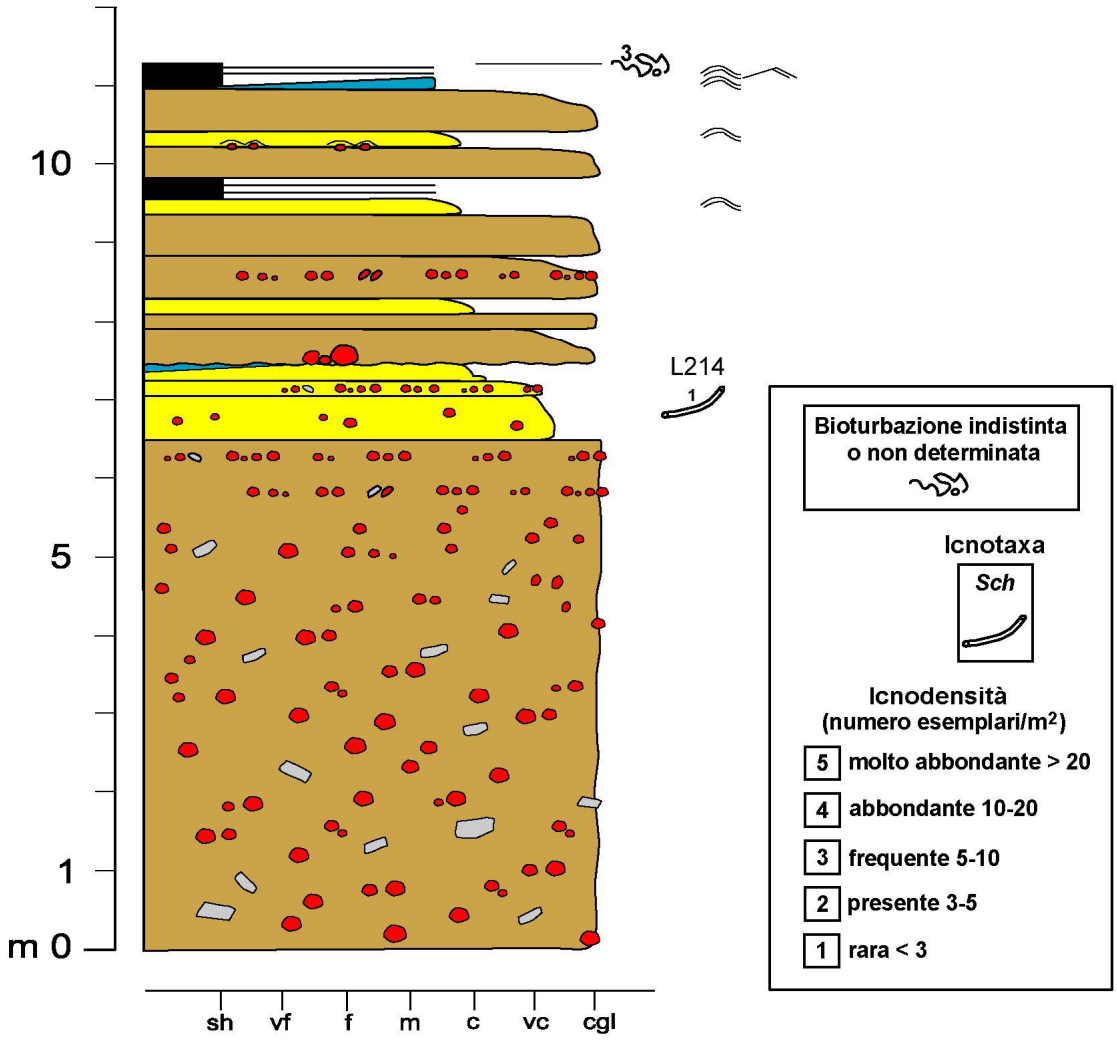
⚷□■□•♦ֆ■♦ℳ ϰ● ♍ֆ❍ᘜ□ϰ ♎ϰ ●ϰ♦□↗ֆ♍ϰℳ•🖙 ■ℳ●●ℳ •ℳ⌘ϰ□■ϰ ❍ϰ•◆❒ֆ♦ℳ ✎□❖ֆ 🗁✌ ℳ ✎□❖ֆ 🗁✎ ■□■ •ϰ ֆ••ϰ•♦ℳ ֆ♎ ◆■ֆ ■ℳ♦♦ֆ ℳ❖□●◆⌘ϰ□■ℳ ■ℳ●●ℳ ϰ♍■□ֆ••□ ♍ϰֆ⌘ϰ□■ϰ🖴 🕯♍🖃ֆ◆ᘜ♍🖄●ϰ■♎❒ϰ♍🖃■◆• ↗❒ℳ🖄ϰ ❒ϰ❍ֆ■ℳ ●❼ϰ♍■□•□ℳ♍ϰℳ ♎□❍ϰ■ֆ■♦ℳ 🖙 ♍🖃ℳ ♎ϰ❖ℳ■♦ֆ ❖ϰֆ ❖ϰֆ □ϰ▫ ֆᘜᘜ□■♎ֆ■♦ℳ ❖ℳ❒•□ ϰ● ♦□□ ♎ℳ●●ֆ •◆♍♍ℳ••ϰ □■ℳ •♦❒ֆ♦ϰ♈❒ֆ↗ϰ♍ֆ🔏 🕯ℳ♍□■♎□ ⌲ℳ❒❖ℳ•●ℳ❒ ℳ♦ ֆ●🔏 ☎🗎🗀🗁🗁☽ ●ֆ ♎□❍ϰ■ֆ■⌘ ֆ ♎ϰ ◆■❼◆■ϰ♍ֆ ϰ♍■□•□ℳ♍ϰℳ •◆♈♈■□ℳ♍□■♎ϰ⌘ϰ□■ϰ ♎ϰ •♦❒ℳ•• ֆ❍ᘜϰℳ■♦ֆ♦ ℳ ℳ ♍□●□■ϰ⌘⌘ֆ⌘ϰ□■ϰ ♎ϰ ♦ϰ□□ □□□□❒♦◆■ϰ•♦ϰ♍□🖙 ♍□❒❒ℳ●ֆ♦ℳ ֆ □ϰ♍♍□●ϰ🖙 ❍ ֆ □❒□ᘜֆᘜϰ●❍ℳ■♦ℳ ↗❒ℳ❑◆ℳ■♦ϰ🖙 ♎ϰ•♦♦❒ᘜϰ ♎ℳ● ↗□■♎ֆ●ℳ ❍ֆ❒ϰ■□🔏 ☹ֆ ❒ℳ♈ϰ •♦❒ֆ⌘ϰ□■ℳ ♎ϰ ❑◆ℳ•♦ϰ ♎ϰ•♦◆❒ᘜϰ🖙 ♍ֆ◆•ֆ♦ϰ ♎ֆ ♍□❒❒ℳ■♦ϰ ♎ϰ ↗□■♎□🖙 ♎ℳ□□•ϰ ⌘ϰ□■ϰ🖙 ℳ❒□•ϰ□■ϰ🖙 □◆⇩ ℳ••ℳ❒ℳ □ᘜ●ϰ♦ℳ❒ֆ♦ֆ ♎ֆ●●ֆ •◆♍♍ℳ••ϰ❖ֆ ᘜϰ□♦◆❒ᘜֆ⌘ϰ □■ℳ ϰ■♎ϰ•♦ϰ■♦ֆ🔏

☹ℳ □••ℳ❒❖ֆ⌘ϰ□■ϰ •ℳ♎ϰ❍ℳ■♦□●□♈ϰ♍🖃ℳ ℳ♎ ϰ♍■□●□♈ϰ♍🖃ℳ 🖃ֆ■■□ □ℳ❒❍ℳ••□ ♎ϰ ϰ□□♦ϰ⌘⌘ֆ❒ℳ🖙 □ℳ❒ ✎□❖ֆ 🗁✎🖙 ◆■ □ֆ●ℳ□ֆ❍ᘜϰℳ■♦ℳ ♎ϰ □❒□♎ℳ●♦ֆ🔏

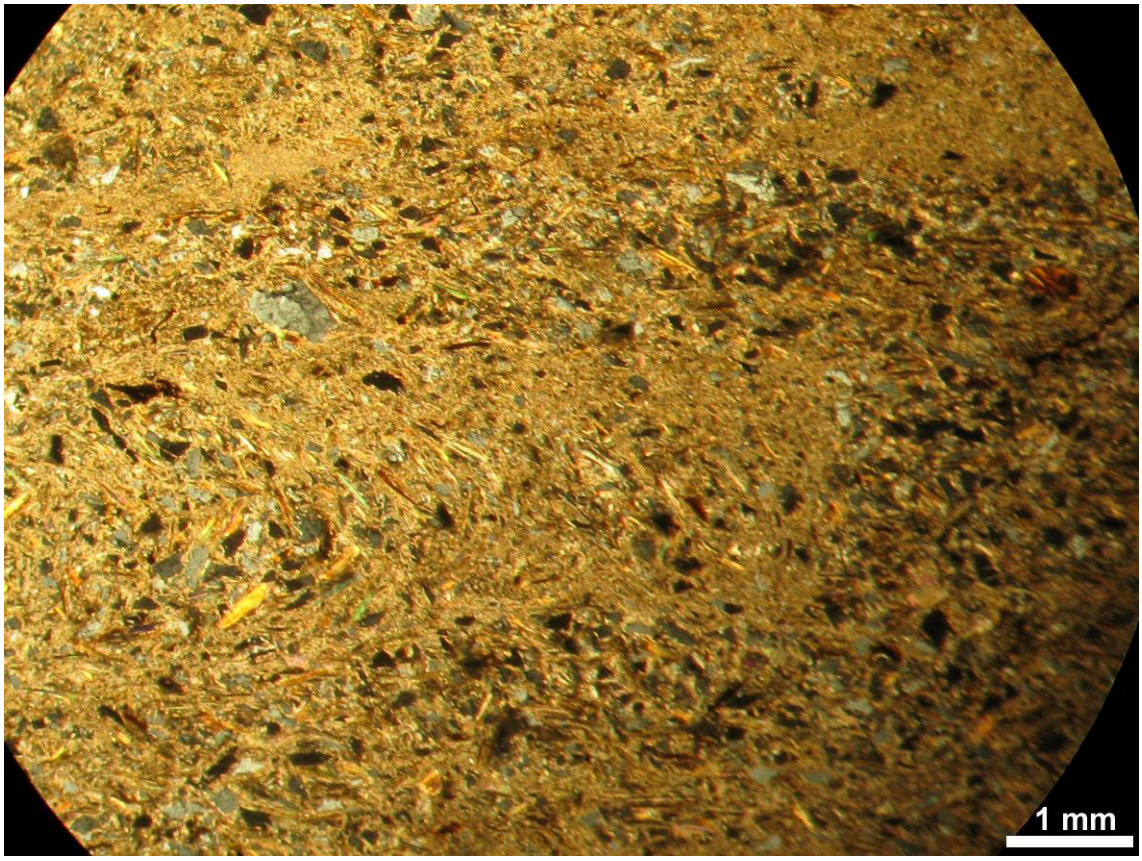
Sch

☞✂✍ 🗐✏☒ ✏✍↗✂✂□❒☜○▬■◆□ ✍□❖☜ ⌛✏ ☎■◆○ ●□▥☜●✂⌘⌘☜⌘✂□■▬ ✂■ ☞✂✍ 🗐✏☒ ▥☜❒◆☜ ✍▬□◑✏

✍☜ ◆■ ✂■◆▬❒❖☜●●□ ▥☜●▥☜❒▬■✂◆✂▥□ □□◆▬■◆▬ 🗁 ▥○✏ ○☜ ▥≈▬ ⋄✂ ▥≈✂◆♎ ▬ ●☜◆▬❒☜●○▬■◆▬✏ ➔ ⋄◆☜◆□ □❒▬●▬❖☜◆□ ✂● ▥☜○□✂□■▬ ☹🗎🗁🗐 ☎☞✂✍ 🗐✏☒ ⋄ ▬⌘ ⋄◆❒☜◆◑✏ ✍☜● ▥☜○□✂□■▬ ⋄□■□ ⋄◆☜◆▬ ❒✂▥☜❖☜◆▬ ♎◆▬ ⋄▬⌘✂□■✂ ⋄□◆◆✂●✂ ☎☹🗎🗁🗐 ▬ ☹🗎🗁🗐✍◑✏ ☹▬ ♌✂□◆◆❒♌☜⌘✂□■✂ ⋄□■□ ○☜✍✍✂□□○▬■◆▬ ❖✂⋄✂♌✂●✂ ■▬● ▥☜○□✂□■▬ ☹🗎🗁🗐✍✏ ▥≈▬ ♎✂⋄◆◆❒♌☜■□ □☜❒⌘✂☜●○▬■◆▬ ●☜ ●☜○✂■☜⌘✂□■▬ ☹☜ ✍❒☜■◆●□○▬♦❒✂☜ ➔ ○▬♎✂□✏↗✂■▬ ☜●●☜ ♌☜⋄▬ ▬ ○□●◆□ ↗✂■▬ ❖▬❒⋄□ ✂● ◆□□✏ ☹☜ ❒□▥▥✂☜ ➔ ▥□⋄◆✂◆◆✂◆☜ □❒▬❖☜●▬■◆▬○▬■◆▬ ♎☜ ▥●☜⋄◆✂ ♎✂ ❑◆☜❒⌘□ ▬ ○✂▥≈ ▬ ▬ ♎☜ ○✂▥❒✂◆▬✏ ☹▬ ◆❒☜▥▥▥ ↗□⋄⋄✂●✂✏ ✂■▥●☜⋄⋄✂↗✂▥☜♌✂●✂✏ ⋄□■□ ▥□⋄◆✂◆◆✂ ❒▬ ♎☜ ◆☜■▬ ☜ ❒✂▬○□✂○▬■◆□ ☜◆◆✂❖□ ○▬■✂▥⋄☜◆□✏ ☜ ✍❒☜■◆●□○▬♦❒✂☜ □✂▫ ↗ ✂■▬ ❒✂⋄□▬◆◆□ ☜●●☜ ❒□▥▥✂☜ ▥✂❒▥□⋄◆☜■◆▬✏ ♎☜● ♎✂☜○▬♦❒□□ ◆❒☜ 🗀✏☜ ○○ ▬ 🗀✏🗎 ○○✏ ☎☞✂✍ 🗐✏☒ ○✂▥❒□↗□◆□◑ ▬ ♎☜ ↗☜▬▥☜● □▬●●▬◆⋄✏


10
5
1
m 0
sh
vf
f
m
c
vc
cgl
3
L214
1
Bioturbazione indistinta o non determinata
Icnotaxa
Sch
Icnodensità (numero esemplari/m²)
5 molto abbondante > 20
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3


0,5 cm



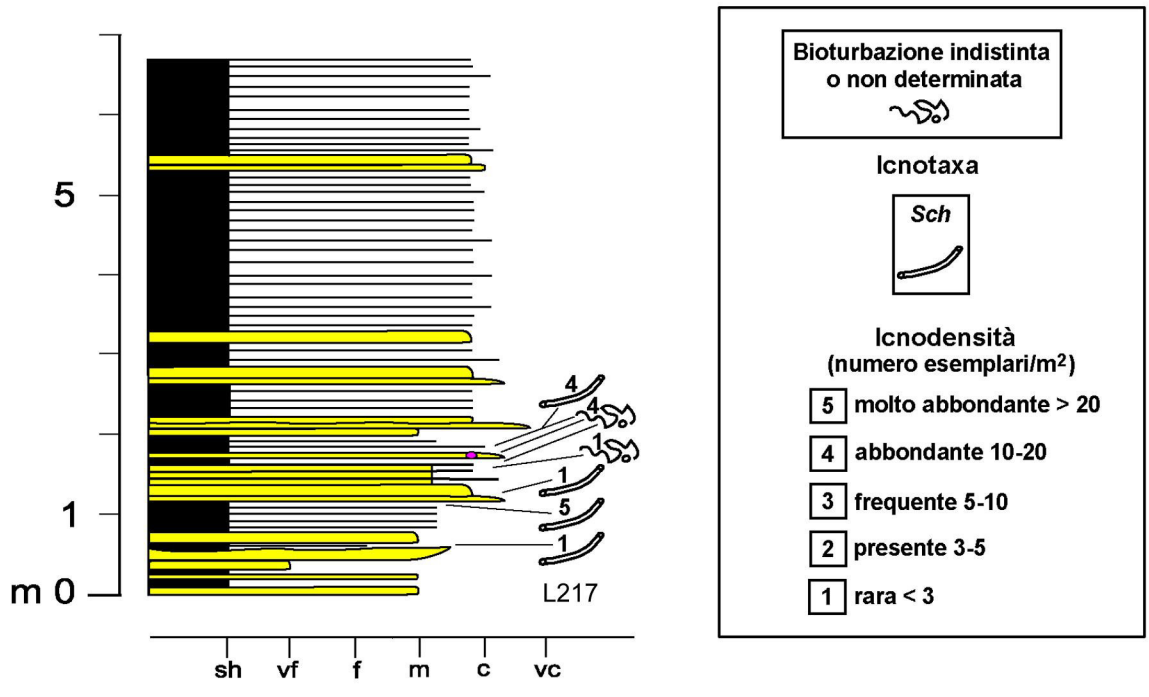
✎□❖☜ 🖮

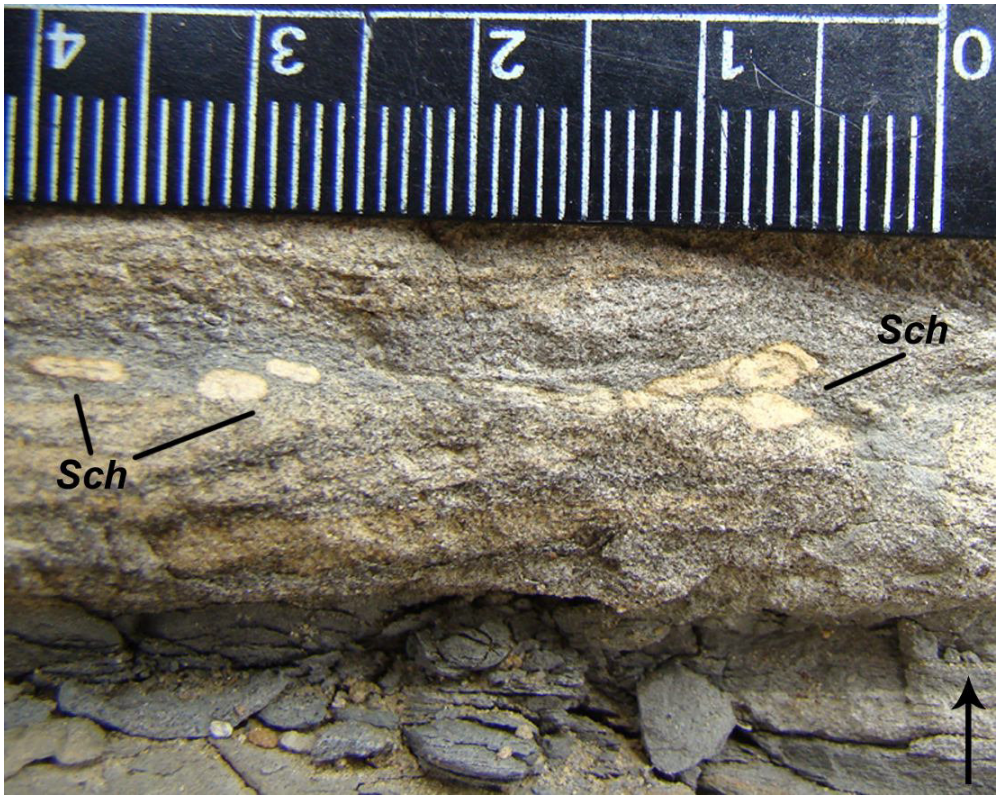
☹❼☜↗↗✂□❐☜○✂■♦□ ☎☞✂✍ 🗐✍☒ ❧☜❐♦☜ ♦□□□◑ ➔ ❧□•♦✂♦◆✂♦□ ♎☜ ◆■❼☜●♦✂❐ ■☜■⌘☜ ☜❐✂■☜❧✂□✍□✂●✂♦✂❧☜ □□♦✂■♦✂ ❧✂❐❧☜ 🗐🗀 ○🖃 ❧□■♦❐☜♎♎✂•♦✂■♦□ ♎☜ ☜●❧◆■✂ ●✂❖✂●●✂ ☜ •●◆○□✍ ♁□■□ •♦☜♦✂ ○✂•◆❐☜♦✂ ♦❐✂ •✂⌘✂□■✂ •♦❐☜♦✂❧❐☜↗ ✂❧≈✂ ♎✂ ✂•♦❐✂○□ ♎✂♦♦☜❧●✂□🖃 •♦❐☜♦□✍☜✍•♦❐☜♦□ ☎🖮✌🖃 🖮✎ ✂ 🖮✍◑🖃 •✂□☜❐ ☜♦✂ ♦❐☜ ●□❐□ ♎☜ ↗☜❧●✂✂ □ ♎☜ ○✂♦❐✂ ♎✂ ❧□□✂❐♦□◑✍

✎□❖☜ 🖮✌

☹☜ •✂⌘✂□■✂ •♦❐☜♦✂❧❐☜↗✂❧☜ ☎☞✂❧✍ 🗐✍☒ ↗□♦□ ☜↗↗✂□❐☜○✂■♦□🖃 ☞✂❧✍ 🗐✍☒ •✂⌘ •♦❐☜♦◑ ➔ ❧□•♦✂♦◆✂♦☜ ♎☜ ❑◆☜•✂ 🖮 ○ ♎✂ ☜●♦✂❐■☜■⌘✂ ☜❐✂■☜❧✂□ □✂●✂♦✂❧≈✂🖃 ❧□■ ♦❐✂■♎ ♦≈✂■✂❧ ◆□•☜❐♎✍ ☹☜ •◆❧❧✂••✂□■✂ □◆⇩ ✂••✂❐✂ ♎ ✂❖✂•☜ ✂■ ♎◆✂ ↗☜❧✂• □❐✂■❧✂□☜●✂💻 ♎☜●●☜ ♁☜•✂🖃 ↗✂■□ ☜ 🖩 ○🖃 ✂● ❐☜□□□ ❐♦□ ☜❐✂■✂♦✂□✂●✂ ➔ ♎✂ ❧✂❐❧☜ 🖩💻🗁🖴 ❧●✂ ✂■♦✂❐❖☜●●✂ ☜❐✂■✂♦✂❧☜ •□■□ ●☜○✂■☜♦✂🖃 ❧❐☜♎☜♦✂ ✂ □❐✂•✂■♦☜■□ ♦☜●❖□●♦☜ •♦❐◆♦♦♦❐✂ •✂♎✂○✂■♦☜❐✂✂ ♎☜❐✂❧□ ✂ ♎☜ •↗◆❧❧✂♦☜ ♎❼☜❧❑◆☜✍ ✍☜ 🖩 ○ ☜● ♦□□🖃 ✂● ❐☜□□□❐♦□ ••✍• ≈ ➔ ♎✂ 🗁💻🗁✍ ☹✂ ♁✂□♦◆❐♁☜⌘✂□■✂🖃 □❐✂•✂■♦✂ □❐✂❖☜●✂■♦✂○✂■♦✂ ■✂❧●✂ ✂■ ♦✂❐❖☜●●✂ □✂●✂♦✂❧✂✂🖃 •□■□ •✂☜ ✂■♎✂•♦✂■♦✂ ❧≈✂ ↗✂❧◆❐☜♦✂❖✂✍ ☹✂ ♦❐☜❧❧✂ ↗□••✂●✂🖃 ❖✂•✂♁✂●✂ ✂■ •✂⌘✂□■✂ ♎✂ •♦❐☜♦□🖃 ○□•♦❐☜■□ ○□□↗□●□❧✂☜ ❧✂❐❧□●☜❐ ✂🖃 ❧□■ □☜❐✂♦✂ ❧≈✂☜❐☜ ✂ ❐✂○□✂○✂■♦□ •❧◆❐□🖃 ☜♦♦❐✂♁◆✂♁✂●✂ ☜●●☜ •□●☜ ✂❧■□•□✂❧✂ ♦❧≈☜◆♁❧🖃●✂■♎❐✂❧≈■◆• ↗❐✂🖃✂✍




5
1
m 0
4
4
1
1
5
1
L217
sh
vf
f
m
c
vc
Bioturbazione indistinta o non determinata
Icnotaxa
Sch
Icnodensità (numero esemplari/m²)
5 molto abbondante > 20
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3

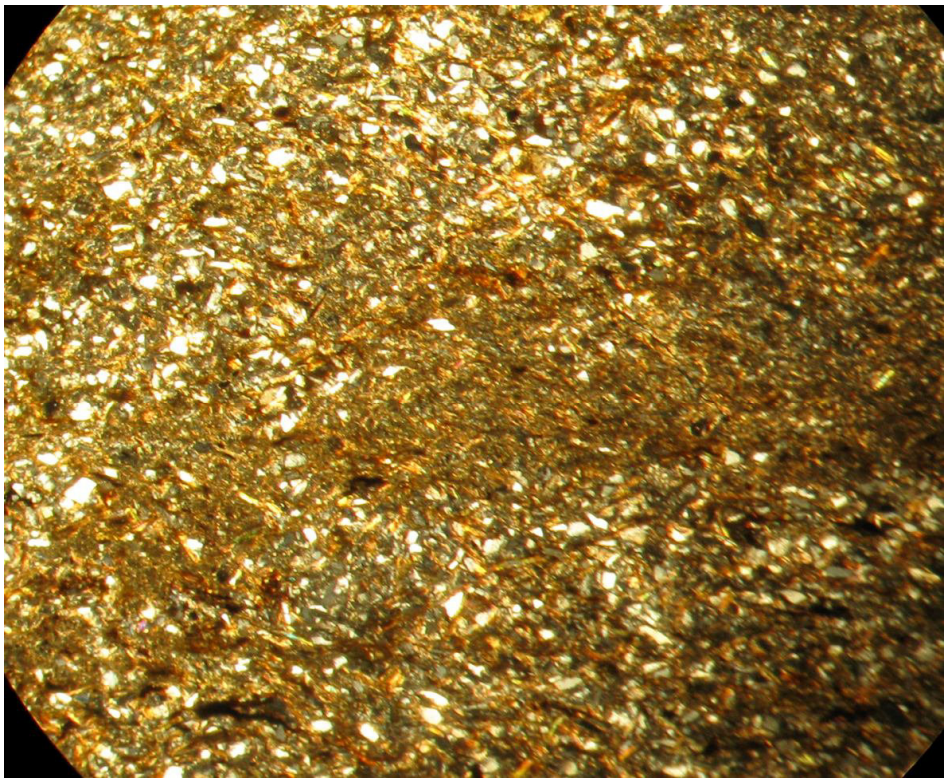

0
1
2
3
4
Sch
Sch

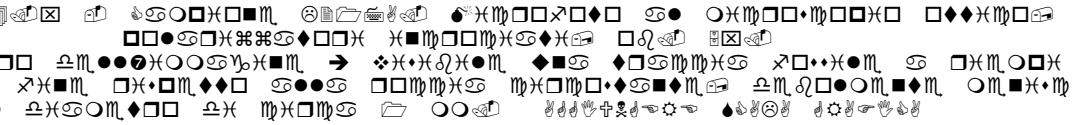

0,5 cm

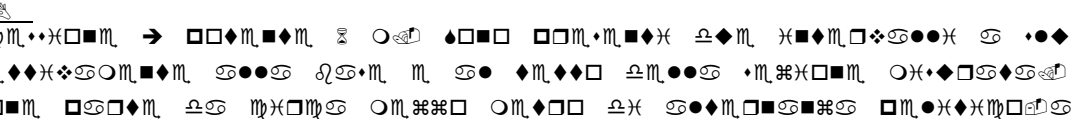
☞✌☜ 🗐🗋☒ 🗋 ♦✍⌘✌□■✍ ♦□♦♦✌●✍ ♎✍● ✍☜❍□✌□■✍ ☹🗎🗁📻✌☜ ♦□■□ ❖✌♦✌♌✌●✌ ♌ ✌□♦◆❒♌☜⌘✌□■✌ ♦□☜❒♦✍ ✍♒✍ □♌●✌♦✍❒☜■□ □☜❒⌘✌☜●❍✍■♦✍ ●✍ ♦♦❒◆♦♦◆❒✍ ↗✌♦✌✍♒✍ □❒✌❍☜❒✌✍☜

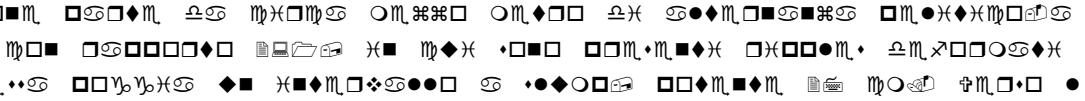
☹✍ □♦♦✍❒❖☜⌘✌□■✌ ♦✍♎✌❍✍■♦□●□☜✌✍♒✍ ✍♎ ✌✍■□●□☜✌✍♒✍ ♒☜■■□ □✍❒❍✍♦♦□ ♎✌ ✌□□♦✌⌘⌘☜❒✍☜ □✍❒ ✍□❖☜ 📻✌☜ ◆■ □☜●✍□☜❍♌✌■♦✍ ♎✌ □✌☜♦♦☜↗□❒❍☜ ✌■♦ ✍❒■☜☜ ✌■ ↗☜✍✌✍♦ ♎✌ □❒□♎✍●♦☜☜ ☜●✌❍✍■♦☜♦□ ♎☜ ✍□❒❒✍■♦✌ ✌□✍❒□✌✍■☜●✌☜ ✍♒✍☜☜ ♎✌♦◆❒♌☜■♎□ ✍□■♦✌■◆☜❍✍■♦✍ ✌● ↗□■♎☜●✍☜ ●□ ❒✍■♎✍❖☜■□ ✌■□♦□✌♦☜ ●✍ ☜●●☜ ❖✌♦☜☜ ♦❒☜■■✍ □✍❒ ✌●✌ □❒✌☜■✌♦❍✌ □✌□■✌✍❒✌☜ □□□□❒♦◆■✌♦✌☜ ♦❒ ☜✍✍☜◆♌✍✌❍☜&✍❒♦ ♎✌ ♦✍♒☜◆♌✍✌■♎❒✌✍♒☜■◆♦ ↗❒✍✌✌

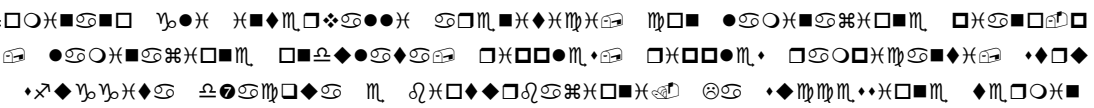
☹☜ ♦✍⌘✌□■✍ ♦♦❒☜♦✌✌❒☜↗✌✍♒☜ ✍□❖☜ 📻✌ ➔ ♦✍□☜❒☜♦☜ ♎☜☜●●☜ 📻✍ ♎☜ ◆■☜ ↗ ☜✌●✌☜☜



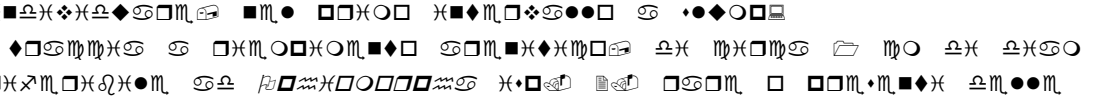




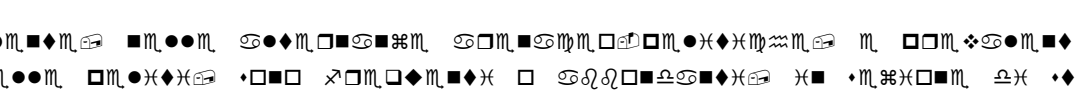


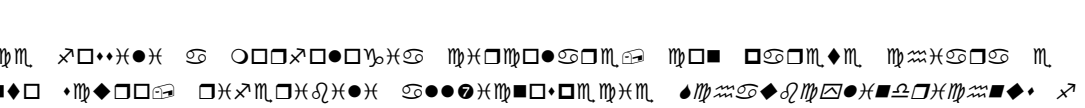




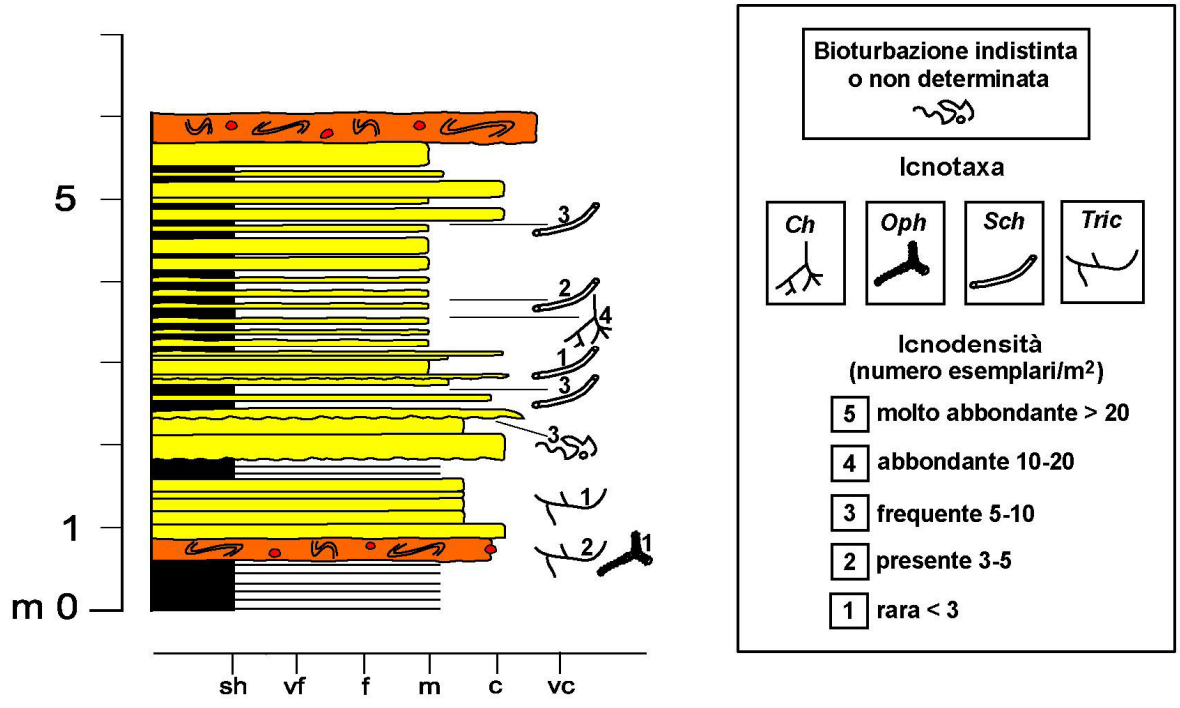











5
1
m 0
sh
vf
f
m
c
vc
3
2
4
1
3
3
1
2
1
Bioturbazione indistinta
o non determinata
Icnotaxa
Ch
Oph
Sch
Tric
Icnodensità
(numero esemplari/m²)
5 molto abbondante > 20
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3

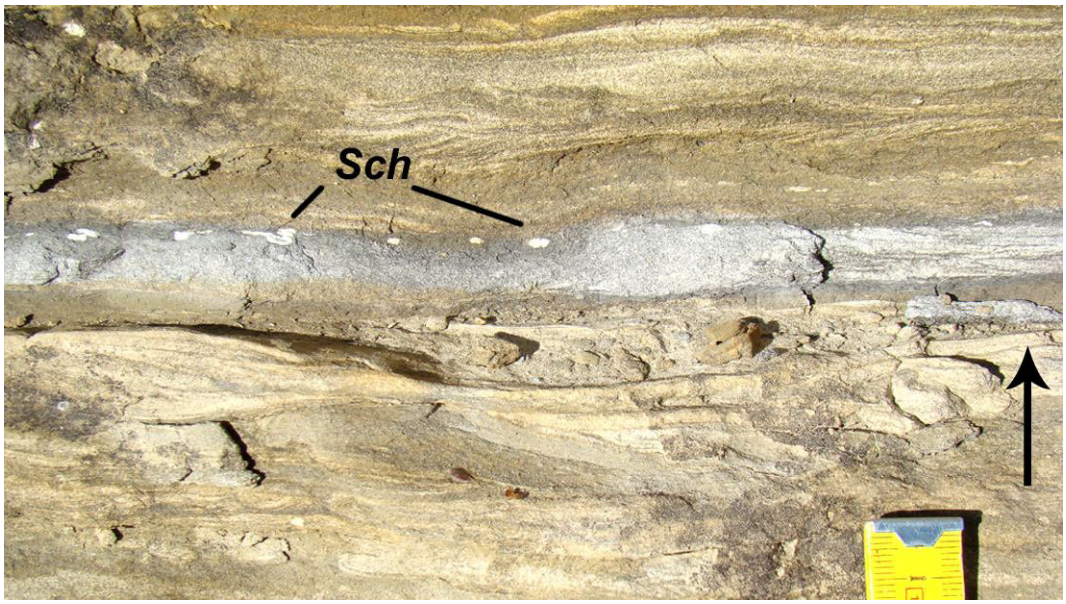
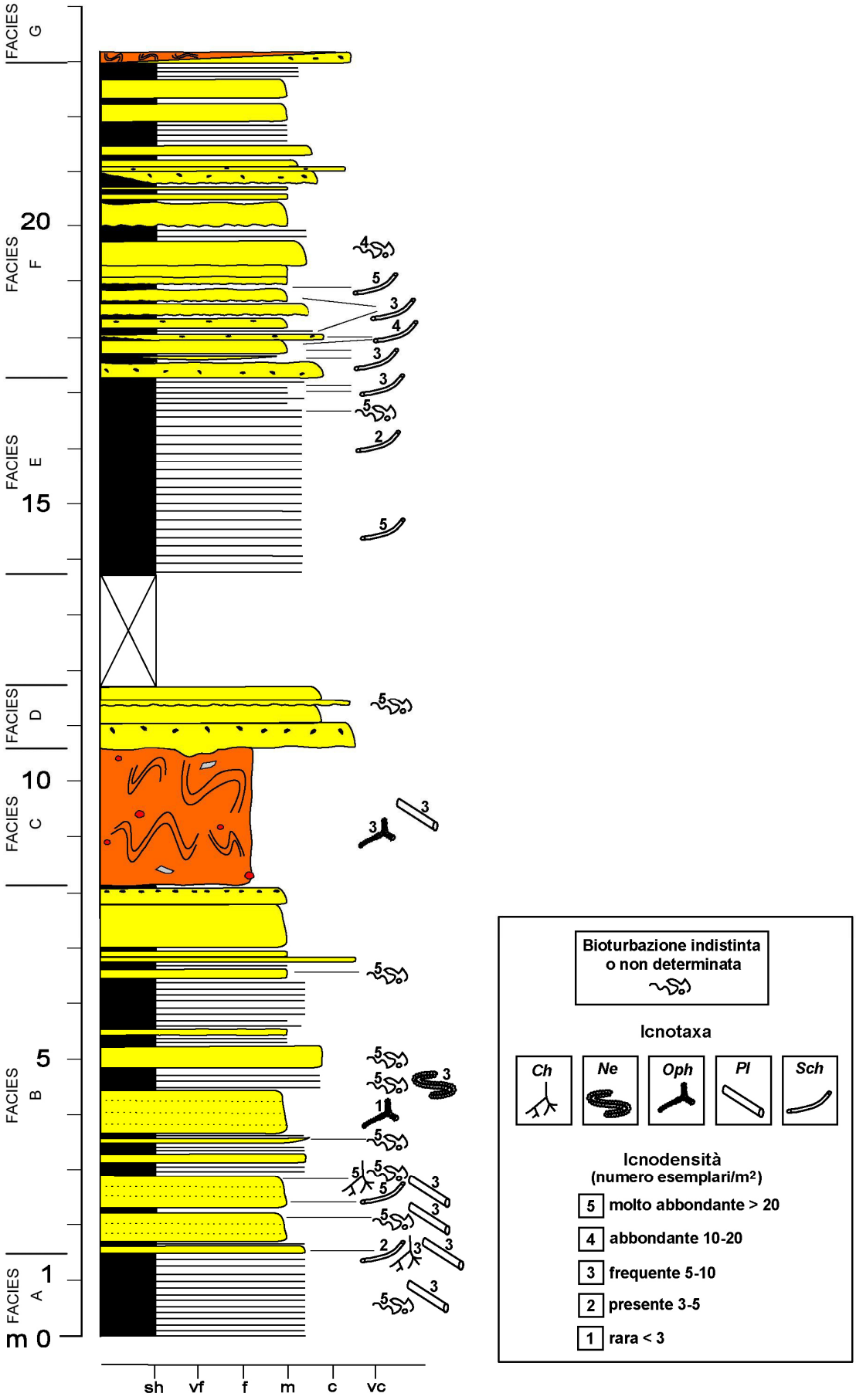


Abb. 1: Sedimentstruktur (Sch) in einer Sandsteinbank des Unteren Buntsandsteins (Detail). Blickrichtung ist Richtung Südwesten.

Die Sedimentstruktur (Sch) in Abb. 1 ist eine Schrägschichtung. Sie ist in einer Sandsteinbank des Unteren Buntsandsteins ausgebildet. Die Schrägschichtung ist durch Farbunterschiede gut zu erkennen. Sie ist durch Sedimentation von Sand entstanden. Der Sand wurde durch Wasser transportiert. Die Strömung hat den Sand in Richtung Südwesten transportiert. Dort wurde der Sand abgelagert. Die Strömung hat dabei Rippeln gebildet. Diese Rippeln sind in Richtung Südwesten gewandert. Dabei sind die Schrägschichtungen entstanden.

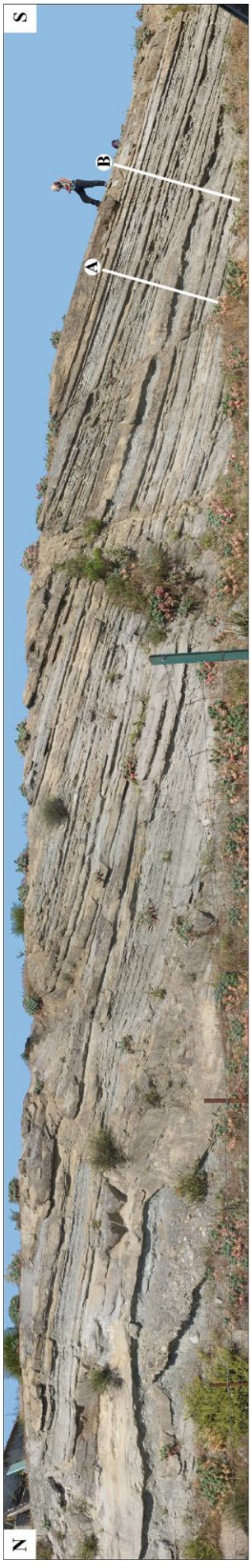
Die Sedimentstruktur (Sch) in Abb. 1 ist eine Schrägschichtung. Sie ist in einer Sandsteinbank des Unteren Buntsandsteins ausgebildet. Die Schrägschichtung ist durch Farbunterschiede gut zu erkennen. Sie ist durch Sedimentation von Sand entstanden. Der Sand wurde durch Wasser transportiert. Die Strömung hat den Sand in Richtung Südwesten transportiert. Dort wurde der Sand abgelagert. Die Strömung hat dabei Rippeln gebildet. Diese Rippeln sind in Richtung Südwesten gewandert. Dabei sind die Schrägschichtungen entstanden.




FACIES G
FACIES F
FACIES E
FACIES D
FACIES C
FACIES B
FACIES A
20
15
10
5
1
m 0
sh
vf
f
m
c
vc
Bioturbazione indistinta o non determinata
Icnotaxa
Ch
Ne
Oph
Pl
Sch
Icnodensità
(numero esemplari/m²)
5 molto abbondante > 20
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3







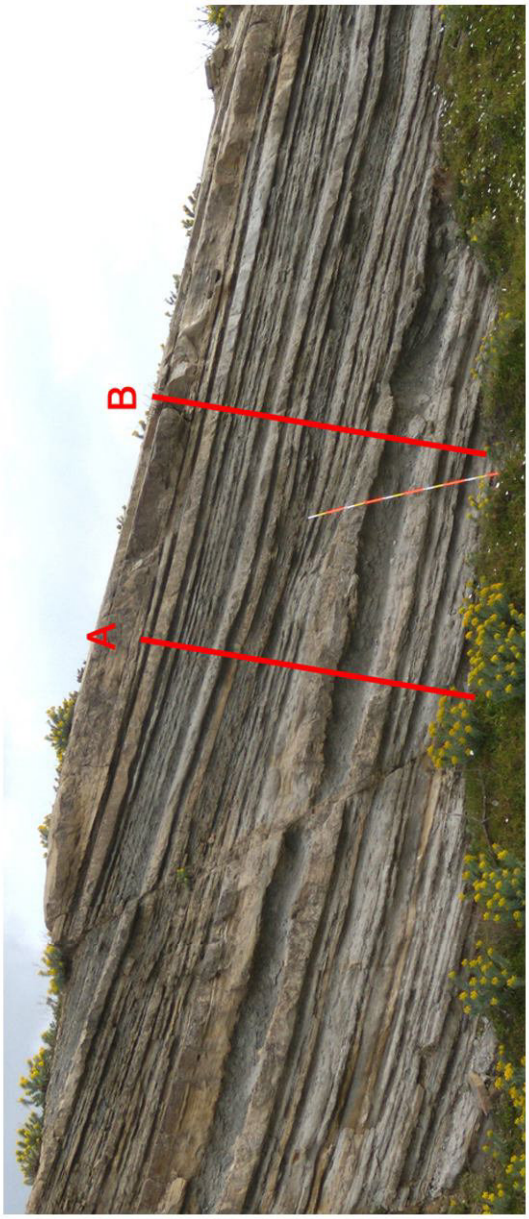
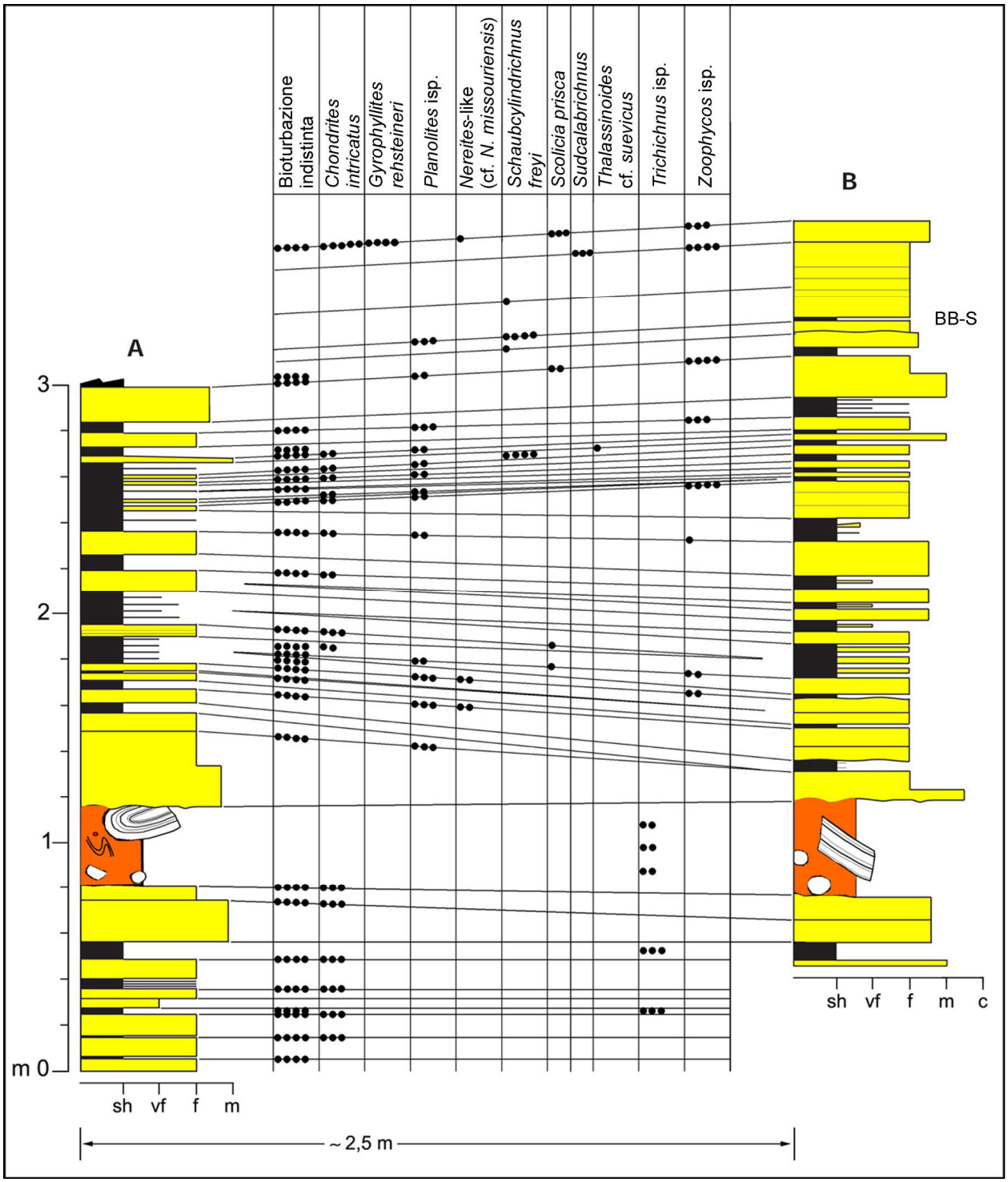
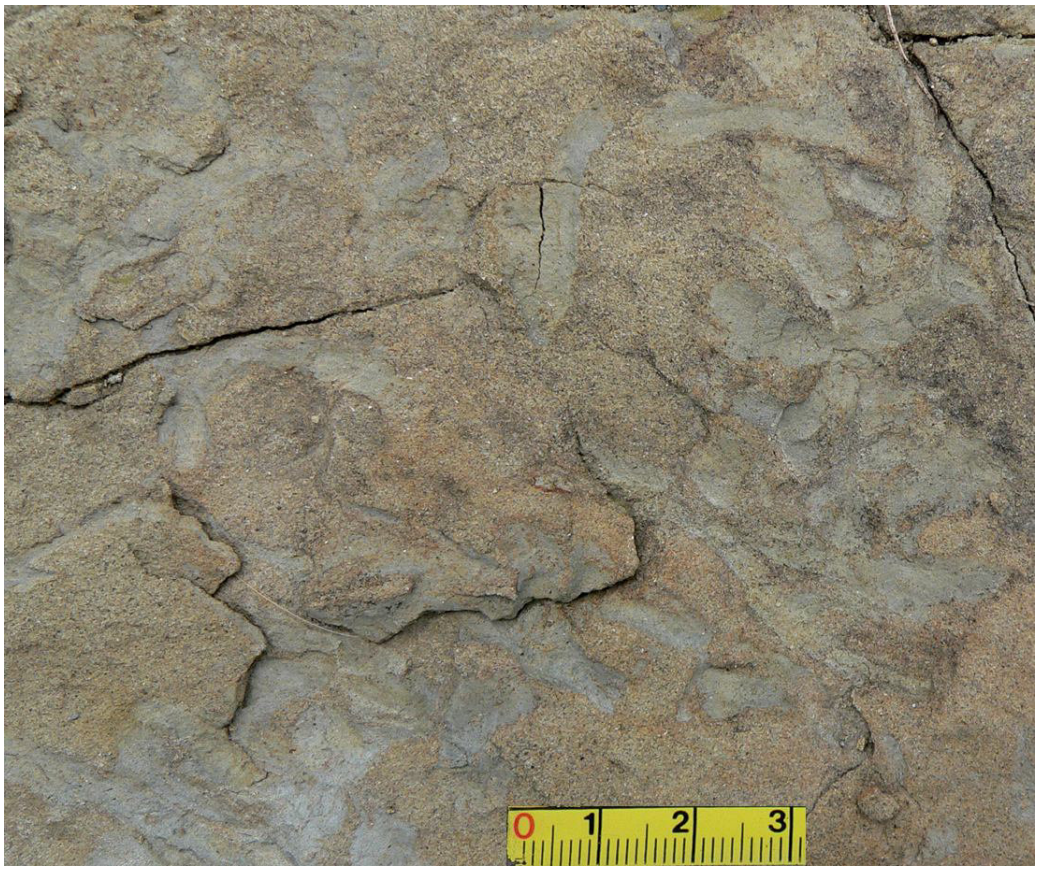


Fig. 4.x -Affioramento Bova 8 e dettaglio
delle sezioni stratigrafiche misurate e correlate .


Bioturbazione indistinta
Chondrites intricatus
Gyrophyllites rehsteineri
Planolites isp.
Nereites-like (cf. N. missouriensis)
Schaubcylindrichnus freyi
Scolicia prisca
Sudcalabrichnus
Thalassinoides cf. suevicus
Trichichnus isp.
Zoophycos isp.
A
B
BB-S
3
2
1
m 0
sh
vf
f
m
c
~ 2,5 m


0 1 2 3

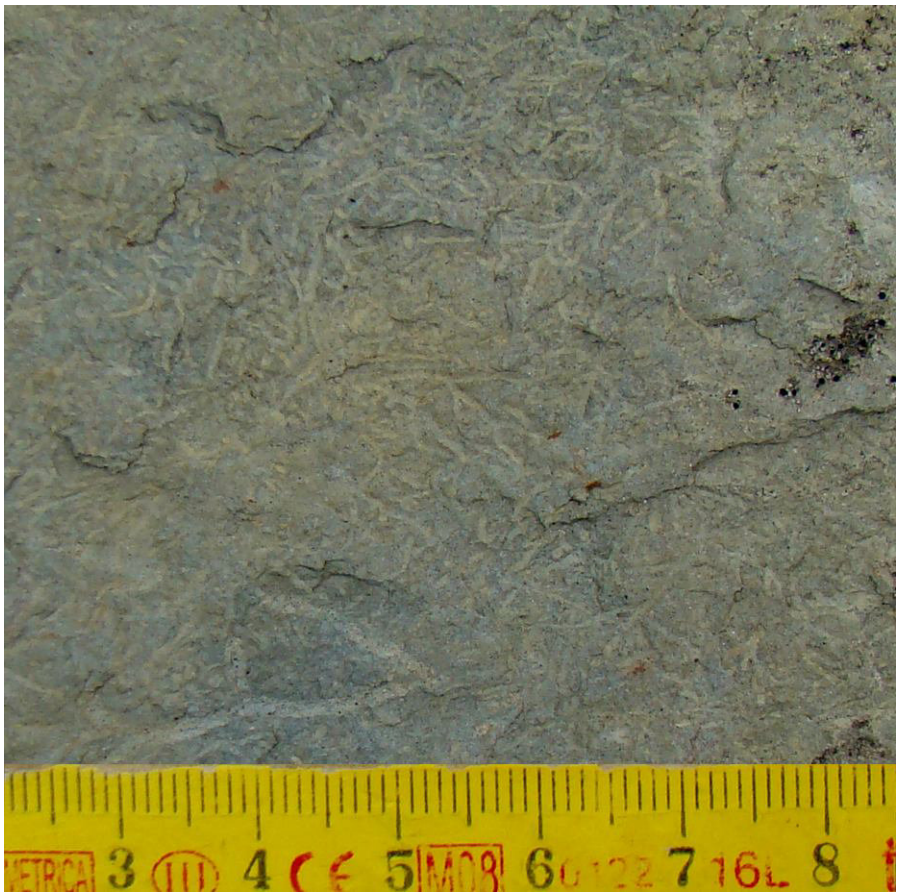

3 1 2

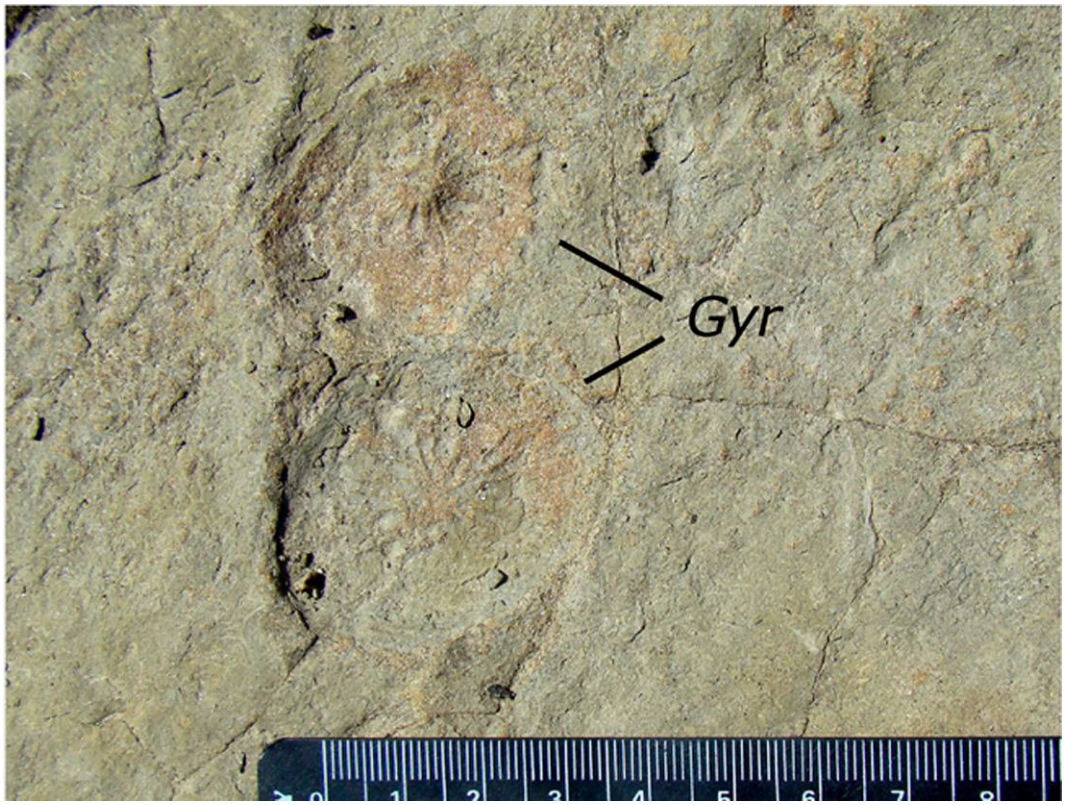


☞♓♑☝ 🗐☝☒ ☝ ♦◆♎♍♋●♋♌❒♓♍♒■◆♦ ♌□❖♋♏■♦♓♦ ♦◆ ♦♏♦♦□ ♎♓ ♦♦❒♋♦□☝ ✎□❖♋ ☝☝

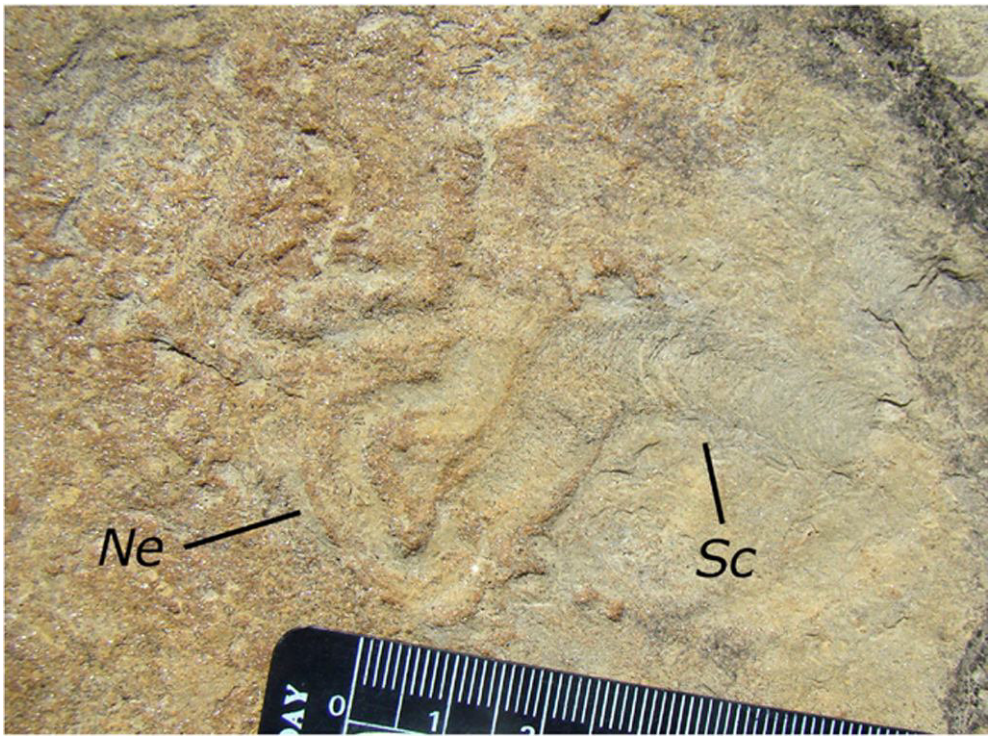

Scal

☞♓♑☝ 🗐☝☒ ☝ ♦◆♎♍♋●♋♌❒♓♍♒■◆♦ ♌□❖♋♏■♦♓♦ ♍□■ ❒♓♏❍□♓❍♏■♦□ □♏●♓♦♓♍□☝ ♦◆ ♦♏♦♦□ ♎♓ ♦♦❒♋♦□☝ ✎□❖♋ ☝☝

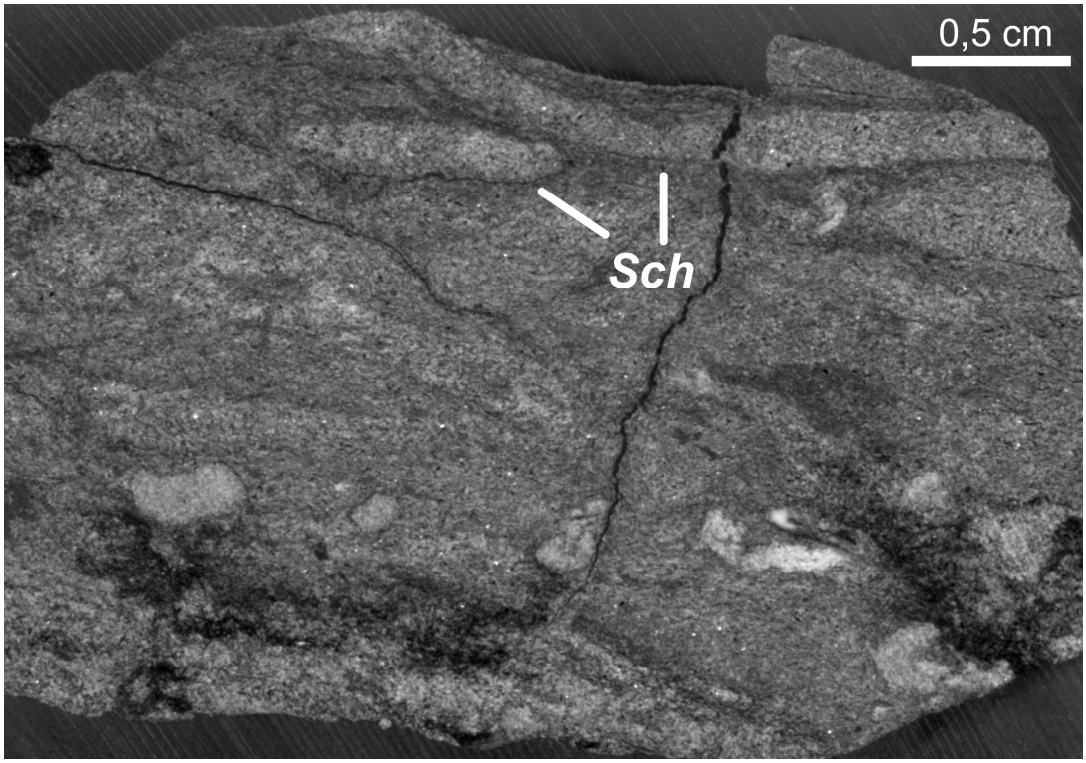


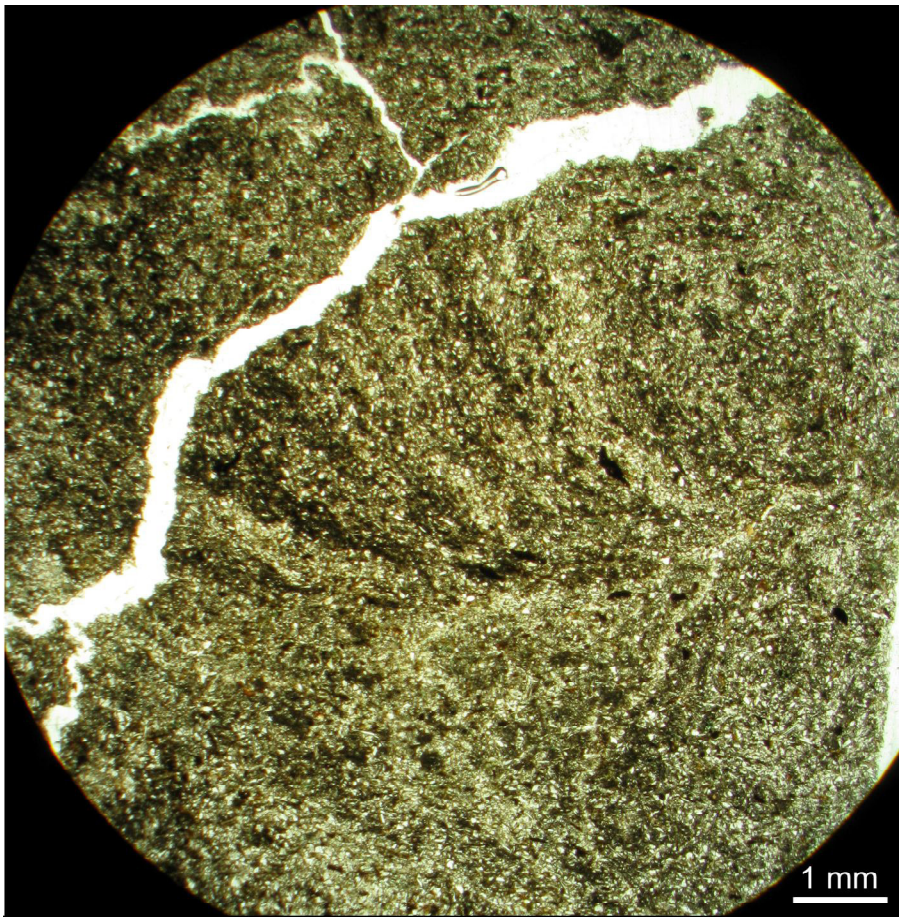

Gyr

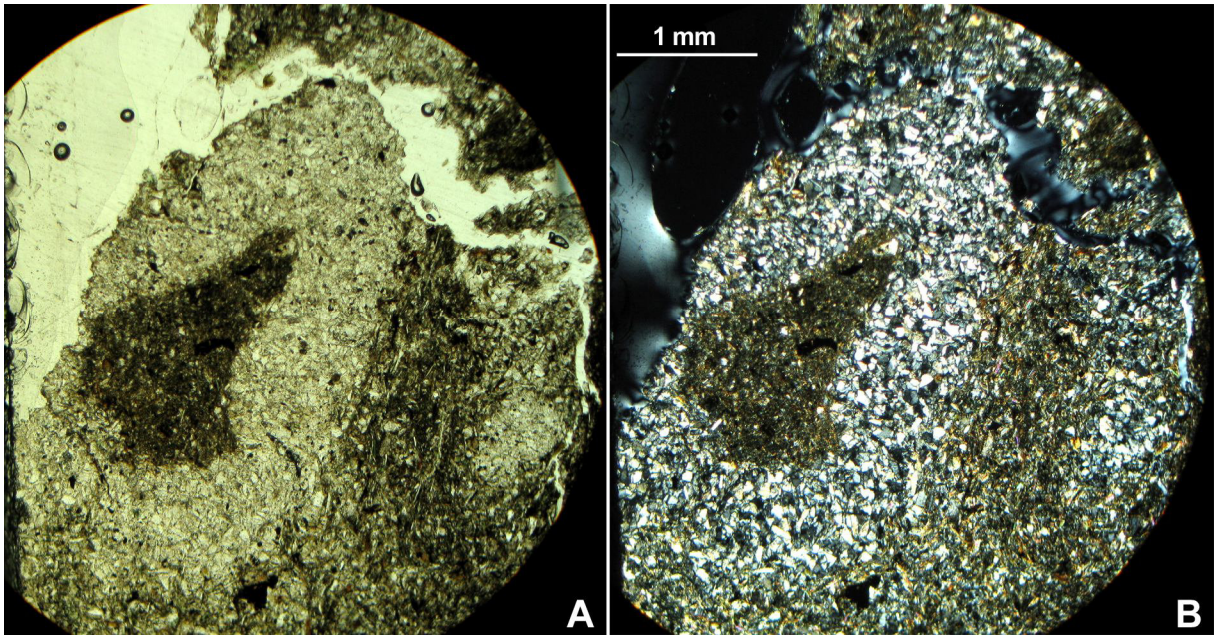


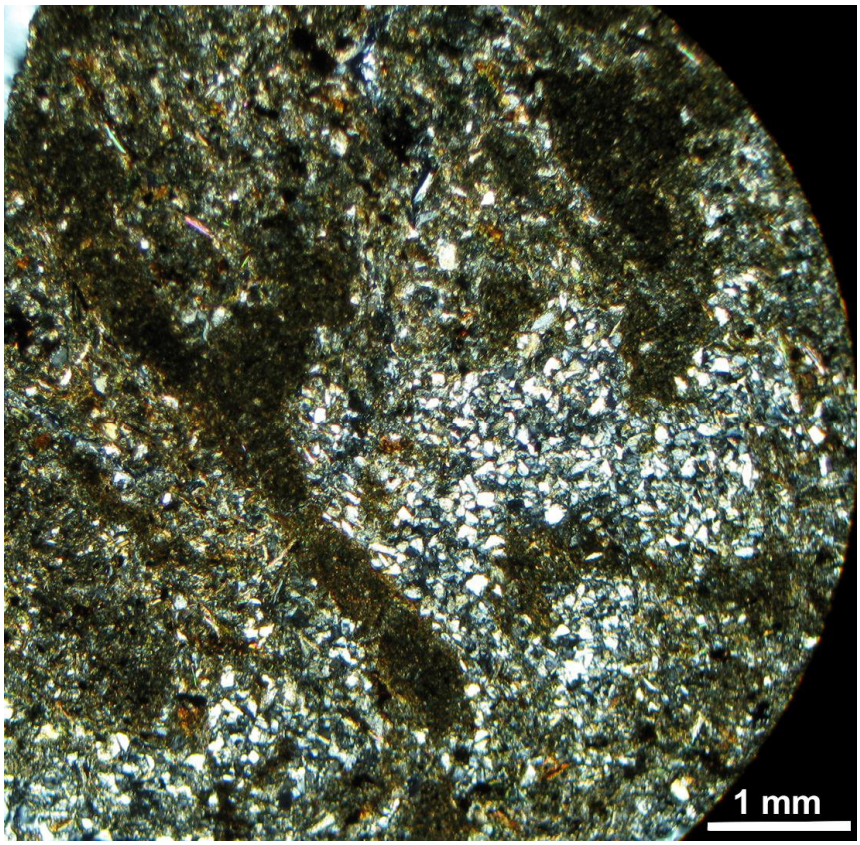

Ne
Sc

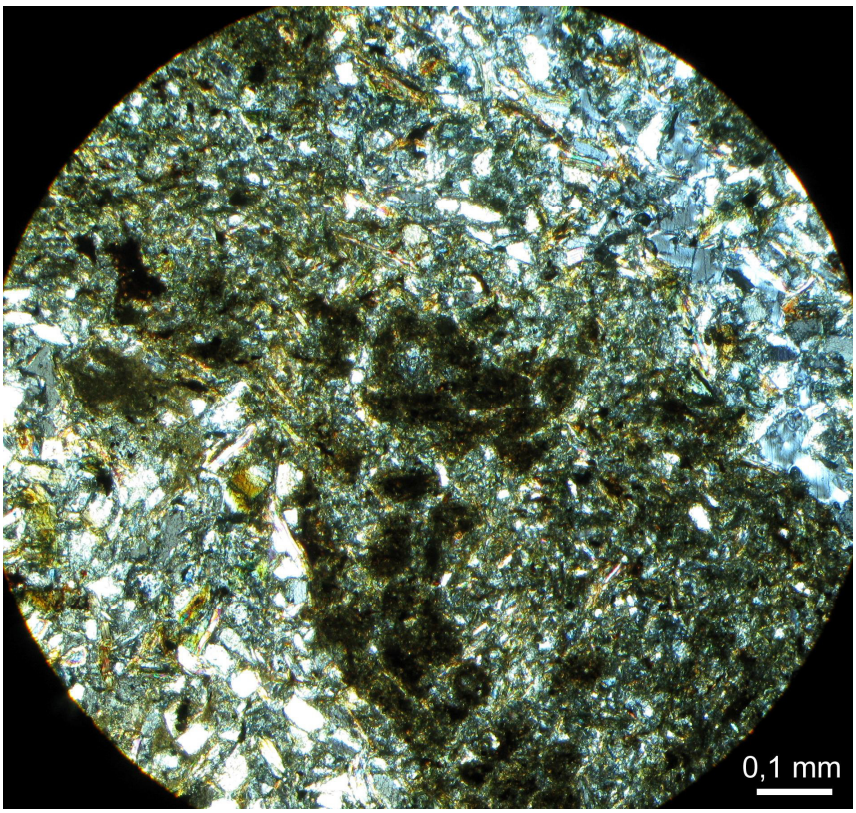

0,5 cm

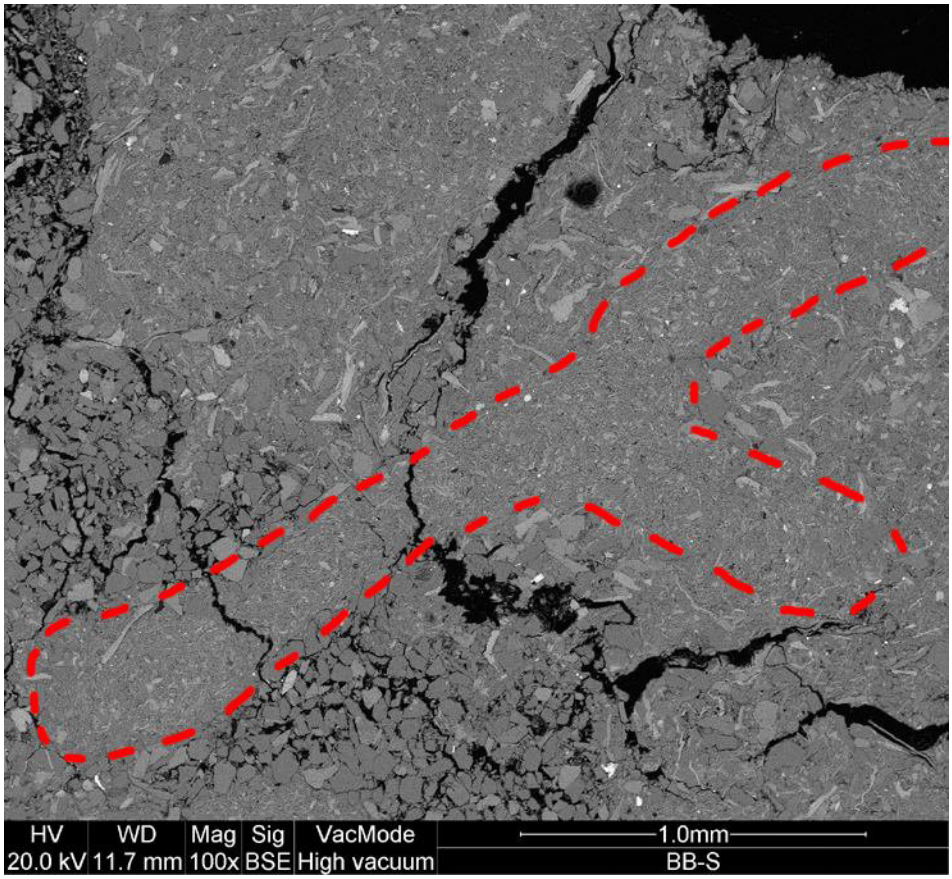

0,5 cm
Sch


1 mm


1 mm
A
B

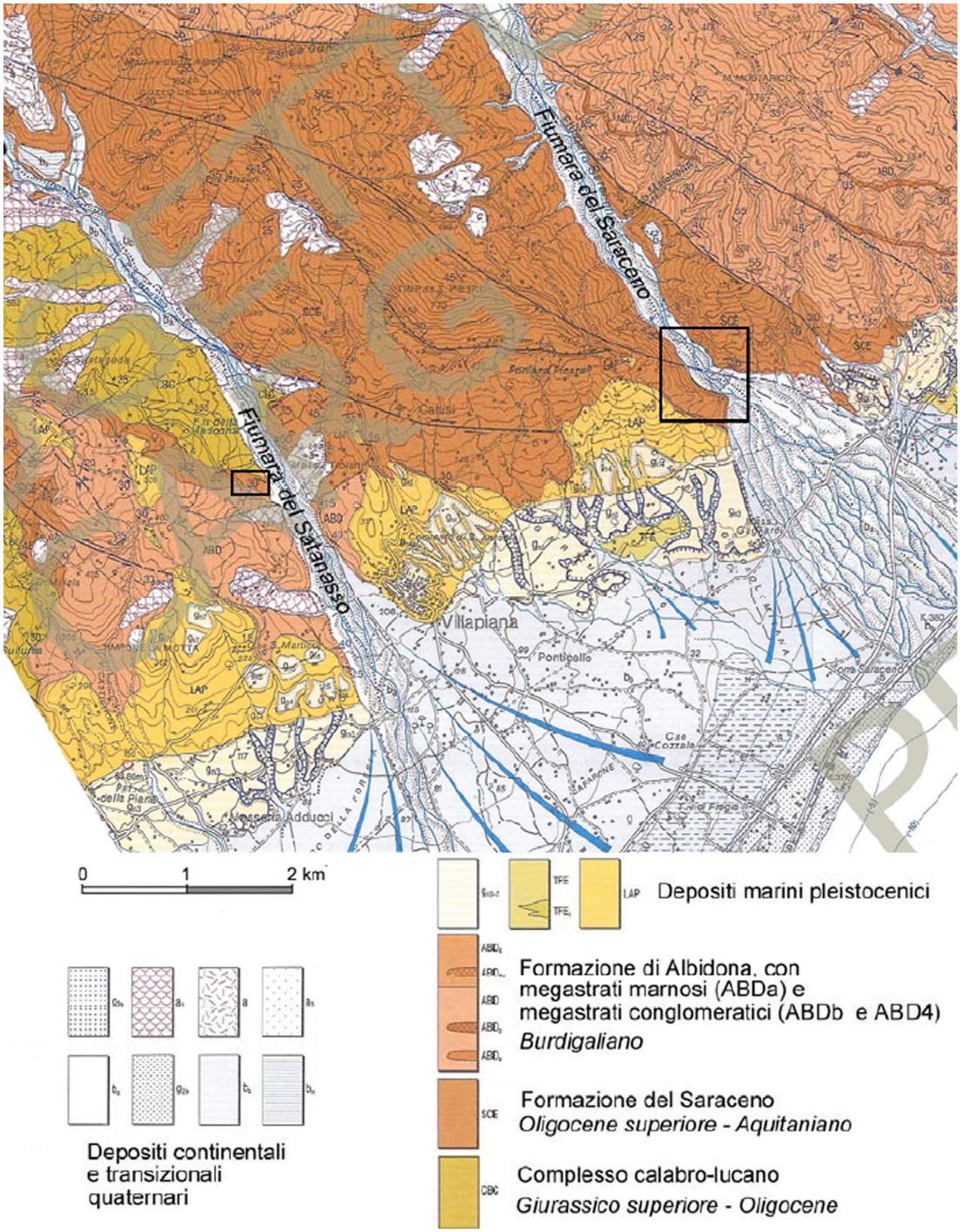

1 mm


0,1 mm

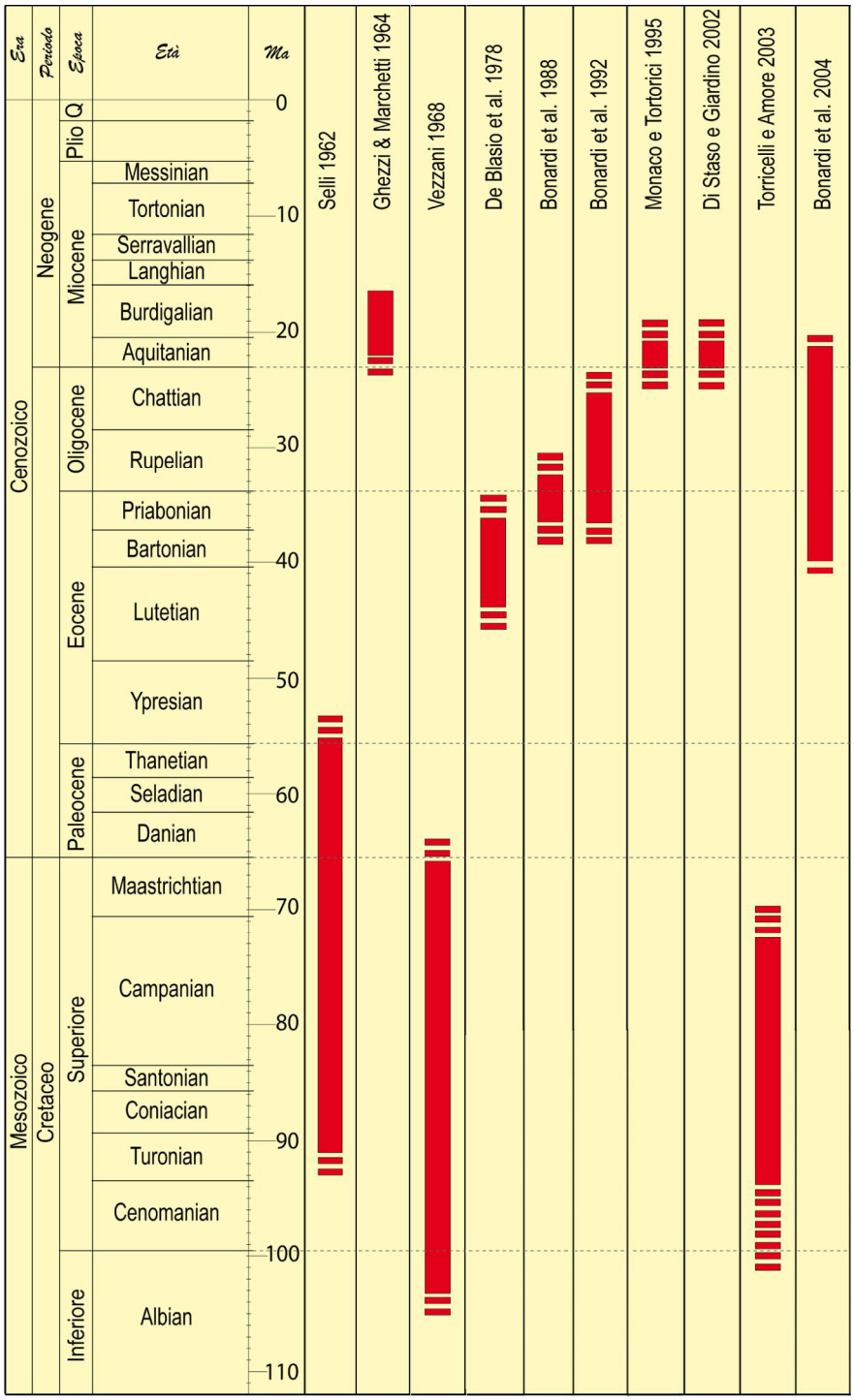

HV
20.0 kV
WD
11.7 mm
Mag
100x
Sig
BSE
VacMode
High vacuum
1.0mm
BB-S

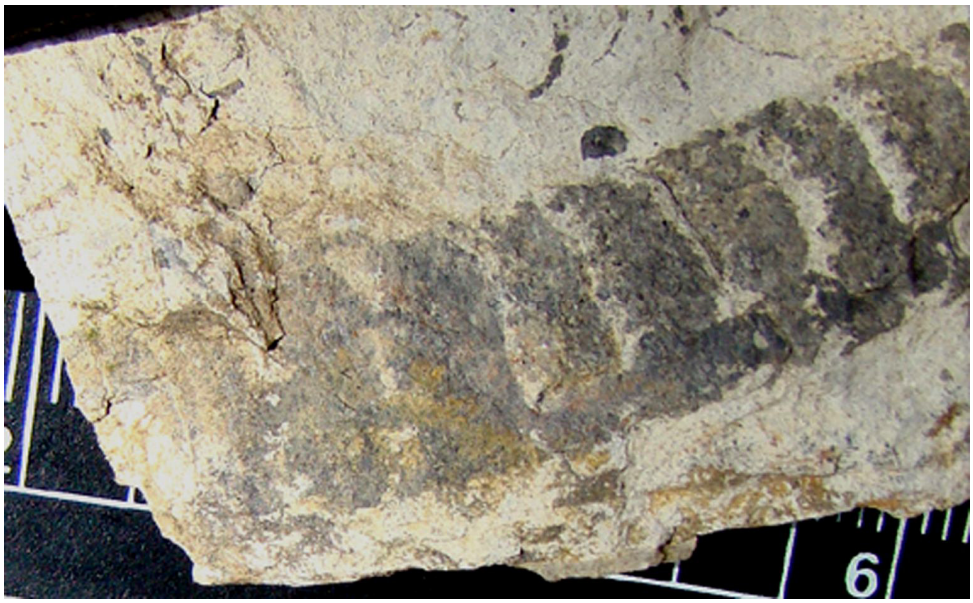
C
B
F
G
E
A
D

Distribuzione degli affioramenti della Formazione del Saraceno e delle altre formazioni del *Complesso Liguride*. 1. Depositi neogenici e pleistocenici; 2. Terreni del *Complesso Sicilide*; 3. Flysch di Albidona; 4. Formazione del Saraceno; 5. Formazione delle Crete Nere; 6. Formazione del Frido; 7. Terreni del *Complesso Panormide* e del *Complesso basale*; 8. Ricoprimenti; 9. Faglie; 10. Ubicazione delle sezioni stratigrafiche: A. Sezione di Trebisacce, B. Sezione di Case Troiani, C. Sezione di Cozzo Sarcone, D. Sezione di Terranova del Pollino, E. Sezione del Canale Lappio, F. Sezione del Torrente Frido.


Fiumara del Saraceno
Fiumara del Satanasso
Villapiana
Ponticello
0
1
2 km
Depositi marini pleistocenici
Formazione di Albidona, con megastrati marnosi (ABDa) e megastrati conglomeratici (ABDb e ABD4)
Burdigaliano
Formazione del Saraceno
Oligocene superiore - Aquitaniano
Complesso calabro-lucano
Giurassico superiore - Oligocene
Depositi continentali e transizionali quaternari

Albidona Fm.
facies IV
facies III
facies II
facies I
500
m
400
300
200
100
0
2
m
1
0
sh
f
c
Litharenites
Shale
Calcarenites
sh - shale
f - fine sand
c - coarse sand
Position of Ch. affinis specimen
Cilento Group
North-Calabrian Unit
Episcopia-S.Severino Mélange
Frido Unit
Pollica, S. Mauro and Albidona fms.
Saraceno Fm.
Crete Nere Fm.
Timpa delle Murge Fm.
Lower Tortonian-Langhian (Bonardi et al. 2004)
Upper Cretaceous (Vezzani 1968b, Torricelli & Amore 2003); Upper Eocene-Aquitanian (Bonardi et al. 2004, Di Staso & Giardino 2002)
Aptian-Albian (Vezzani 1968a)
Lower Cretaceous-Upper Eocene (Bonardi et al. 2004)
Sandstones/conglomerates
Carbonate megabeds
Black shale
Dolerites blocks into shale and arenites
Not to scale
Calcarenites and litharenites
No metamorphic ophiolithic succession
Metamorphic ophiolitiferous flysch


Era
Periodo
Epoca
Età
Ma
Cenozoico
Mesozoico
Neogene
Cretaceo
Q
Plio
Miocene
Oligocene
Eocene
Paleocene
Superiore
Inferiore
Messinian
Tortonian
Serravallian
Langhian
Burdigalian
Aquitanian
Chattian
Rupelian
Priabonian
Bartonian
Lutetian
Ypresian
Thanetian
Seladian
Danian
Maastrichtian
Campanian
Santonian
Coniacian
Turonian
Cenomanian
Albian
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
Selli 1962
Ghezzi & Marchetti 1964
Vezzani 1968
De Blasio et al. 1978
Bonardi et al. 1988
Bonardi et al. 1992
Monaco e Tortorici 1995
Di Staso e Giardino 2002
Torricelli e Amore 2003
Bonardi et al. 2004





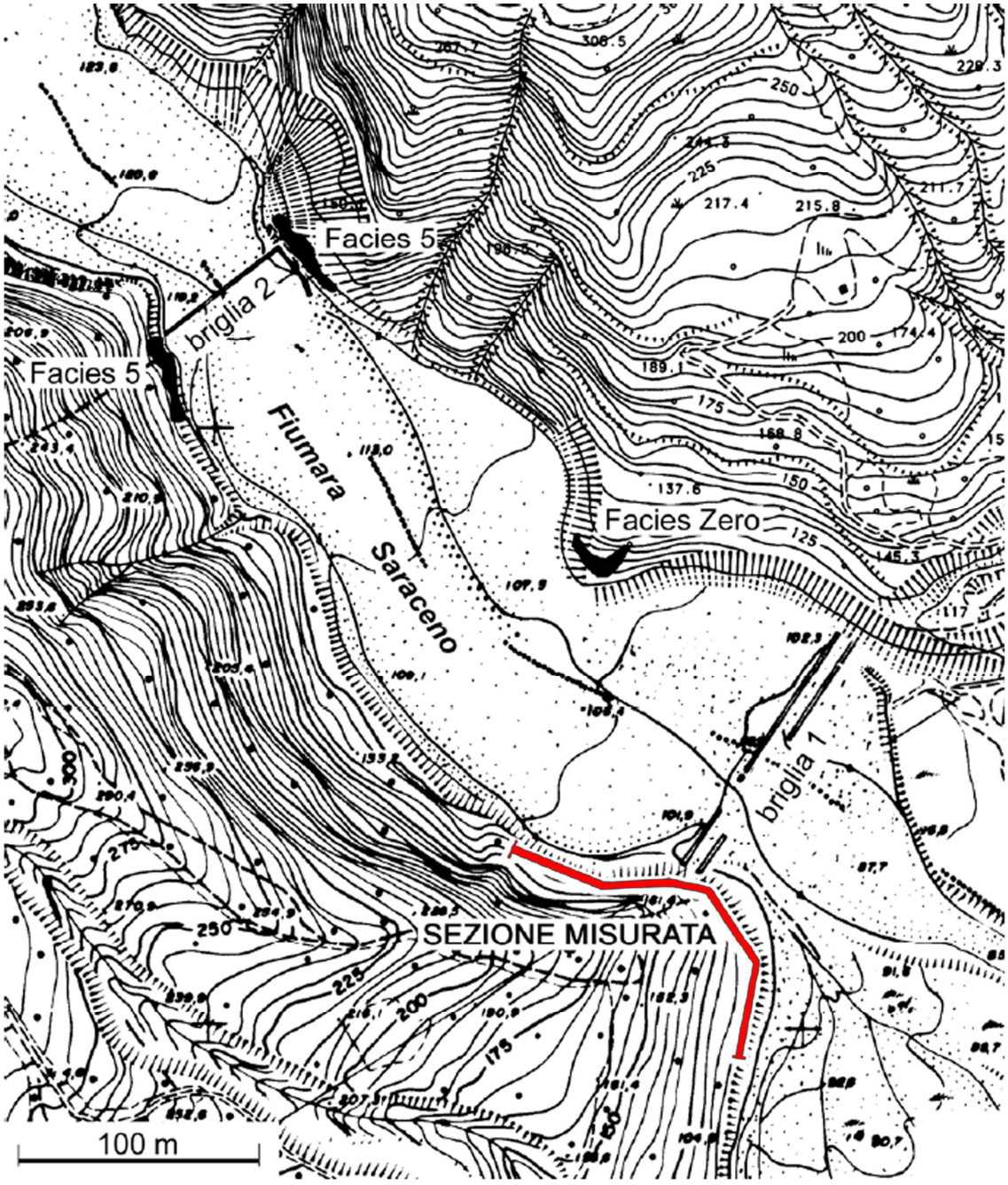


☞✌☝ ✍☝📂📂 📁❄❒☜♍♍✌☜ ♋✌ ❍☜❍❍✌↗♏❒□✍ ✌■ ⬧♏⌘✌□■♏ ♋✌ ⬧⧫❒☜⧫□☝ ☞✌◆❍ ☜❒☜ ♦☜⧫☜■☜⬧⬧□☝

⛹♏●●☜ ❖☜●●♏ ♋♏●●☜ ☞✌◆❍☜❒☜ ♋♏● ♦☜❒☜♍♏■□ ●☜ ☞❍♦✌☼ ☜↗↗✌□❒☜ ♍□■ ♏⬧ ⧫♏⬧✌ ☜↗↗✌□❒☜❍♏■⧫✌⌨ ♏⬧⬧✌🖮 □♏❒ ❑◆☜■⧫□ ✌■⧫♏■⬧☜❍♏■⧫♏ ♋♏↗□❒❍☜⧫✌🖮 □♏❒❍♏ ⧫⧫□■□ ●□ ⬧⧫◆♋✌□ ♋✌ ⬧□♏⬧⬧✌ ✌■⧫♏❒❖☜●●✌ ♋♏●●☜ ⬧◆♍♍♏⬧⬧✌□■♏🖮 ☜■♍≋♏ ⬧♏ ●♏ ⬧◆□♏❒↗✌♍✌ ♋♏●●☜ ♌☜⬧♏ ♏ ♋♏● ⧫♏⧫⧫□ ♋♏✌●✌ ⬧⧫❒☜⧫✌ ⬧□■□ ❍☜● ❖✌⬧✌♌✌●✌☝ ✋ ❖☜❒✌ ☜↗↗✌□❒☜❍♏■⧫✌ ⬧□■□ ⬧♏□☜❒☜⧫✌ ♋☜ ☜❍□✌♏ ⌘□■♏ ♋✌ ♍□□♏❒⧫◆❒☜🖮 ♍≋ ♏ □□⧫❒♏♌♏❒□ ♍□✌■♍✌♋♏❒♏ ♍□■ ✌❍□□❒⧫☜■⧫✌ ♋✌⬧●□♍☜⌘✌□■✌🖮 □♏❒⧫☜■⧫□🖮 ☜● ❍□❍♏■⧫□🖮 ■□■ ➔ □□⬧⬧✌♌✌●♏ ◆■☜ ⬧✌♍◆❒☜ ❒✌♍□⬧⧫❒◆⌘✌□■♏ ♋✌ ⧫◆⧫⧫☜ ●☜ ⬧◆♍ ♍♏⬧⬧✌□■♏ ♋♏●●☜ ☞❍♦✌☼🖮 ♏ ♋♏❖□■□ ♏⬧♏❒♏ ❍♏⬧⬧✌🖮 ❑◆✌■♋✌🖮 ✌■ ♋✌⬧♍◆⬧⬧✌□■♏ ✌ ❖☜●□❒✌ ♋✌ □□⧫♏■⌘☜ ⧫□⧫☜●♏ ❒✌□□❒⧫☜⧫✌ ♋☜✌ ❖☜❒✌ ✌◆⧫□❒✌☝

⛹♏●●☜ ❖☜●●♏ ♋♏●●☜ ☞✌◆❍☜❒☜ ♋♏● ♦☜❒☜♍♏■□🖮 ●☜ ☞❍♦✌☼ ❍□⬧⧫❒☜ ◆■❼♏❖□ ●◆⌘✌□■♏🖮 □☜⬧⬧☜■♋□ ♋☜ ↗☜♍✌♏⬧ □❒♏❖☜●♏■⧫♏❍♏■⧫♏ ☜❒♏■✌⧫✌♍≋♏ ♏ ♍☜❒♌□☜ ⧫✌≋♏ ☜ ↗☜♍✌♏⬧ □♏●✌⧫✌♍□🖻☜❒♏■☜♍♏☝ ✌ ♍☜◆⬧☜ ♋♏●●☜ ♋♏↗□❒❍☜⌘✌□■♏ ⧫♏⧫⧫□■✌♍☜🖮 ●☜ ☞❍♦✌☼ ■♏●●☜ ☞✌◆❍☜❒☜ ♋♏● ♦☜❒☜♍♏■□ ➔ ⬧♏❍□❒♏ ♍☜□□❖□●⧫☜🖮 ♏♋ ➔ ♋♏↗□❒❍☜⧫☜ ♋☜ □✌♏♍≋♏ ☜ ♍✌■□♍♍≋✌□🖮 ☜ □✌♍♍□●□ ❒☜♍♍✌□🖮 ♏ ♋☜ ❒☜❒✌ ⧫≋❒◆⬧⧫🖮 ♏ ⧫☜●□❒☜ ♍●✌ ⬧⧫❒☜⧫✌ ♍☜□□❖□●⧫✌ ≋☜■■□ ◆■☜ ♍✌☜♍✌⧫◆❒☜ ⬧◆♌□❒✌⌘⌘□■⧫☜●♏☝

✈◆♏⬧⧫□ ⬧⧫◆♋✌□ ≋☜ □❒♏⬧□ ✌■ ♍□■⬧✌♋♏❒☜⌘✌□■♏ ●☜ □□❒⌘✌□■♏ ⬧⧫❒☜⧫✌♍❒☜↗✌ ♍☜❍♏■⧫♏ □✌▫ ♌☜⬧⬧☜ ♋♏●●☜ ☞❍♦✌☼ ☜↗↗✌□❒☜■⧫♏ ■♏●●☜ ❖☜●●♏ ♋♏●●☜ ☞✌◆❍☜❒☜ □❍□■✌❍☜ ☎↗✌♍♍☝ ⛹✍🖹🖻 ⛹✍📂🖹◑🖻 ♍□❍♏ ♍✌→ ♋♏⧫⧫□🖻 ✌■ ❑◆♏⬧⧫❼☜❒♏☜ ■□ ■ ➔ ❖✌⬧✌♌✌●♏ ✌● ♍□■⧫☜⧫⧫□ ♍□■ ●☜ ⬧□⧫⧫□⬧⧫☜■⧫♏ ☞❍✍⛹🖮 □♏❒ ❑◆♏⬧⧫□ ■□■ ➔ ⬧ ⧫☜⧫□ □□⬧⬧✌♌✌●♏ ■↑ ⬧⧫◆♋✌☜❒♏ ✌● □☜⬧⬧☜♍♍✌□ ⧫❒☜ ●♏ ♋◆♏ ↗□❒❍☜⌘✌□■✌🖻 ■↑ ❍✌⬧◆❒☜❒♏ ✌■⧫♏♍❒☜●❍♏■⧫♏ ●☜ ♌☜⬧♏ ♋♏●●☜ ☞❍♦✌☼☝


Facies 5
briglia 2
Facies 5
Fiumara
Saraceno
Facies Zero
briglia 1
SEZIONE MISURATA
100 m

Ichnotaxa
Bioturb. indistinta
Tae
Ch
Zo
He
Tae = Taenidium
Ch = Condrites
Zo = Zoophycos
He = Helicolithus
Icnodensità
(numero esemplari/m²)
5 molto abbondante
4 abbondante 10-20
3 frequente 5-10
2 presente 3-5
1 rara < 3
Facies 1
Facies 2
Facies 3
Facies 4
~ 6 m
cl vf m vc
0 m
5
10
12
14
18
23
31
36
40
45
50
52






12 13 14 15 16 17 18 19 20 21





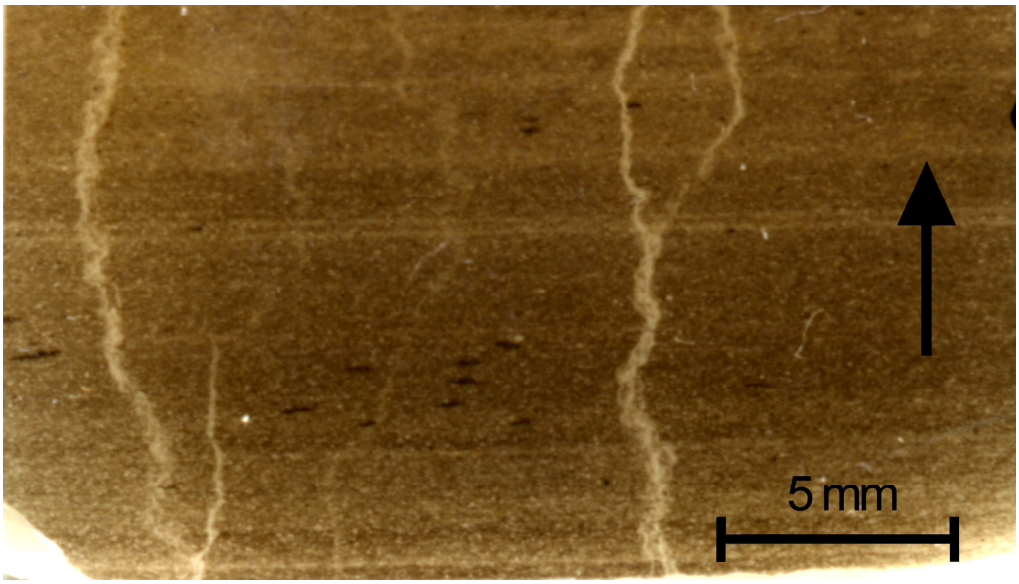

1
2
3



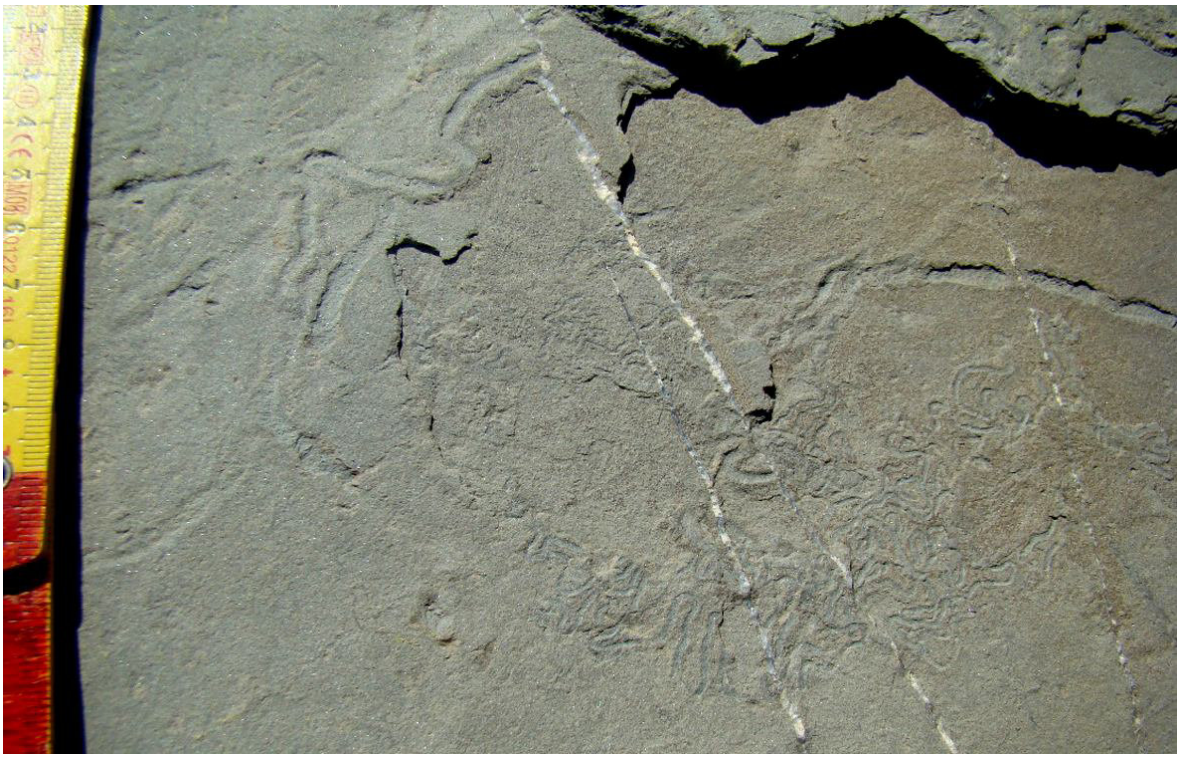







5 mm

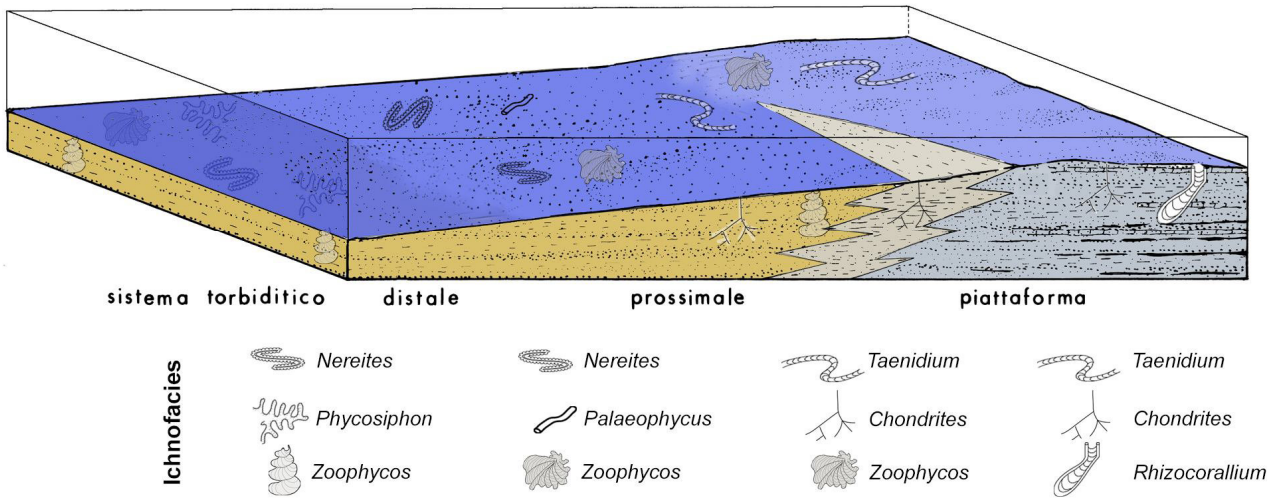






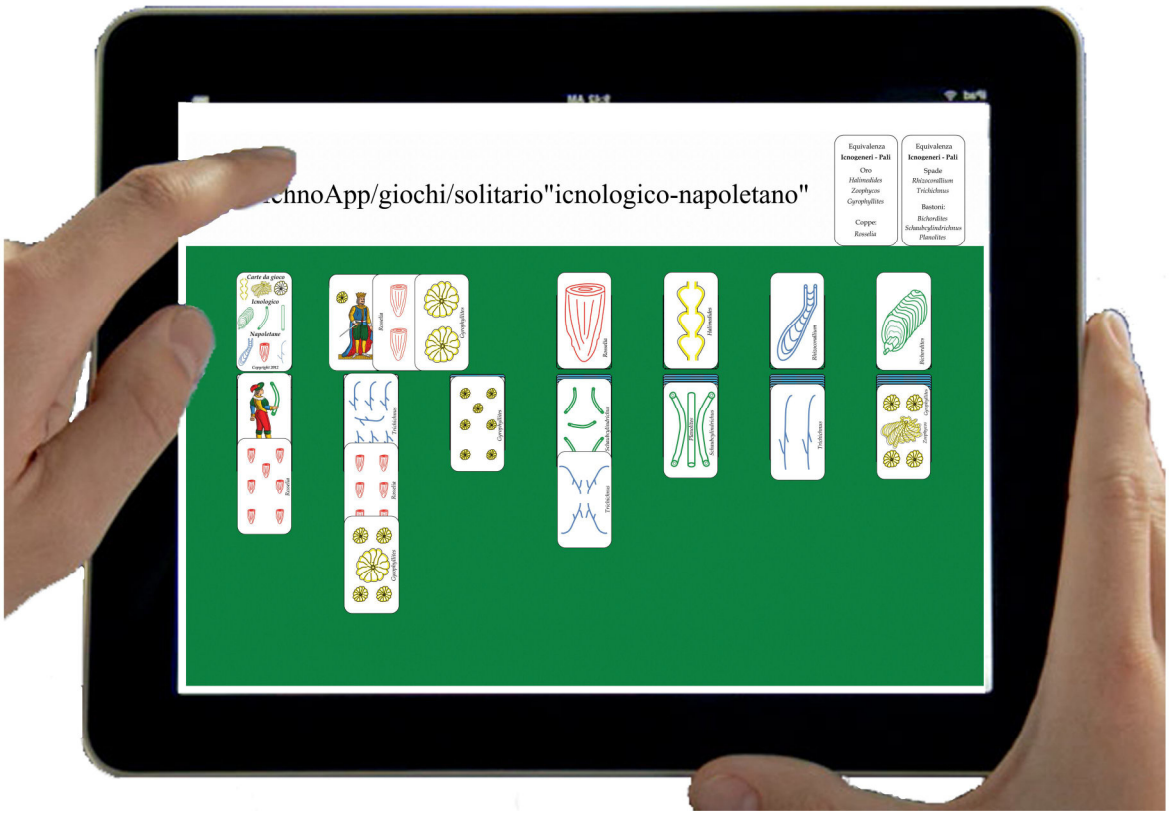


1 cm
2
3
4
5
M08


sistema torbiditico
distale
prossimale
piattaforma
Ichnofacies
Nereites
Phycosiphon
Zoophycos
Nereites
Palaeophycus
Zoophycos
Taenidium
Chondrites
Zoophycos
Taenidium
Chondrites
Rhizocorallium


IchnoApp
Icnotassonomia
Icno-foto
Inquadramenti geologici
Icno-games
IchnoWiki
Icno Italia
Chiedi all'icnologo
Icno pronunce
Links esterni
A
IchnoApp
Ichnotaxonomy
Chondrites Sternberg, 1833
Chondrites affinis (Sternberg, 1833)
B
IchnoApp
Icno-foto
Formazione del Saraceno
Formazione di Stilo - Capo d'Orlando
Formazione di Albidona
"Calcareniti di Gerace-Bombile"
"Calcareniti di Le Castella"
Altre formazioni
C
IchnoApp
Geological settings
D

♏ ■♋□□●♏♦♋■♏🖴 ♓■ ❑◆♏•♦□ ♑♓□♍□ ●♏ ♍♋❒♦♏ ❍□•♦❒♋■□ ♓♍■□♐□••♓●♓ •♦♓●♓⌘⌘ ♋♦♓ ♓■ ♍◆♓ ➔ □□••♓♌♓●♏ ❒♓♍□■□•♍♏❒♏ ◆■♋ ♍♒♓♋❒♋ ♍□❒❒♓•□□■♎♏■⌘♋ ♍□■ ♓ □♋●♓ ♎♏●●♏ ♍♋❒♦♏ ■♋□□●♏♦♋■♏🖐



chnoApp/giochi/solitario"icnologico-napoletano"
Equivalenza
Icnogeneri - Pali
Oro
Halimolides
Zoophycos
Gyrophyllites
Coppe:
Rosselia
Equivalenza
Icnogeneri - Pali
Spade
Rhizocorallium
Trichichnus
Bastoni:
Bichordites
Schaubcylindrichnus
Planolites

☞♓♑🖐 🖮🖐🗎 🖐 ✞♓♎♏□♑♓□♍□ ♋ ♍□❒❒♏♎□ ♎♓ ✋♍♒■□✌□□🖐 ♠□●♓♦♋❒♓□ ♍□■ ♍♋❒♦♏ ♎♋ ♑♓□♍□ ✂♓♍■□●□♑♓♍□🖐■♋□□●♏♦♋■♏✂✏

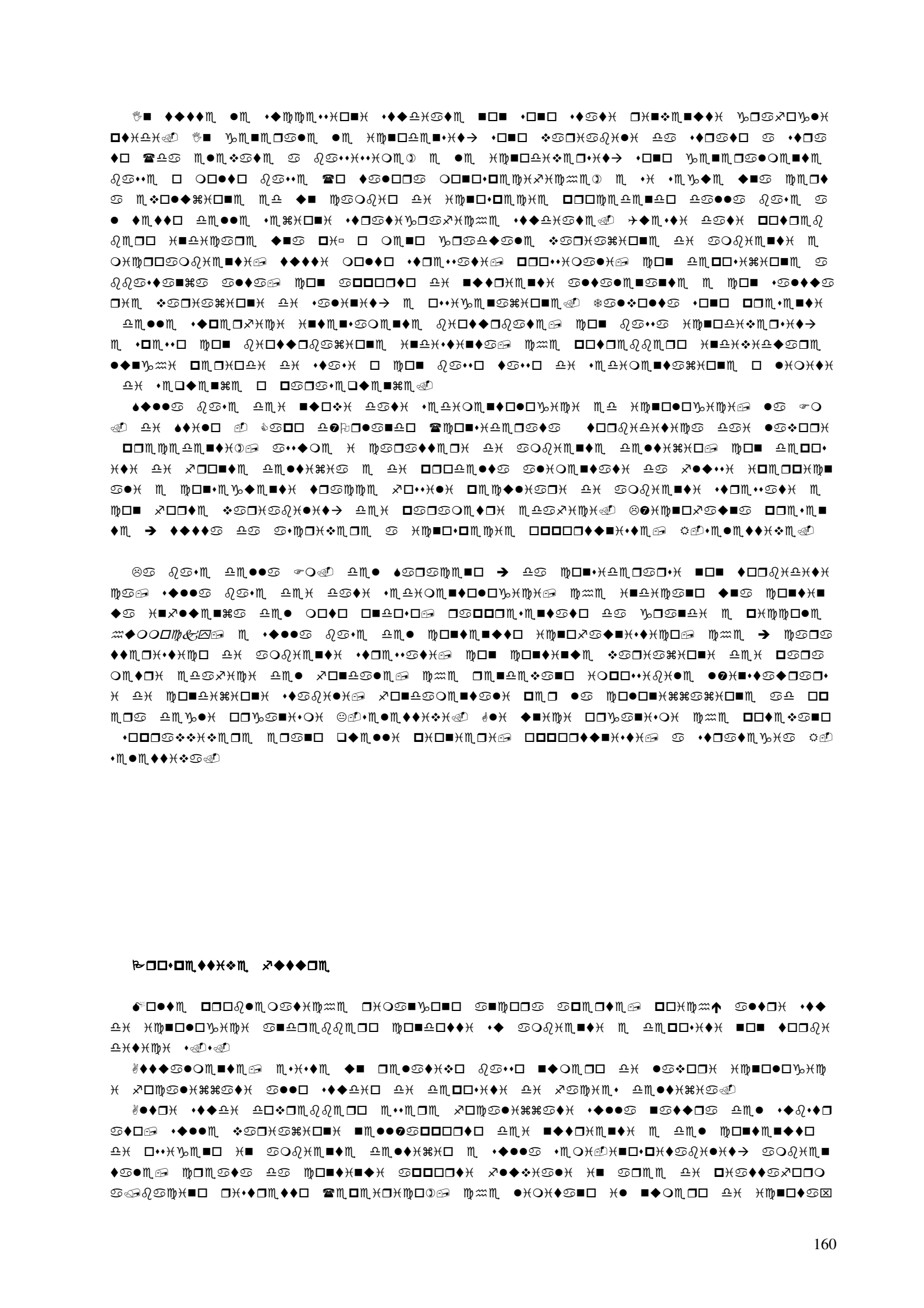
✞■ ♋●♦❒□ ❖♓♎♏□♑♓□♍□ ➔ ●❼✂♓♍♒■□ ■□❍♓ 🕮 •♓❍♌□●♓✂ ☎☞♓♑🖐 🖮🖐🗏🕛🖴 ♓● ♑♓□♍♋♦□❒♏ ♎♏❖♏ ♋••□♍♓♋❒♏ ♑●♓ ♓♍♒■□🖐•♓❍♌□●♓ ♍□■ ♓ ■□❍♓ ♎♏♑●♓ ♓♍■□ ♑♏■♏❒♓🖐


IchnoApp/games/
ichno_names&symbols
Spirophyton
Zoophycos
Scolicia
Phycosiphon
Taenidium
Nereites
Trichichnus
Planolites
time 00:05
score 0
IchnoApp/games/
ichno_names&symbols
Spirophyton
Zoophycos
Scolicia
Phycosiphon
Taenidium
Nereites
Trichichnus
Planolites
Chondrites
time 00:15
score 1

⬘□■ⓜ●◆⬩⨯□■⨯

☹□ ⬩◆◆♎⨯□ □ֆ●ⓜ□⨯ⓜ■□●□ᵯ⨯ⓜ□ ⓜ□■♎□◆◆□ ⨯■ ⬘ֆ●ֆ♌❒⨯ֆ ≈ֆ □ⓜ❒❍ⓜ⬩⬩□ ♎⨯🖳
🗁🖋 ❍⨯ᵯ●⨯□❒ֆ❒ⓜ ●ֆ ⓜ□■□⬩ⓜⓜ■⌘ֆ ♎ⓜᵯ●⨯ ֆ❍♌❒⨯ⓜ■◆⨯ ⓜ ❍⨯ⓜ❒□ֆ❍♌⨯ⓜ■◆⨯ ♎ⓜ ●●ⓜ ↗□❒❍ֆ⌘⨯□■⨯ ⬩ⓜ♎⨯❍ⓜ■◆ֆ❒⨯ⓜ □❒ⓜ⬩ⓜ ⨯■ ⓜ⬩ֆ❍ⓜ🖴
🗎🖋 ⬩ⓜ□□❒⨯❒ⓜ ⨯● ■◆□❖□ ⨯ⓜ■□ᵯⓜ■ⓜ❒ⓜ ⬧◆♎ⓜֆ●ֆ♌❒⨯ⓜ≈■◆⬩ ☎☞❍🖋 ♎⨯ ◆◆⨯●□ 🖋 ⬘ֆ□□ ♎❼⚐❒●ֆ■♎□❶🖴
🗏🖋 ❒⨯□❒⨯⬩◆⨯■ֆ❒ⓜ ●❼⨯ⓜ■□⬩□ⓜⓜ⨯ⓜ ⬘≈□■♎□❒⨯◆ⓜ⬩ ֆ↗↗⨯■⨯⬩ ☎☞❍🖋 ♎ⓜ● ◆ֆ❒ֆⓜⓜ ■□❶ □❒ⓜⓜⓜ♎ⓜ■◆ⓜ❍ⓜ■◆ⓜ
⨯■ⓜ●◆⬩ֆ ⨯■ ⬘🖋 ◆ֆ❒ᵯ⨯□■⨯⨯🖴
🗐🖋 □❒□□□❒□❒ⓜ ●ֆ ⬩◆♎♎⨯❖⨯⬩⨯□■ⓜ ♎ⓜ●●ֆ ☞❍🖋 ♎⨯ ◆◆⨯●□ ⬘ֆ□□ ♎❼⚐❒●ֆ■♎□ ⨯■ ֆ●❍ⓜ■□ ♎◆ⓜ ↗□❒❍ֆ⌘⨯□■⨯ ♎⨯⬩◆⨯■◆ⓜ ⓜ ⨯⬩◆⨯◆◆⨯❒ⓜ ⨯● ❽✎ֆⓜᵯ⨯■□ ❄ⓜ❒⌘ ⨯ֆ❒⨯□ ⬘ֆ●ֆ♌❒ⓜ⬩ⓜ❾🖴
🗉🖋 □□❒❒ⓜ ●ⓜ ♌ֆ⬩⨯ □ⓜ❒ ⬩◆◆♎⨯ ⨯ⓜ■□●□ᵯ⨯ⓜ⨯ ■□■ ❽ⓜ□■❖ⓜ■⌘⨯□■ֆ●⨯❾ ☎■□■ ◆ □❒♌⨯♎⨯◆⨯ⓜ⨯❍ ⨯■ ♕◆ֆ●⨯ֆ🖋
♕■□●◆❒ⓜ ●ⓜ ⬩□ⓜ❒⨯❍ⓜ■◆ֆ⌘⨯□■⨯ ⓜ□■ ●ⓜ ᵯ□❍❍ⓜ ⬩⨯●⨯ⓜ□■⨯ⓜⓜⓜ🖋 ⓜ□■ ⨯● ●ֆ⬩ⓜ ❒ ⬩ⓜֆ■■ⓜ❒ ⓜ ●ⓜ □⬩⬩ⓜ❒❖ֆ⌘⨯□■⨯ ■ⓜ□⨯ⓜ■□●□ᵯ⨯ⓜⓜ ≈ֆ■■□ □ⓜ❒❍ⓜ⬩□ ♎⨯ ↗□❒■⨯ ❒ⓜ ◆■ ⓜ□■◆❒⨯♌◆◆□ ⨯◆ֆ●⨯ֆ■□ ֆᵯ●⨯ ⓜ⬩□ⓜ❒⨯❍ⓜ■◆⨯ ⨯■⬩◆ⓜ❒■ֆ⌘⨯□■ֆ●⨯🖋
♕ ♎ֆ◆⨯ ❒ֆⓜⓜ□●◆⨯ ♎◆❒ֆ□ ⬩◆◆♎⨯□ ⬩□■□ ⬩◆ֆ●⨯ ⨯■⬩ⓜ❒⨯◆ ◆■ ♎ ֆ●ֆ♌ֆ⬩ⓜ ⨯ⓜ■□●□ᵯ⨯ⓜ□☎❽♕ⓜ≈■□✌□□❾❍🖋 ⬩ⓜֆ❒⨯ⓜֆ♌⨯●ⓜ ⓜ ↗❒◆⨯♌⨯●ⓜ ⬩◆⨯ ♎⨯⬩□□⬩⨯ ◆⨯❖⨯ ❍□♌⨯●⨯ ☎ⓜ🖋 ᵯ🖋 ⬩❍ֆ❒◆□≈□■ⓜ ⓜ ◆ֆ♌●ⓜ◆❍🖋 ⨯■ ⓜ□■◆⨯■◆□ ֆᵯ●⨯□❒■ֆ❍ⓜ■ ◆□🖋 ⓜ ⓜ≈ⓜ □◆⇩ ⓜ⬩⬩ⓜ❒ⓜ ⨯❍□●ⓜ❍ⓜ■◆ֆ◆□ ♎ֆ⨯ ❒⨯ⓜⓜ❒ⓜֆ◆□❒⨯ ♎⨯ ◆◆◆◆□ ⨯● ❍□ ■♎□🖋
♕■↗⨯■ⓜ🖋 ♎ֆ ❑◆ⓜ⬩◆□ ●ֆ❖□❒□ ➔ ⬩ⓜֆ◆◆❒⨯◆ֆ ●❼ⓜ⬩⨯ᵯⓜ■⌘ֆ ♎⨯ ♎⨯❖◆●ᵯֆ❒ⓜ ● ❼⨯ⓜ■□●□ᵯ⨯ֆ ֆ◆⬩❒ֆ❖ⓜ❒⬩□ ⨯ ■◆□❖⨯ ❍ⓜ⌘⌘⨯ ♎⨯ ⓜ□❍◆■⨯ⓜֆ⌘⨯□■ⓜ ♎⨯ ❍ֆ⬩⬩ֆ🖋 ⓜ□ ❍ⓜ ⨯ ⬩□ⓜ⨯ֆ● ■ⓜ◆⬩□❒&🖋 ⓜ❒ⓜ□ֆ■♎□ ●ֆ □ֆᵯ⨯■ֆ ↗ֆⓜⓜ♌❒□□& ❽♕ⓜ≈■□ ♕◆ֆ●⨯ֆ❾ 🖋 ☹❼♕ⓜ■□●□ᵯ⨯ֆ ⨯◆ֆ●⨯ֆ■ֆ❾ ⓜ □❒□□□■ⓜ■♎□ ●❼⨯◆⨯◆◆⌘⨯□■ⓜ ♎⨯ □ֆ●ⓜ□⨯ⓜ■□⬩⨯◆ ⨯■ ⬘ֆ●ֆ♌❒⨯ֆ ☎☞⨯◆❍ֆ❒ֆ ◆ֆ❒ֆⓜⓜ■□🖋 ❍⨯■⨯ⓜ❒ⓜ ♎⨯ ✌ᵯ■ֆ■ֆ ⬘ֆ●ֆ♌❒ֆ🖋 ✍□ ❖ֆ🖋 ✍□❍♌⨯●ⓜ🖋 ❄❒◆♌⨯ ♎⨯ ⚐ֆ●⨯⌘⌘⨯ ⬧ֆ❒⨯■ֆ❍❶🖋

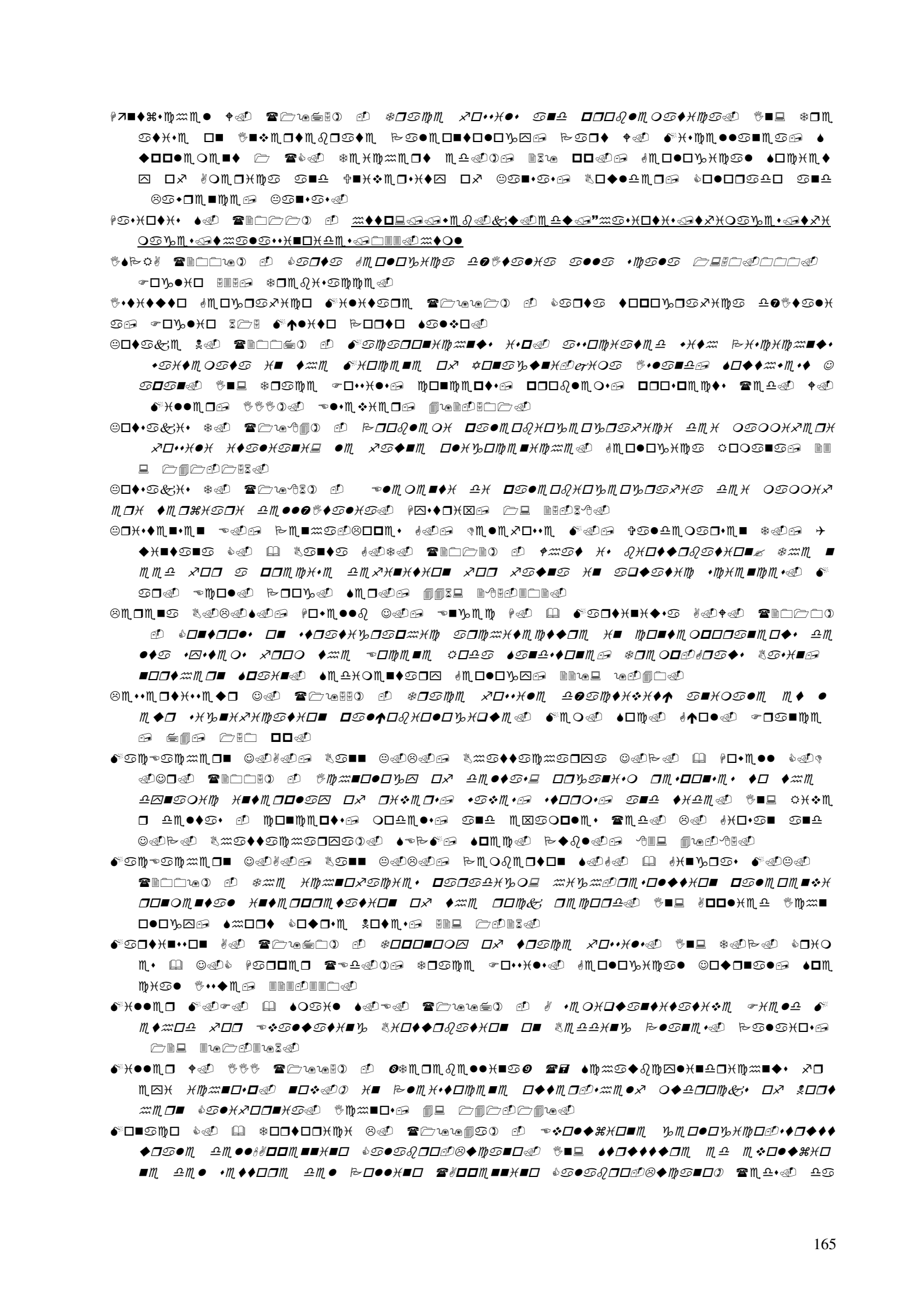
♕ ❒⨯⬩◆●◆ֆ◆⨯ □◆◆ⓜ■◆◆◆⨯ ♎ֆ●●❼⨯■◆◆ⓜ ᵯ❒ֆ⌘⨯□■ⓜ ♎ⓜ⨯ ♎ֆ◆⨯ ⬩ⓜ♎⨯❍ⓜ■◆□●□ᵯ⨯ⓜ⨯ ⓜ□■ ❑◆ⓜ●●⨯ ⨯ⓜ■□●□ᵯ⨯ⓜ⨯🖋 ≈ֆ■■□ □ⓜ❒❍ⓜ⬩□ ♎⨯ ⨯■♎⨯❖⨯♎◆ֆ❒ⓜ ⓜ ♎⨯⬩◆⨯■ᵯ◆ⓜ❒ ⓜ🖋 □ⓜ❒ ❍ⓜ⌘⌘□ ♎ⓜ●●ⓜ ⨯■↗□❒❍ֆ⌘⨯□■⨯ ↗□❒■⨯◆ⓜ ♎ֆ●●ⓜ ֆ⬩⬩□ⓜᵯ⨯ֆ⌘⨯□■⨯ ♎⨯ ◆❒ֆ ⓜᵯⓜ ↗□⬩⬩⨯●⨯🖋 ●ֆ ❖ֆ❒⨯ⓜ◆→ ♎ⓜ⨯ ⬩◆♌🖋ֆ❍♌⨯ⓜ■◆⨯ ⓜ≈ⓜ ❒ⓜ■♎□❖ֆ■□ ⓜ□⬩↗ ♎⨯❖ⓜ ❒⬩⨯↗ⓜᵯֆ◆⨯🖋 ֆ❒◆⨯ⓜ⨯⨯ ♌♎⨯ⓜ■◆ֆ❒⨯ⓜ ♎ֆ ⨯❍□❒ⓜ❖ⓜ♎⨯ ⨯ ♌ֆⓜᵯ⨯■⨯ ♎⨯ ⬩ⓜ♎⨯❍ⓜ■◆ֆ⌘⨯□■ⓜ
♎ⓜ●●ⓜ ↗□❒❍ֆ⌘⨯□■⨯ ⬩◆◆♎⨯ֆ◆ⓜ🖋
♕■ ֆ●ᵯ◆■ⓜ ֆ❒ⓜ□ⓜ □□⬩⬩□■□ ⓜ⬩⬩□⬩⨯ ᵯ❒ⓜֆ◆ⓜ ⌘□■ⓜ ⬩◆❒ⓜ◆◆ⓜ ⓜ □□ᵯ□ ❖ⓜ■◆⨯● ֆ◆ⓜ🖋 ᵯֆ❒ֆ◆◆ⓜ❒⨯⌘⌘ֆ◆ⓜ ♎ֆ ᵯ□■♎⨯⌘⨯□■⨯ ♎⨯ □⬩⬩⨯ᵯⓜ■ֆ⌘⨯□■ⓜ ⓜ⬩◆❒ⓜ♎⨯ ♎⨯ ⬩ⓜ♎⨯❍ⓜ■◆ֆ⌘⨯□■ⓜ
♎ⓜ●●ⓜ ↗□❒❍ֆ⌘⨯□■⨯ ⬩◆◆♎⨯ֆ◆ⓜ🖋
♕■ ֆ●ᵯ◆■ⓜ ֆ❒ⓜ□ⓜ □□⬩⬩□■□ ⓜ⬩⬩□⬩⨯ ᵯ❒ⓜֆ◆ⓜ ⌘□■ⓜ ⬩◆❒ⓜ◆◆ⓜ ⓜ □□ᵯ□ ❖ⓜ■◆⨯● ֆ◆ⓜ🖋 ᵯֆ❒ֆ◆◆ⓜ❒⨯⌘⌘ֆ◆ⓜ ♎ֆ ᵯ□■♎⨯⌘⨯□■⨯ ♎⨯ □⬩⬩⨯ᵯⓜ■ֆ⌘⨯□■ⓜ ⓜ⬩◆❒ⓜ♎⨯ ♎⨯ ⬩ⓜ♎⨯❍ⓜ■◆ֆ⌘⨯□■ⓜ
❖ֆ❒⨯ֆ♌❍⨯●⨯ ⓜ ♎ֆ ⨯❍□❒□◆ֆ■◆⨯ ᵯֆ❍♌⨯ ■ⓜ●●ⓜ ᵯֆ❒ֆ◆◆ⓜ❒⨯ ◆■ ❒◆□●□ ↗□■♎ֆ❍ⓜ■◆ֆ●ⓜ
■ⓜ●●ֆ ♎⨯⬩◆❒⨯♌◆⌘⨯□■ⓜ ♎ⓜ●●ⓜ ◆❒ֆᵯⓜⓜ ↗□⬩⬩⨯●⨯🖋 □□⨯ᵯ≈↑ ❖⨯■ᵯ□●ֆ■◆⨯ □ⓜ❒ ♎ⓜ ◆ⓜ❒❍⨯■ֆ◆ⓜ ◆ⓜᵯ■⨯ᵯ≈ⓜ ♎⨯ ♌◆❒◆❒□⬩⨯■ᵯ🖋
❄◆◆◆ⓜ ●ⓜ ◆❒ֆᵯⓜⓜ ↗□⬩⬩⨯●⨯ □⬩⬩ⓜ❒❖ֆ◆ⓜ ■ⓜ●●ⓜ ֆ❒ⓜⓜ ♎⨯ ⬩◆◆♎⨯□ ☎❍ⓜ❍♌❒□ ⬩ ◆□ⓜ❒⨯□❒□ⓜ ♎ⓜ●●ֆ ☞□❒❍ֆ⌘⨯□■ⓜ ♎⨯ ♎◆⨯●□ 🖋 ⬘ֆ□□ ♎❼⚐❒●ֆ■♎□🖋 □□❒⌘⨯□■ⓜ ♌ ֆ⬩ֆ●ⓜ ♎ⓜ●●ֆ ☞❍🖋 ♎ⓜ● ◆ֆ❒ֆⓜⓜ■□🖋 ☞❍🖋 ♎ⓜ⨯ ❄❒◆♌⨯🖋 ❽⬘ֆ●ⓜᵯֆ❒ⓜ■⨯◆⨯ ◆⨯♎ֆ ●⨯ ♎⨯ 🖋ⓜ❒ֆⓜᵯⓜ🖋✎□❍♌⨯●ⓜ❾🖋 ❽⬘ֆ●ⓜᵯֆ❒ⓜ■⨯◆⨯ □●ⓜ⨯⬩◆□ᵯⓜ■⨯ⓜᵯ≈ⓜ ♎⨯ ⊛ⓜ ⬘ֆ⬩◆ⓜ●●ֆ ❾❍ ■□■ ⬩□■□ ♎⨯ ֆ❍♌⨯ⓜ■◆ⓜ ◆□❒♌⨯♎⨯◆⨯ⓜ□🖴 ◆ֆ●⨯ ⬩◆ᵯⓜⓜ⬩⬩⨯□■⨯ ⬩□■□ ⬩◆ֆ●◆ⓜ ❑◆⨯ ■♎⨯ ⬩◆◆♎⨯ֆ◆ⓜ ♎⨯⬩◆ֆⓜᵯֆ■♎□⬩⨯ ♎ֆ●ֆ⬩⬩⨯ᵯ⨯ ❍□♎ⓜ●●⨯ ⨯ᵯ■□●□ᵯ⨯ⓜ⨯ ֆ♎□◆◆ֆ●⨯ □ⓜ❒ ●ⓜ ⬩ⓜ❑◆ⓜ■⌘ⓜ ◆□❒♌⨯♎⨯◆⨯ⓜ≈ⓜ ☎❽↗●🖄⬩ⓜ≈❾❍🖋 ⬧ ⬩◆ֆ◆□ ❑◆⨯■♎⨯ □ֆ❒⌘⨯ֆ● ❍ⓜ■◆ⓜ ֆ♌ֆ■♎□■□◆ֆ●□ ⨯● ᵯ□■ᵯⓜ◆◆□ ♎⨯ ⨯ᵯ≈■□↗ֆᵯ⨯ⓜ⬩🖋 □❒ⓜ↗ⓜ❒ⓜ■♎□ ●□ ⬩◆◆♎⨯ □ ♎ⓜ●●ⓜ ⨯ᵯ■□ֆ⬩□ᵯ⨯ֆ⌘⨯□■⨯🖋 ⬩◆❒ֆ◆□❒ֆ◆□🖋 ⓜ ♎ⓜ●●ֆ ●□❒□ ⓜ❖□●◆⌘⨯□■ ⓜ ■ⓜ● ❒ⓜᵯ□❒♎ ⬩◆❒ֆ◆⨯ᵯ❒ֆ↗⨯ᵯ□🖋

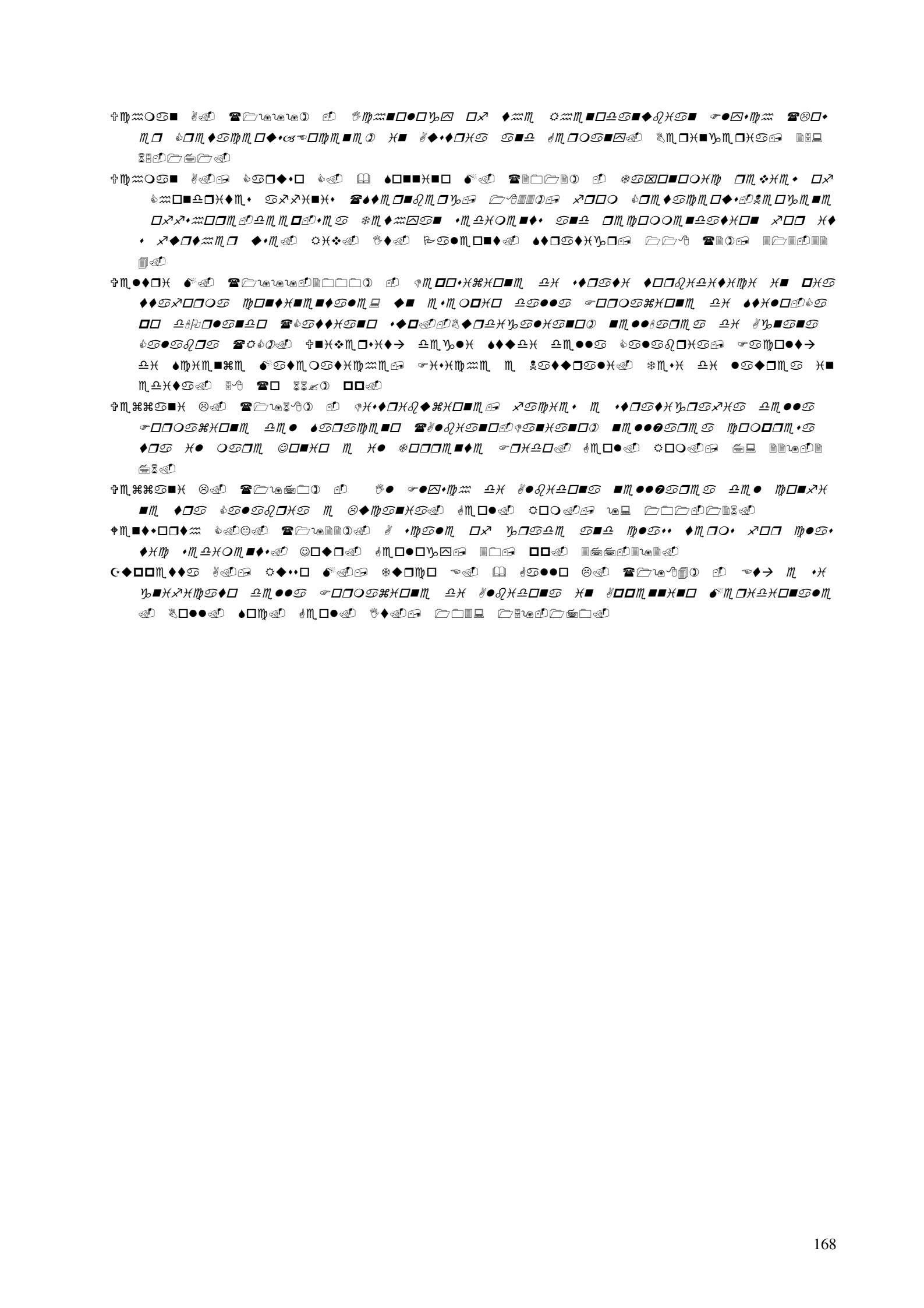


[illegible]

[illegible]

[illegible]





✌□□ₘ■♎✕ₘₘ 🗎 🖻 🙍ₘ□✕ₘ■□●□␡✕♋

♋♋ ■ₘ□✕ₘ■□●□␡✕♋ ➔ ♎✕ ✕❍□□❒♦♋■⌘♋ ₘ❒◆ₘ✕♋●ₘ □ₘ❒ ❒✕◆•ₘ✕❒ₘ ♋ ♦❒□❖♋ ❒ₘ ◆■♋ •♦❒ₘ♦♦♋ ₘ□❒❒ₘ●♋⌘✕□■ₘ ♦❒♋ ␡●✕ ♋♦♦♦♋●✕ 🖍❒♋ₘ🖻❍♋&ₘ❒• ₘ ●ₘ ♦ ❒♋ₘₘₘ ♋♦♦♦♋●✕ ₘ≈ₘ □❒□♎◆ₘ□■□🖻 ♎♋ □□♦ₘ❒ ₘ□■➚❒□■♦♋❒ₘ ₘ□■ ●ₘ ♦❒♋ₘₘ ₘ ➚□••✕●✕ ₘ≈ₘ ❍□•♦❒♋■□ ◆■♋ •✕❍✕●ₘ ❍□❒➚□●□␡✕♋⌨ ❸✕● □❒ₘ•ₘ■♦ₘ ➔ ●♋ ₘ ≈✕♋❖ₘ ♎ₘ● □♋••♋♦□❾ ₘ ●♋ ■ₘ□✕ₘ■□●□␡✕♋ •✕ ♌♋•♋ □❒□□❒✕□ •◆ ❑◆ₘ•♦□ ➚□ ■♎♋❍ₘ■♦♋●ₘ □❒✕■ₘ✕□✕□ ♎✕ ♔🖂ₘ●●🖻

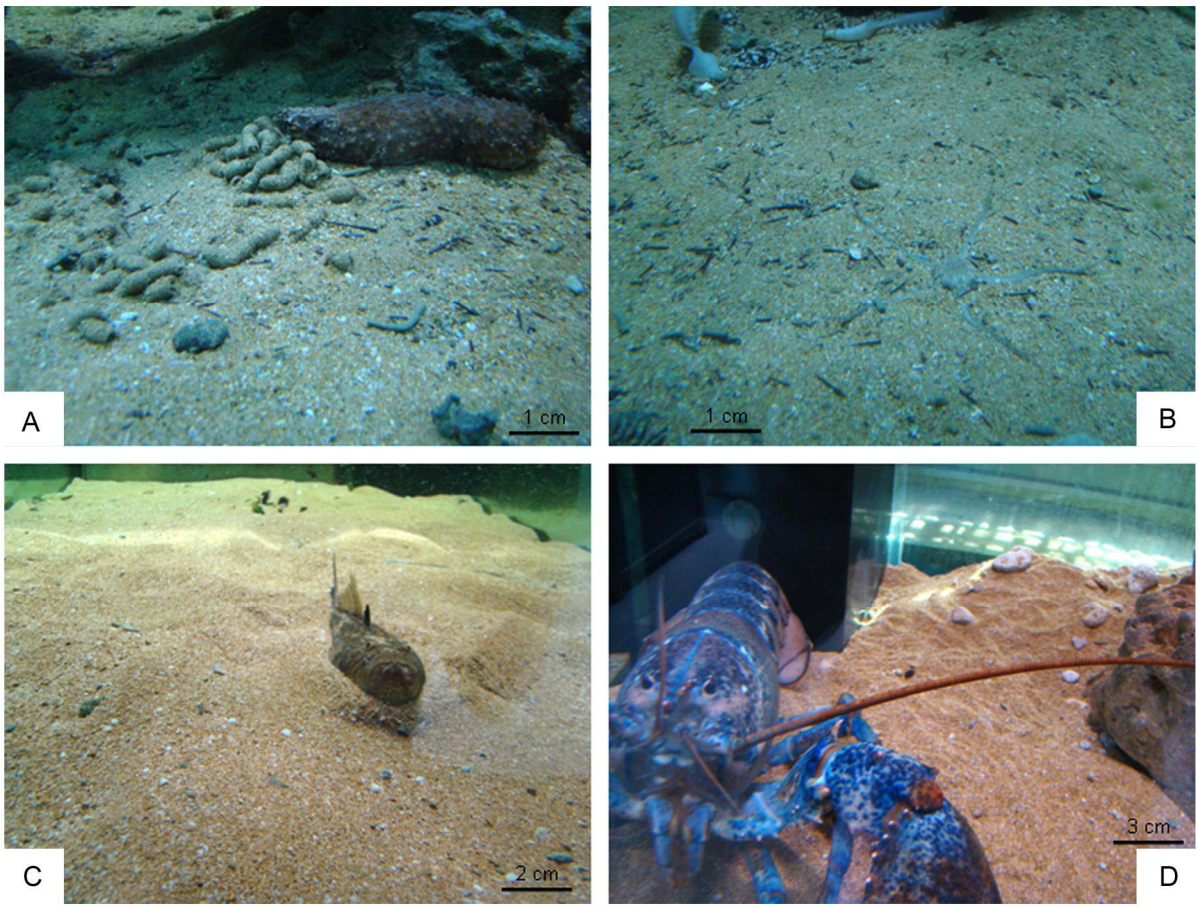
✈◆✕■♎✕ ➔ ■ₘₘ••♋❒✕♋ ◆■♋ ₘ□●●♋♌□❒♋⌘✕□■ₘ •ₘ❍□❒ₘ □✕▫ ♋♦♦✕❖♋ ♦❒♋ ✕ₘ ■□●□␡✕🖻 □♋●ₘ□■♦□●□␡✕🖻 ♌✕□●□␡✕ ₘ♎ ₘₘ□●□␡✕🖻

🖗●✕ ₘ•□ₘ❒✕❍ₘ■♦✕ ₘ ●ₘ □••ₘ❒❖♋⌘✕□■✕ ♎✕ ■ₘ□✕ₘ■□●□␡✕♋ •□■□ •♦♋♦ₘ ₘ•ₘ␡ ◆✕♦ₘ ♋●●□ •ₘ□□□ ♎✕ ₘ♋□✕❒ₘ ✕ ❍ₘₘ♋■✕•❍✕ ♎✕ ➚□❒❍♋⌘✕□■ₘ ♎ₘ●●ₘ ♦❒♋ₘₘ ₘ🖻 ₘ♋□✕❒ₘ ₘ□❍ₘ ◆■ □❒␡♋■✕•❍□ ♌ₘ■♦□■✕ₘ□ □□••♋ ₘ••ₘ❒ₘ ✕■➚●◆ₘ■⌘♋♦□ ♎♋ □✕ₘ❒♋■♎✕ ❖♋❒✕♋⌘✕□■✕ ♋❍♌✕ₘ■♦♋●✕ ☎ₘ🖗␡ ❍□♦□ □■♎□•□🖻 ✕❍□❒ □❖❖✕•□ ♋□□□□♦□ ♎✕ •ₘ♎✕❍ₘ■♦□🖻 ❖♋❒✕♋⌘✕□■ₘ ■ₘ● ₘ□■♦ₘ■◆♦□ ♎✕ □••✕␡ₘ■□🖻 ■◆♦❒✕ₘ■♦✕🖻 •♋●✕■✕♦➔🖻 ♦ₘ❍□ₘ❒♋♦◆❒♋🖻 ₘ■ₘ❒␡✕♋ ✕♎❒□♎✕■♋❍✕ₘ♋🖻 ♦□❒♌✕♎✕ ♦➔ ♎ₘ●●❼♋ₘ❑◆♋🖻 ₘₘₘ🖗❶ ₘ ₘ♋□✕❒ₘ ₘ□❍ₘ ●♋ □❒ₘ•ₘ■⌘♋ ♎ₘ● ♌ₘ■♦≈□• □□•• ♋ ✕■➚●◆ₘ■⌘♋❒ₘ ✕● •ₘ♎✕❍ₘ■♦□ ₘ ●♋ •♦❒♋♦✕➚✕ₘ♋⌘✕□■ₘ🖻 ❍□♎✕➚✕ₘ♋■□ ●♋ ♦ ₘ••✕♦◆❒♋ □❒✕❍♋❒✕♋🖻 ●ₘ ●♋❍✕■♋⌘✕□■✕🖻 ●♋ □□❒□•✕♦➔ ₘ ●♋ □ₘ❒❍ₘ♋♌✕●✕♦➔ 🖗

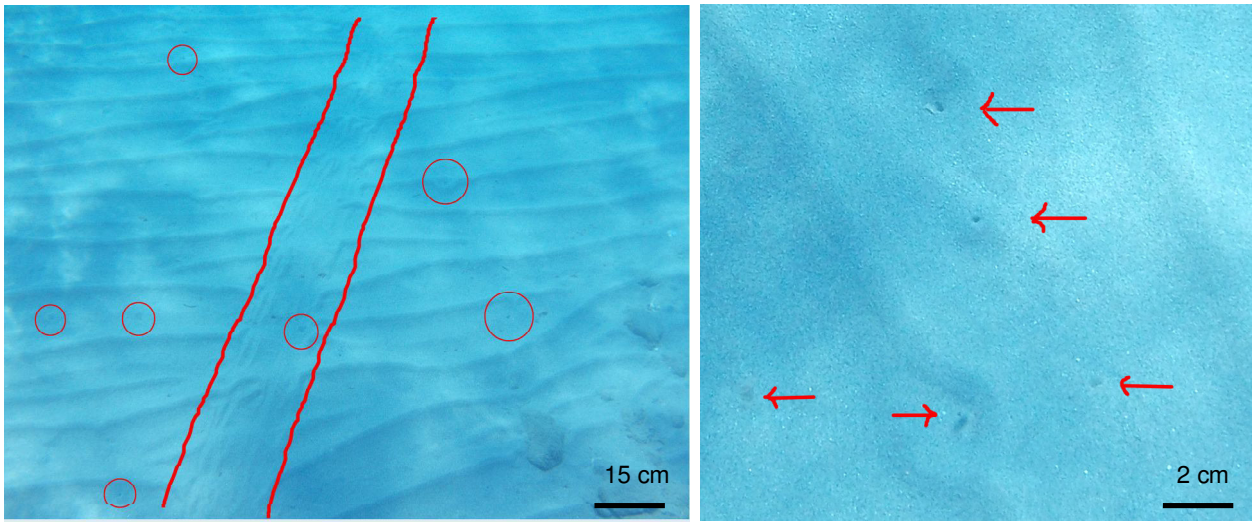
✌🗎🖗🗁 ☜•□ₘ❒✕❍ₘ■♦✕ ₘ♎ □••ₘ❒❖♋⌘✕□■✕ ✕■ ♋ₘ❑◆♋□✕ •ₘ❍✕🖻♋♦♦❒ₘ⌘⌘♋♦✕ ₘ ♋♦♦❒ₘ⌘⌘♋♦✕

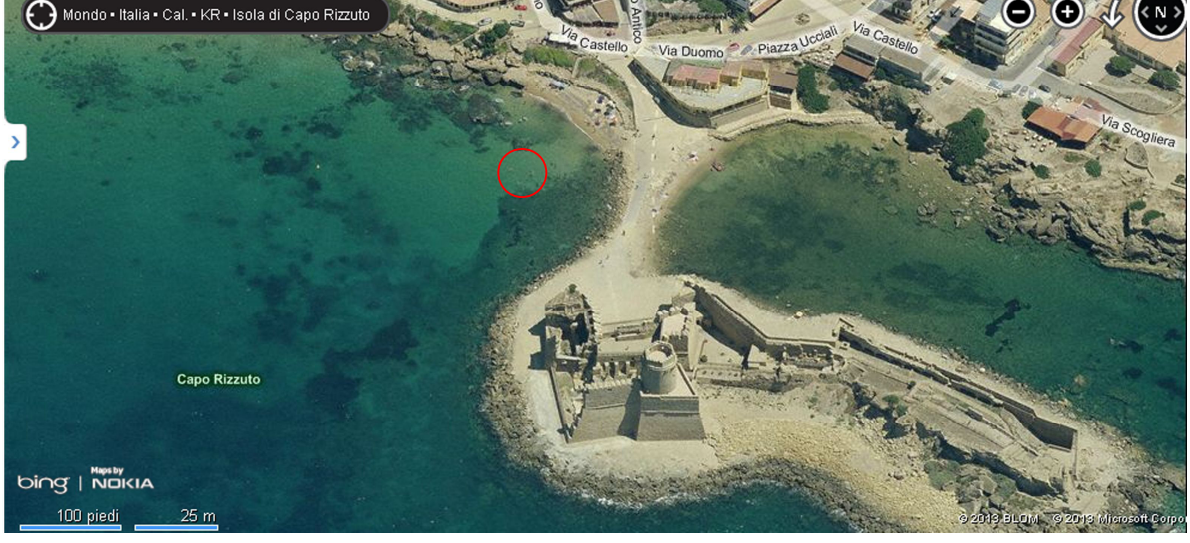
♔❼□♌✕ₘ♦♦✕❖□ ➔ •♦♋♦□ ●❼□••ₘ❒❖♋⌘✕□■ₘ ♎ₘ●●ₘ ♦❒♋ₘₘₘ ₘ•□␡ₘ■✕ₘ≈ₘ ●♋•ₘ✕ ♋♦ₘ ♎♋␡●✕ □❒␡♋■✕•❍✕ •♦♋♌◆●♋♦✕ ✕■ □✕ₘₘ□●ₘ ❖♋•ₘ≈ₘ •ₘ❍✕🖻♋♦♦❒ₘ⌘⌘♋♦ₘ □ ❒ₘ••□ ✕● ✕■□♋❒♦✕❍ₘ■♦□ ♎✕ ✍✕□●□␡✕♋ ✌■✕❍♋●ₘ ₘ♎ ☜ₘ□●□␡✕♋ ✌♋❒✕■♋ ♎✕●● ❼✞■✕❖ₘ❒•✕♦➔ ♎ₘ␡●✕ ♦◆◆♎✕ ♎✕ ✌ₘ••✕■♋🖗 ➻ₘ❒ ●♋ ♦❒♋♦♦♋⌘✕□■ₘ ₘ□❍□●ₘ♦♋🖻 •✕ ❒✕❍♋■♎♋ ♋●●❼✌□□ₘ■♎✕ₘₘ 🗏🖗

♔ₘ □••ₘ❒❖♋⌘✕□■✕ ♎✕ ■ₘ□✕ₘ■□●□␡✕♋ •□■□ •♦♋♦ₘ ₘ□■♎□♦◆ₘ ♋■ₘ≈ₘ ■ₘ●●❼♋ ₘ❑◆♋❒✕□ ♋♦♦❒ₘ⌘⌘♋♦□ ♎✕ ♘♋□□ ☼✕⌘⌘◆♦□ ☎☺☼◑🖗 ♦□■□ •♦♋♦ₘ □••ₘ❒❖♋♦ₘ •✕♋ ●ₘ ♦❒♋ₘₘₘ ♎ₘ␡●✕ □❒␡♋■✕•❍✕ ♌ₘ■♦□■✕ₘ✕ •♦♋♌◆●♋♦✕ ■ₘ●●ₘ ❖♋❒✕ₘ ❖♋•ₘ≈ₘ ₘ •✕♋ ✕● ₘ□❍□□❒♦♋❍ₘ■♦□ ♎✕ ♋●ₘ◆■ₘ •□ₘₘ✕ₘ ☎☞✕␡🖗 ✌🗎🖗🗁◑🖗


A
1 cm
1 cm
B
C
2 cm
3 cm
D

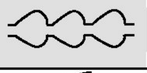
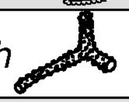
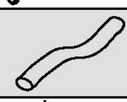
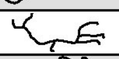
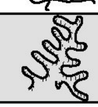

Mondo • Italia • Cal. • CZ • Gizzeria
Strada statale Tirrena Inferiore
Contrada Capo Suvero
SS18
bing | NOKIA
250 piedi
50 m
© 2012 Nokia © 2013 Microsoft Corporation Available Exclusively by DigitalGlobe


15 cm
2 cm


Mondo • Italia • Cal. • KR • Isola di Capo Rizzuto
Via Castello
Via Duomo
Piazza Ucciali
Via Castello
Via Scogliera
Capo Rizzuto
bing | Maps by NOKIA
100 piedi
25 m
© 2013 BLOM © 2013 Microsoft Corpo


20 cm
5 cm


Ichno Italia. L'Icnologia italiana
facebook
Cerca persone, luoghi e oggetti
Claudia Caruso
Home
Pannello di amministrazione
Gestione inserzioni
Recenti
ICHNO ITALIA
L'Icnologia italiana
Ichno Italia.
L'Icnologia
italiana
Comunità
Questa pagina è dedicata agli studi (condotti prevalentemente in Italia) di paleoicnologia e neoicnologia di organismi marini.
Ruoli di amministrazione
Claudia Caruso
Gestore
Paolo Monaco
Creatore di contenuti
182
Informazioni
Foto
"Mi piace"
Pubblica
Foto/video
Scrivi qualcosa...
65 amici
piace Ichno Italia. L'Icnologia italiana
+47
Invita i tuoi amici a cliccare "Mi piace" su questa P...
Mostra tutti
Visualizza la tua ins...
Ottieni più "Mi piace"
start

Ichnotaxa	**Categoria etologica**	**Gruppo trofico**	***Trace-makers***	**Ichnofacies**	**Ambiente deposizionale**	**Abbrev./ Simbolo**
Bichordites	*Fodinichnia*	Depositivori	Echinidi	*Skolithos* I.	*Shoreface*	*Bich* 
Chondrites	*Chemichnia/ Fodinichnia*	Depositivori/ Chemiosimbionti	Nematodi/Policheti/ Sipunculidi o affini	*Cruziana* I./ *Zoophycos* I.	Marino	*Ch* 
Conichnus	*Domichnia/Cubichnia*	Carnivori	Anemoni di mare	*Skolithos* I.	*Shoreface*	*Co* 
Gyrophyllites	*Fodinichnia*	Depositivori	Vermi marini	-	Piattaforma/Bacino	*Gyr* 
Halimedides	*Agrichnia*	-	Crostacei	*Glossifungites/ Zoophycos* I.	Pelagico	*Hal* 
Macaronichnus	*Fodinichnia*	Depositivori	Policheti	*Skolithos* I.	*Shoreface*	*Mac* 
Nereites	*Pascichnia*	Detritivori	Nematodi/Policheti	*Nereites* I.	Marino(Torbiditico)	*Ne* 
Ophiomorpha	*Fodinichnia/ Domichnia*	Sospensivori/ Depositivori	Granchi/Gamberetti	*Skolithos* I./ *Cruziana* I.	Marino marginale-profondo	*Oph* 
Palaeophycus	*Fodinichnia/ Domichnia*	Carnivori/ Sospensivori	Policheti	*Skolithos* I./ *Cruziana* I.	Continentale/ Marino	*Pa* 
Pilichnus	*Fodinichnia*	-	Policheti	*Zoophycos* I	*Shallow-marine*	*Pil* 
Phycosiphon	*Fodinichnia*	Depositivori	Vermi o affini	*Cruziana* I./ *Zoophycos* I.	Marino(Torbiditico)	*Ph* 
Planolites	*Pascichnia*	Depositivori	Vermi o affini	*Cruziana* I./ *Zoophycos* I.	Marino	*Pl* 
Rhizocorallium	*Fodinichnia/ Domichnia*	Depositivori/ Sospensivori	Anellidi/ Crostacei	*Cruziana* I.	Marino (Shallow-deep)	*Rh* 
Rosselia	*Fodinichnia/ Domichnia*	Filtratori/ Sospensivori	Policheti	*Skolithos* I./ *Cruziana* I.	*Shoreface*	*Ro* 
Schaubcylindrichnus	*Fodinichnia/ Domichnia*	Depositivori	Policheti	*Skolithos* I./ *Cruziana* I.	*Shelf/Offshore*	*Sch* 
Scolicia	*Repichnia/ Pascichnia*	Depositivori/ Detritivori	Echinidi/ Gasteropodi	*Zoophycos* I.	Continentale/ Marino	*Sc* 
Skolithos	*Polichresichnia*	Filtratori	Vermi/Artropodi	*Skolithos* I.	Alta energia	*Sk*
Taenidium	*Fodinichnia*	Depositivori	Anellidi	*Skolithos* I./ *Cruziana* I.	Continentale/ Marino	*Tae* 
Thalassinoides	*Fodinichnia/ Domichnia*	Depositivori	Granchi/Gamberetti	*Teredolites* I./ *Cruziana* I./ *Zoophycos* I.	*Shallow-marine/* Torbiditico	*Th* 
Trichichnus	*Chemichnia*	-	Vermi o affini	*Cruziana* I/ Zoophycos I.	Piattaforma	*Tric* 
Zoophycos	*Fodinichnia*	Depositivori	Anellidi/Artropodi	*Cruziana* I./ *Zoophycos* I.	Piattaforma	*Zo* 



ᚼ ᚴᚼ■❖ᚼᛖ■ᛖ ⋄◆●●ᔕ ⋄◆◘ᛖᚴ↗ᚼᛗᚼᛖ ⋄◆◘ᛖᚴᚼ◘ᚴᛖ ᛅᚼ ◆■◘ ⋄♦ᚴᔕ♦◘ ☎ᚸ ᛖ■ᛖᚴᔕ●ᚴᛖ■♦ᛖ ᔕᚴᛖ■ᚼ♦ᚼᛗᚸ◘☽
𝒹🖂ᚴᚴᚴ🖂●●ᚼ♦ᛖ⋄ ☎𝒹🖂ᚴᚴᚴ🖂●●ᚼ♦ᛖ⋄ 𝒹●◘ᛗ&ᛖᚴ 🗁🖱📄🗁 🖆 𝒹🖆 ᚴᛖ🖃⋄♦ᛖ♦■ᛖᚴ ᚼ ☞ᚼ⋄ᛗ🖃ᛖᚴ🖆⚐◘⋄♦ᛖᚴ 🗁🖱🖳🖱☽ ❄ᚴᔕᛗᛗᚼᔕ ↗◘⋄⋄ᚼ●ᛖ ᚴᔕᛅᚼᔕ●ᛖ🖃 ᛅᚼ ᛗᚼ ᚴᛗᔕ 📄🖆🖳 ᛗᚸ ᛅᚼ ᛅᚼᔕᚸᛖ♦ᚴᚴ◘🖃 ᔕ ↗◘ᚴᚸᔕᚼ ᛅᚼ ↗ᚼ◘ᚴᛖ🖃 ᛗ◘■ ●◘ᔑᚼ ◘ᛖ♦ᔕ●◘ᚼᛅᚼ ᛗ🖃ᛖ ⋄ᚼ ᛅᚼᚴᔕᚸᛖ■◘ ᛅᔕ ◆■ ᔕ⋄⋄ᛖ ᛗᛖ■♦ᚴᔕ●ᛖ▭ ◘ᚴᛖ⋄ᛖᚴ ❖ᔕ♦ᔕ ᚼ■ ᛖ◘ᚼᚴᚼ●ᚼᛖ❖◘🖃
𝓅◘ᔕ↗◘𝓅●ᚼ◘♦ᚼ◘ᚼ 🖙ᔕ◘♦ᚼᛗ◘●ᔕ◘ᛖ ♦ᚼ◘◘ ᛅᚼ ♦◘ᔕᛗᛗᛗ ↗◘⋄⋄ᚼ●ᚼ🖃 ᛗᔕᚴᔕ♦♦ᛖ ◘ᚼ⌘⌘ᔕ♦ᛖ ᛅᔕ ⋄♦◘♦♦♦♦◘ᛖ 𝓅ᛖ◘ᚸᛖ♦◘ᚼᛗᛗ ◘ᛖ𝓅◘●ᔕ◘ᚼ🖃 ◘◘◘ᛅ◘♦♦ᛖ ᛅᔕ ◘◘𝓅ᔕ■⋄ᚸᚼ ⋄◘ᛖᛗᚼᔕ●ᚼᛗᛗ ☎☺🖆⋄ᛖ●ᛖ♦♦ᚼ❖ᚼ☽🖃 𝓅ᛖ■ᛖᚴᔕ●ᚸᛖ■♦ ᛖ ♦ᚼ◘ᚼᛗᛗᛖ ᛅᛖᚼ ᛅᛖ◘◘⋄♦ᚼ♦ᚼ ♦◘◘ᚴᛗᛗᛗ ☎❽↗●🖄⋄ᛗᛗ❾☽ ᛅᚼ ᚸᔕ◘ ᛖ ◘◘◘↗◘■ᛅ◘🖆 ☜🖆 𝓅🖆 ☝⋄ᚸᚸᛗᔕ◘🖄ᛗᛖ🖃 ᛗᛖᚸᚸᛗ◘ᔕ♦◘■🖃 🖙ᔕ●ᛖ◘ᛅ 🖄ᛗ♦ᚼ◘■🖃 ♦◘ᚼ◘◘◘ᛗᛗᔕ◘🖄ᛗᛖ🖃 ᛖᛗᛗ🖆
𝓅ᔕ●ᚼᚸᛖᛅᚼᛅᛖ⋄ ☎𝓅ᔕ●ᚼᚸᛖᛅᚼᛅᛖ⋄ ☹◘◘ᛖ■⌘ ❖◘■ ☹ᚼᔑ◆◘■ᔕ◆🖃 🗁🖲🗀🖹☽ ❄◘ᔕᛗᛗᚼᔕ ᛗ◘⋄♦ᚼ◆◆ᚼ♦ᔕ ᛅᔕ ◆■ ◆◆ᔑ◘ ᛗᛖ■♦◘ᔕ●ᛖ ᛖ ᛅᔕ ᛗᔕᚸᛖᛅᚼ ●ᔕ♦ᛖ◘ᚴ ᚼᛖ ◘■ᛗᛗᛖ ᚼᛖᛅᚼ ᚼ■↗ᔕ◆■ᔕ●ᚼ🖃 ᚼ■ ◆■ ⋄ᛖᛅᚼᚸᛖ■♦◘ ⋄ᛖᚸᚼᛗ◘■⋄◘●ᚼᛅᔕ♦◘ ☎⋄♦ᚼ↗↗🖆↗ᚼ◘ᚸ ᚸ◘◘◆■ᛅ☽🖃
𝓅ᛖ●ᚼᛗ◘●ᚼ♦🖄◆⋄ ☎𝓅ᛖ●ᚼᛗ◘●ᚼ♦🖄◆⋄ 𝒹⌘◘ᛖᚼ♦ᚼᔕ🖃 🗁🖲🗐 🖆 𝓅🖃 ⋄ᔕ○◘ᛖ●ᔕ🖄◘ᚼ ᚼ⌘◘ᛖᚼ♦ᚼᔕ🖃 🗁🖲🗐☽ ❄◘ᔕᛗᛗᚼᔕ ᛖ●ᚼᛗ◘ᚼᛅᔕ●ᛖ🖃 ᛗ◘■ ᛅᚼᔕ○ᛖ♦◘ᚴᛖ ᛖ ᛅᔕ ᛗᔕ○ᛖ◘■ ᛅᔕ ᛖᚼᛗᛗ ᚴᛖ■♦◘ᔕ●ᛖ ᛖ ᛅᔕ ᛗᔕ○ᛖ◘■ ●ᔕ♦ᛖ◘ ᛖ ᛅᔕ ᛗᚼ◘ᛗᛅ 🗁○○🖆 ♦ᚼ ◘◘ᛖ⋄ᛖ◘⋄ᔕ ᚼ■ ᚼ◘◘◘ᚼ●ᚼᛖ❖◘🖆

ᚼᛗ■◘ᛗᛖ■◘⋄ᚼ 𝒹⋄◘ᛗᚼᔕ⌘ᚼ◘■ᛖ ᛅᚼ ♦◘ᔕᛗᛗᛗ ↗◘⋄⋄ᚼ●ᚼ ᚼ■ ◆■ ᛅᔕ♦◘ ᔕ○ᔑᚼᛖ■♦ ᛖ🖆 ☼ᔕ◘◘◘ᛖ⋄ᛖ■♦ᔕ ◆■ᔕ ᛗ◘○◆■ᚼ♦→ ᔑᛖ■♦◘■ᚼᛗᔕ ❖ᚼ⋄◆♦ᔕ ᚼ■ ◆■ ᛗ ᛖ◘♦◘ ᔕ◘ᛖᔕ●ᛖ🖃 ■ᛖ●●◘ ⋄♦ᛖ⋄⋄◘ ᚼ■♦ᛖ◘❖ᔕ●●◘ ᛅᚼ ♦ᛖ○◘◘🖆
ᚼᛗ🖂■◘↗ᔕᔑ◘ᚼᛗ ❄ᛖ⋄⋄ᚼ◆◆◘ᔕ ᛖ ⋄♦◘◆♦♦♦◘ᛖ ᚼ■♦ᛖ◘■ᛖ ᛅᛖ● ⋄ᛖᛅᚼ○ᛖ■♦◘ ◘◘◘ ◘■ᛅᚼ⋄♦ᔕ ᛅᚼᛖ◘ᚴᛖ■♦ᛖ ☎❄◘ᚼ◘ᔕ■ᚼ♦ᛖ⋄ ☞ᛗ🖂■ ◘↗ᔕᛗᛗᚼ⋄♦🖆 ❄ᛖ◘■ᛖ⋄ᚼ 𝒹●◘⋄⋄ᚼ↗◆■ᚸᚼ♦ᛖ⋄ ☞🖆🖃 ☞⋄ᚼ●◘■ᚼᛗ 🖂■◆⋄ ☞🖆🖃 ♦&◘●ᚼ♦◘⋄ ☞🖆🖃 ☝◘◆⌘ᚼᔕ■ᔕ ☞🖆🖃 ☪◘◘◘🖂🖄◘⋄ ☞🖆🖃 ☠ ᛖ◘ᛖᚼ♦ᛖ⋄ ☞🖆☽🖆
ᚼᛗ■◘↗◘⋄⋄ᚼ●ᛖ ☎❖ᛖᔕᚼ ♦◘ᔕᛗᛗᚼᔕ ↗◘⋄⋄ᚼ●ᛖ☽🖆
ᚼᛗ🖂■◘ᚸ◆ᚼ●🖄 🖙ᔕ◘ᔕ○ᛖ♦◘ᚼ ᔕ♦♦◘ᚼᔑ◆ᚼᔑᚼ●ᚼ ᔕ ᛗᚼᔕ⋄ᛗ◆■ ♦◘ᔕᛗᛗ🖆○ᔕ&ᛖ◘ ☎○◘🖄◘ ᔕᚴ ❖ᚼ♦ᔕ🖃 ᛗᔕ♦ᛖᚸ◘ᔕ◘■ᚼ♦ᛖ ♦◘◘↗ᚼᛗᔕ🖃 🖄ᛖᚼ⋄ᔕ ◘◘◘ᛖᚼ●ᚼᛖ❖◘🖆 ♦◘◘↗ᚼᛗᔕ🖃 ᔕᚼ⋄◘■ᛖᚼ♦ᔕ ᛅᚼᛖ ᚼᛗ■◘↗◘⋄⋄ᚼ●ᚼ ➔ ◘◘ᛖ⋄ᛖ◘❖ᔕ♦ᔕ ᚼ■ ◆■ ◘ᔕ◘♦ᚼᛗ◘●ᔕ◘ᛖ ♦ᚼ◘◘ ᔕᚴ ◘◘ᛗᛗᚼᔕ☽
ᚼ◘◘◘ᚼ●ᚼᛖ❖◘ ❄ᚼ◘◘ ᔕᚴ ◘◘ᛖ⋄ᛖ◘❖ᔕ⌘ᚼ◘■ᛖ ᔕᚴ ♦◘ᔕᛗᛗᛗ ↗◘⋄⋄ᚼ●ᚼ ☎❖ᛖᔕᚴ ᛗ● ᔕ⋄⋄ᚼ↗ᚼᛗᛅᔕ⌘ᚼ◘■ᛖ ♦◘◘◘■◘○ᚼᛗᔕ🖃⋄♦◘ᔕ♦ᚼ■◘○ᚼᛗᔕ☽▭ ♦◘ᔕᛗᛗᚼᔕ ☎ᛗᛅ◘ᛖ⋄♦ ☽ ᛅᛖ■ᛖ◘ᔕ●○ᛖ■♦ᛖ ᛗᛅ◘■❖ᛖ⋄⋄ᔕ ☎ᛖ ◘ᔕ◘ᔕ○ᛖ■♦ᛖ ᛗᛅ◘■ᛗᔕ❖ᔕ☽ ᛗ🖂ᛖ ⋄ᚼ ◘ᚼ■❖ᚼᛖ■ᛖ ⋄◆●●ᔕ ⋄◆◘ᛖ◘↗ᚼᛗᚼᛖ ᚼ■↗ᛖ◘ᚼ◘◘ᛖ ᔕᚴ ◆■◘ ⋄♦◘ᔕ♦◘ ☎ ᛅᛖ■ᛖ◘ᔕ●○ᛖ■♦ᛖ ᔕ◘ᛖ■ᚼ♦ᚼᛗ◘☽🖃
🄯ᛖᔑᛖ■⋄◘♦◘ᛖ■ ❄◘ᔕᛗᛗᛗ ᔕᚴ ᔕ♦♦ᚼ❖ᚼ♦→ ᔑᚼ◘●◘ᚼᛗᔕ ᔕ♦♦◆ᔕ●ᛖ
🔑ᔕᛗᔕ◘◘■ᚼᛗ🖂■◆⋄ ☎🔑ᔕᛗᔕ◘◘■ᚼᛗ🖂■◆⋄ ⋄ᛖ ᚸ◘ᛖ ᚸᔕ♦ᚼ⋄ ☝●ᚼ↗♦◘■ 🕮 ❄🖂◘○◘⋄◘■ 🖃 🗁🖲⌨🖱☽ ❄ᔕ■ᔕ ᔕ ᛗᚼ●ᚼ■ᔕ◘ᚴ ⋄ᚼ■◆◘⋄◘🖃 ᔕᔕ ⋄◆ᔑ🖆◘◘ᚼ⌘⌘◘■♦ᔕ●ᛖ ᔕ ⋄◆ᔑ🖆❖ᛖ◘♦ᚼᛗᔕ●ᛖ🖃 ■◘■ ◘ᔕ○ᚼ↗ᚼᛗᔕ♦ᔕ🖃 🖹🖆🖹 ○○ ᔕᚴ ᔕᚼᔕ○ᛖ♦◘ᚴ 🖃 ◘◘ᛖ⋄ᛖ◘❖ᔕ♦ᔕ ᚼ■ ↗♦●● ◘ᛖ●ᚼᛖ↗🖃 ᛗ◘■ ◘ᔕ◘ᛖ♦ᛖ ᛗ◘⋄♦ᚼ♦♦ᚼ♦ᔕ ᚸ ᛖ■ᛖ◘ᔕ●○ᛖ■♦ᛖ ᔕᔕ ᛗ●ᔕ⋄♦ᚼ ᔕᚴ ○ᚼᛗᔕ◘
○ᛖ■ᚼ⋄ᛗᛅᚼ ♦♦◘♦♦♦♦◘ᛖ ᚸᛖ■ᛖ◘ᔕ●○ᛖ■♦ᛖ ᔕ◘ᛗ◆ᔕ♦ᛖ🖃 ᛗᛅᛖ ᛗ◘⋄♦ᚼ♦♦ᚼ⋄ᛗ◘■◘ ᚼ● ◘ᚼᛖ○◘ᚼ○ᛖ■♦◘ ᛗᛅᛖ ❖ᚼᛖ■ᛖ ○◘⋄⋄◘ ᛖ ᛗ◘○◘ᔕ♦♦ᔕ♦◘ ᔕᔕ● ♦◘ᔕᛗᛗ🖄○ᔕ&ᛖ◘ ᛖ🖃◘ ᔕᔕ ↗ᔕᛗᛗᔕ● ◘ᛖ●●❼◘◘ᚸᔕ■ᚼ⋄◘□ ☹ᔕ ᛗ◘■ᛗᔕ❖ᚼ→ ᔕᛖᚼ ○ᛖ■ᚼ⋄ᛗᛅᚼ ᛗ◘■⋄ᛖ■♦ᛖ ᔕᚴ ᚼ■ᔕᚼ❖ᚼᔕ◆ᔕ❐ᛖ ᚼ● ❖ᛖ❐⋄◘ ᔕᚴ ○◘❖ᚼ○ᛖ■♦◘ ᔕᛖ●●❼◘◘ᚸᔕ■ᚼ⋄○◘ ᛗ◘⋄♦❐♦♦♦◘❐ᛖ
🔑ᛖ◘ᛖᚼ♦ᛖ⋄ ☎🔑ᛖ◘ᛖᚼ♦ᛖ⋄ 𝒹🖙ᔕᛗ ☹ᛖᔕ🖄 🗁🖲🗐☽ 🖙ᚼ♦ᔕ ᔕᚴ ●◘ᛗ◘○◘⌘ᚼ◘■ᛖ🖃◘ ᔕ⋄ᛗ◘●◘🖃 ◘◘⌘⌘◘■♦ᔕ●ᛖ ᛖ ⋄ᚼ■◆◘⋄♦ᔕ ᛗ◘■ ○ᛖᔕ■ᔕ◘ᚼ ⋄♦❐ᛖ♦♦ᔕ○ᛖ■♦ ᛖ ❐ᔕ❖❖ᚼᛗᚼ■ᔕ♦ᚼ🖃 ☹ᔕ ◘ᚼ⋄♦ᔕ → ᛗ◘⋄♦ᚼ♦♦ᚼ♦ᔕ ᔕᔕ ◆■ ᛗ◘◘ᔕ◘■ᛖ ᛗ ᛖ■♦❐◘ᔕ ☎❐ᚼᛖ○◘ᚼ♦◘ ᔕᔕ ↗ᛖᛗᚼ☽ ᛗᚼ❐ᛗ◘■ᔕᔕ♦◘ ᛗᚼᛖ ○ᛖᚼᔕ♦ᛖ ᔕᚴ ↗ᛖᛗᚼ☽ ᛗᚼ❐ᛗ◘■ᔕᔕ♦◘ ᚸᚼ◘♦ᛖ ᔕᚴ ●◘ᛗ◘○◘⌘ᚼ◘■ᛖ🖃◘ ᔕ⋄ᛗ◘●◘🖃 ◘◘⌘⌘◘■♦ᔕ●ᛖ ᛖ ⋄ᚼ■◆◘⋄♦ᔕ ᛗ◘■ ○ᛖᔕ■ᔕ◘ᚼ ⋄♦❐ᛖ♦♦ᔕ○ᛖ■♦ ᛖ ❐ᔕ❖❖ᚼᛗᚼ■ᔕ♦ᚼ🖃 ☹ᔕ ◘ᚼ⋄♦ᔕ → ᛗ◘⋄♦ᚼ♦♦ᚼ♦ᔕ ᔕᔕ ◆■ ᛗ◘◘ᔕ◘■ᛖ ᛗ ᛖ■♦❐◘ᔕ ☎❐ᚼᛖ○◘ᚼ♦◘ ᔕᔕ

☎⚐⧈⧉⧈⧉⧈⧉

❾ ♏ ♋ ❽☪❾♑ ♌♋♦♋ ♌♋ ◘⬩♏◆♌◻♑❒♋❍♓↗♓♍♋⌘♓◻■♏ ♋♌ ♋■♈♭◻●◻ ♋♍◆♦◻♑ ⊛♏ ♏⬩♦❒♏❍♓♦→ ♌♏♓ ❒♋❍♓ ♦♏❒❍♓■♋■◻ ♋ ♍◆■♏◻♑ ♗♋ ❒♏♦♏ ♋⬩⬩♏■♦♏♑ ♪♓ ◘❒♏⬩♏❒❖♋ ♓■ ♏◘♓❒♓●♓♏❖◻ ♍◻■♍♋❖◻♑ ♦♋●❖ ◻●♦♋ ◘♋❒⌘♓♋●❍♏■♦♏ ❒♓♏❍◘♓♦◻ ♌♋ ◘♏●♓♦♏♑ ✋● ♌♓♋❍♏♦❒◻ ❍ ♋⬩⬩♓❍◻ ◘◆⇩ ♋❒❒♓❖♋❒♏ ↗♓■◻ ♋ 🖹♑⇞ ♍❍♑ ●♋ ●◆■♈♭♒♏⌘⌘♋ ↗♓■◻ ♋ ❑◆♋●♍♒♒ ♌♏♍♓■♋ ♌♓ ♍❍ ♏ ●♋ ◘❒◻↗◻■♌♓♦→ ↗♓■◻ ♋ 🗀♑🖮 ♍❍♑

❁♋♏■♓♌♓◆❍ ☎❁♋♏■♓♌♓◆❍ ℙ♏♏❒ 🗁☜🖮🖮 ♑ ♏☒ 🖋◆♏■⬩♦♏❒♓♌♓ ♪♦♏❒■♢♏❒♈ 🗁☜🖹▤◑♑ ❁❒♋♍♍♓♋ ♌♋ ❒♏♦♦♓●♓■♏♋ ♋ ⬩♓■◆◻⬩♋♑ ♍◻■ ⬩♦❒◆◆ ♦◆❒♏ ❍♏■♓⬩♍♋♦♏ ☎♋ ❒♓♏❍◘♓❍♏■♦◻ ♋♦♦♓❖◻◑♑ ⬩♏■⌘♋ ◘♏❒♏♦ ♈♭♏■♏❒♋●❍♏■♦♏ ◻♢●♓❑◆♋ ◻ ◘♋❒♋●●♏●♋ ♋●●♋ ⬩♦❒♋♦♓↗♓♍♋⌘♓◻ ■♏♑

❁♏♓♍♒♓♍♒■◆⬩ ☎❁♏♓♍♒♓♍♒■◆⬩ ♪♏♓●♋♍♒♏❒♑ 🗁♈▤▯◑ ❁❒♋♍♍♓♋ ❖♏❒♦♓♍♋ ●♏♑ ◘♏❒◘♏■♌♓♍◻●♋❒♏ ♋●●♋ ⬩♦❒♋♦♓↗♓♍♋⌘♓◻■♏ ♍◻■ ⬩◘❒♏♦♓↗♓♍♋⌘♓◻■♏ ♍◻⬩ ⬩♦❒♋♦♓↗♓♍♋⌘♓◻■♏♑ ♪♓ ◘❒♏⬩♏❒❖♋ ♓■ ↗◆●● ❒♏●♓♏↗♑

❁♒♋●♋⬩⬩♓■◻♓♌♏⬩ ☎❁♒♋●♋⬩⬩♓■◻♓♌♏⬩ ☜♒❒♏■♢♏❒♈ 🗁☜▯🗐♑ ❁♑ ⬩◆♏❖♓♍◆⬩ ☼♓♏♦♒ 🗁☜▯▤▯◑ ❁♋■♋ ♍♓●♓■♌♓❒♓♍♋♑ ❒♋❍♓↗♓♍♋♦♋ ♋ ✡♑ ●◆■ ♈♭♋♋ ♏ ●♋❒♈♭♋♋ ♌♓❖♏❒⬩♓ ♍❍♑ ◘❒♏⬩♏❒❖♋♦♋ ♓■ ↗◆●● ❒♏●♓♏↗♑ ☝ ♏■♏❒♋●❍♏■♦♏ ◘♋❒♋●●♏●♋ ♋●●♋ ⬩♦❒♋♦♓↗♓♍♋⌘♓◻■♏ ♍◻■ ⬩◘❒♏♦♓↗♓♍♋⌘♓◻■♏♑

♦◻◘◻■◻❍♓♋♑⬩♦❒♋♦♓■◻❍♓♋ ☼♏●♋⌘♓◻■♏ ⬩◘♋⌘♓♋●♏ ♦❒♋ ●♏ ♦❒♋♍♍♏ ↗◻⬩ ⬩♓●♓ ♏ ♈♭●♓ ⬩♦❒♋♦♓ ♌♓ ♌♓↗↗♏❒♏■♦♏ ♈♭❒♋■◆●◻❍♏♦❒♓♋♑●♓♦◻●◻♈♭♓ ♋♑ ☝●♓ ⬩♦❒♋♦♓ ◘♓▫ ♈♭❒◻⬩⬩◻●♋■♓ ☎♈♭♏■♏❒♋●❍♏■♦♏ ♋❒♏■♓♦♓♍♓◑ ❒♋◘◘❒♏⬩♏■♦♋■◻ ♈♭●♓ ⬩♦❒♋♦♓ ♌♓ ❒♓↗♏❒♓❍♏■♦◻♑

♦❒♋♍♍♓♋ ↗◻⬩⬩♓●♏ ☎🖬 ♓♍■◻↗◻⬩⬩♓●♏◑ ♦♦❒◆♦♦♦❒♋ ♌♓◻●◻♈♭♓♍♋♑⬩♏♌♓❍♏■ ♦♋❒♓♋♑ ■◻❒❍♋●❍♏■♦♏ ♋◆♦◻♍♦◻■♋♑ ◘❒◻♌♋♦♋●◻♈♭♓♍♋ ♋●●❼♋♦♦♓❖♓♦ → ♌♓ ◆■ ⬩♓■♈♭◻●◻ ◻❒♈♭♋■♓⬩❍◻ ☎◻ ♍◻❍◆■♓♦→ ♌♓ ◻❒♈♭♋■♓⬩❍♓ ♑ ♦❒♋♍♏♑❍♋♋&♏❒⬩◑ ♍♒♏ ❍◻♌♓♋♏■♦◻ ♓■ ♍◆♓ ❖♓❖♏ ◘♏❒ ❍♋●♦♏■♏❒♏ ●♏ ↗◆■⌘♓◻■♓ ↗♓⬩♓◻●◻♈♭♓♍♒♏♑ ♓■ ❒♓⬩◘◻⬩♦♋ ♋●●♋ ■♋♦◆❒♋ ↗♓⬩♓♍♋ ♏ ♍♒♓❍♓♍♋ ♌♏● ⬩◆♌⬩♦❒♋♦◻💻 ❒♋◘◻❒♏ ⬩♏■♦♋ ❑◆♓■♌♓ ◆■ ♍◻❍◻◻❒♦♋❍◻●♏ ↗◻⬩⬩♓●♏♑ ⚐♈♭■♓ ♦❒♋♍♍♓♋ ♒♋ ◆■ ⬩◆◻ ⬩◘♏♍♓↗♓♍◻ ⬩♓♈♭■♓↗♓♍♋♦◻ ♏♦◻●◻♈♭♓♍◻♑ ♏♍◻●◻♈♭♓♍◻ ♏ ⬩♏♌♓❍♏■♦◻●◻♈♭♓♍◻♑

♪◻■◻ ♦❒♋♍♍♓♋ ↗◻⬩⬩♓●♓💻 ◘♓⬩♦♏♑ ◻❒❍♏♑ ♦♋■♏♑ ◘♏❒↗◻❒♋⌘♓◻■♓♑ ♍◻◘◻❒◻●♓♦♓♑ ◘♋●●◻♦♦◻●♏ ↗♏♍♋●♓♑ ♍♋♦♏■♏ ↗♏♍♋●♓♑ ◆❒◻●♓♦ ♓♑ ■♓♌♓♑ ♈♭♋⬩♦❒◻●♓♦♓♑ ♦❒♋♍♍♓♋ ♌♓ ◘❒♏♈♭■♋♦♏●♏ ♑ ♎◻⌘⌘◻●♓♑

❁◘♋♍♍♏♑❍♋♋&♏❒ ✈◆♋●⬩♓♋⬩♓ ◻❒♈♭♋■♓⬩❍◻ ♍◻⬩♦❒◆♦♦♦◻❒♏ ♌♓ ♦❒♋♍♍♓♋ ↗◻⬩⬩ ♓●♓♑

❁❒♓♍♒♓♍♒■◆⬩ ☎✝♍♒❍♋●■♑ 🗁☜☜☜◑ ❁❒♋♍♍♓♋ ♍◻⬩♦♓♦◆♓♦♋ ♌♋ ♍♓●♓■♌❒ ♏◆♓❍♏■♓ ↗♓●♓↗◻❒❍♓ ❍◻●♦◻ ⬩◻♦♦♓●♓ ☎🖫 🗁❍❍◑ ◻♢●♓❑◆♓ ◻ ❖♏❒♦♓♍♋ ●♓♑ ❒♋❒♋❍♏■♦♏ ❒♋❍♓↗♓♍♋♦♓♑ ♓❍◘❒♏♈♭■♋♦♓ ♌♓ ◻⬩⬩♓♌♓ ♏ ♓♌❒◻ ⬩⬩♓♌♓ ♌♓ ↗♏❒◻◻♑

❍◻♋⬩⬩♓♋♑⬩♦❒♋♦♓■◻❍♓♋ ☎❍◻♋⬩⬩♓♋♑⬩♦❒♋♦♓■◻❍♓♋ 🖋♋⬩⬩♋●◻■♈♭◻ 🗁☜▯▤◑ ♦♦❒◆♦♦♦❒♋ ♓❒◻❒♏♈♭◻●♋❒♏ ♍◻■ ❒♓♏❍◘♓❍♏■♦◻ ♋ ⬩◻♢◻♏♓♦♏♑ ♋♌ ■◆❍♏❒◆♓♦♋ ♌♋ ■◆❍♏❒♓♦♓♦♋ ♌♋ ♍♓●♓■♌❒ ♏◆♓♦♓♦♋ ♌♋ ♍♓♒❒◻ ♦♋♦♏■♏❒ ♓■ ●◆■♈♭ ♒♏⌘⌘♋ ♏ ◘◻♓♏■♦♋⌘♓◻■♏♑ ⊛♏ ⬩◻♢◻♏♓♦♏♑ ⬩◻■◻ ♋❒❒♋■♈♭♓♋♦♏ ♓■ ◘♋♦♦♏❒■ ♋♌ ♏●♓♍♋♑ ♋ ●◻♢◻ ◻ ♍♓❒♍♍◻●♋❒♓♑ ♍◻●●♏♈♭♓♋♦♏ ♋♌ ◆■ ♦◆■■♏● ♍♏■♦❒♋●♏♑ ⊛❼♓■♦♏❒♋ ⬩◆❒♦♦♦❒♋ ◘◆⇩ ❒♋♈♭♓◆■♈♭ ♏❒◻❒♓♍◻■⬩♓◘■♓ ↗♓■◻ ♋ 🗁 ❍ ⬩♓♋ ♌♓ ●♋❒♈♭♒♏⌘⌘♋ ⬩♓♋ ♌♓ ♋● ♦♏⌘⌘♋♑ ♪♓ ◘❒♏⬩♏❒❖♋ ♈♭♏■♏❒♋●❍♏■♦♏ ♓■ ♏◘♓❒♓●♓♏❖◻ ◻ ♓■ ♓ ◘◻❒♓●♓♏❖◻♑ ❒♋❒♋❍♏■♦♏ ♋ ❒♓●♓♏❖◻ ♍◻❍◘●♏♦◻♑

Appendice 5

5.1. Caruso C., D'Alessandro A., Natoli D. & Sonnino M. (2010) - *Ichnofossils protection and conservation in the Saraceno Valley (Northern Calabria, Southern Italy)*. Atti del Convegno della Soc. Pal. It. Giornate di Paleontologia, X Ed., Arcavacata di Rende (CS), 27-29 maggio 2010

5.2. Caruso C., D'Alessandro A., Leszczyński S. & Sonnino M. (2010) - *Facies of Stilo - Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy). Inferred from sedimentological and ichnological investigations: preliminary interpretations.* Atti del Convegno "GeoSed 2010", p.16. Torino, 22-23 settembre 2010

5.3. Caruso C., Giacobbe S. & Sonnino M. (2010) - *Organisms-sediment interactions: observation and interpretation of ichnites in aquaria and in modern marine sediments.* Atti del Convegno "GeoSed 2010", p. 17. Torino, 22-23 settembre 2010

5.4. Caruso C., Natoli D. & Sonnino M. (2011) - *Sedimentology and Ichnology of the lower part of the Saraceno Formation (Cretaceous?, Miocene?) (northern Ionian Calabria)*. Atti convegno GeoSed Caserta/Rendiconti Online SGI, 17: 31.

5.5. Caruso C., Dominici R. & Sonnino M. (2011) - *Relazioni tra sedimentologia ed icnologia nella Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Agnana Calabra (Calabria ionica meridionale)*. Atti convegno GeoSed Caserta/Rendiconti Online SGI, 17: 33.

5.6. Caruso C. & Sonnino M. (2011) - *Relazioni tra un evento tettonico-sedimentario e l'icnologia: un esempio nella Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) a Bova (Calabria ionica meridionale)*. Atti convegno GeoSed Caserta/Rendiconti Online SGI, 17: 35-39.

5.7. Caruso C. & Sonnino M. (2011) - *Osservazioni sedimentologiche ed icnologiche sulla Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Monte Linare (Gioiosa Ionica, Calabria meridionale)*. Atti convegno GeoSed Caserta/Rendiconti Online SGI, 17: 41-46.

5.8. Caruso C. & Sonnino M. (2011) - *Tecniche di terreno e di laboratorio per la riproduzione di tracce fossili*. Atti convegno GeoSed Caserta/Rendiconti Online SGI, 17: 47-52.

5.9. Caruso C., Sonnino M. & Uchman A. (2011) - *Preliminary ichnological observations on the Trubi Fm (Lower-Middle Pliocene) near the village of Palizzi Marina (southern Ionian Calabria)*. Atti convegno GeoSed Caserta/Rendiconti Online SGI, 17: 53-57.

5.10. Caruso C., Sonnino M. & Uchman A. (2011) - *Trace fossils in the Pleistocene arenites outcropping nearby the village of Bombile (southern Ionian Calabria)*. Atti convegno GeoSed Caserta/Rendiconti Online SGI, 17, 59-61.

5.11. Uchman A., Caruso C. & Sonnino M. (2012) - *Taxonomic review of* Chondrites affinis *(Sternberg, 1833), from Cretaceous-Neogene offshore-deep-sea Tethyan sediments and recommendation for its further use*. Riv. It. Paleont. Stratigr, 118 (2): 313-324.

5.12. Caruso C., Ceravolo R., Cianflone G., Dominici R. & Sonnino M. (2013) - *Sedimentology and ichnology of Plio-Pleistocene marine to continental deposits in Broglio (Trebisacce, northern ionian Calabria, Italy)*. Atti Congresso GeoSed 2013/Journ. Med. Earth Sc., S.I.: 21-24.

5.13. Caruso C. & Calimeri F. (2013) - *"IchnoApp and "IchnoWiki": ichnological mobile database-applications for field use*. Atti Congresso GeoSed 2013/Journ. Med. Earth Sc., S.I.: 25.

5.14. Caruso C., Cianflone G., Dominici R., Sonnino M. & Veltri M. (2013) - *Continental to marine deposits of the Stilo-Capo d'Orlando Formation (Oligo-Miocene) in the area of Agnana Calabra (southern ionian Calabria, Italy) inferred from sedimentological and ichnological data*. Atti Congresso GeoSed 2013/Journ. Med. Earth Sc., S.I.: 27-29.

Dipartimento di Scienze della Terra

Giornate di Paleontologia
X edizione. 27-29 maggio 2010
Arcavacata di Rende

CONVEGNO DELLA SOCIETÀ PALEONTOLOGICA ITALIANA

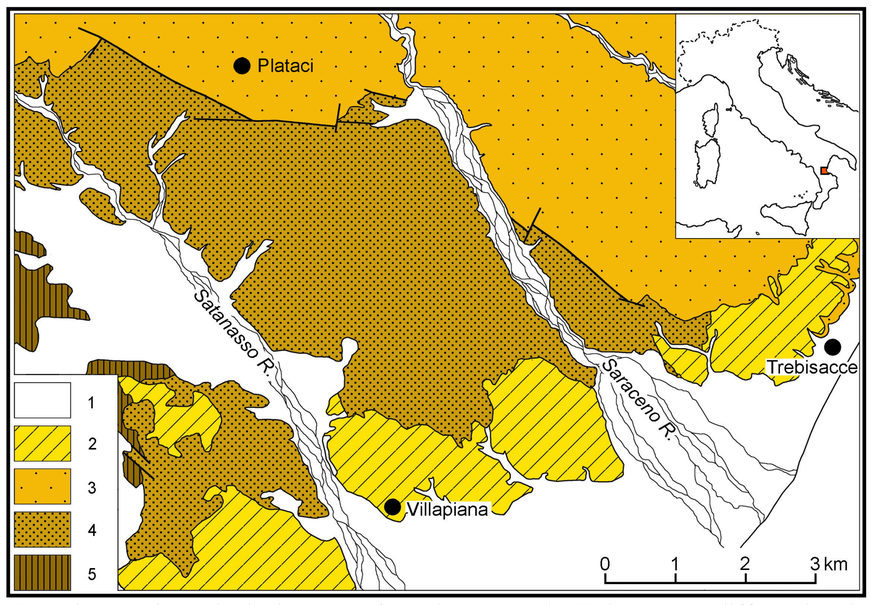
ICHNOFOSSILS PROTECTION AND CONSERVATION IN THE SARACENO VALLEY (NORTHERN CALABRIA, SOUTHERN ITALY)

Claudia CARUSO[1], Assunta D'ALESSANDRO[2], Domenico NATOLI[1] & Maurizio SONNINO[1]

[1] Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria
[2] Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università degli Studi di Bari

Geological and stratigraphical setting

The Saraceno Fm. (Vezzani, 1968) mainly outcrops in the Saraceno Valley and in the Satanasso Valley (Northern Calabria, Ionian coast).
Recent studies indicate the Saraceno Fm. has a Miocene age, by Di Staso & Giardino (2002).
The Saraceno Fm. is about 500 m thick and it shows a lithological evolution from marls (sometimes with chertly nodules) to calcarenites, that represents an evolution from shelf to deep sea fan deposits (Sonnino, 1984). Other geological prerogatives of the Saraceno Fm., in the Saraceno Valley, are: (i) broad outcrops, more than 70 metres high and 300 metres wide, (ii) spectacular folds, faults and thrusts and (iii), first of all, the Saraceno Fm. is very rich in trace fossils.
Furthermore, the Saraceno Valley is a good example of *fiumara*.



Location and geological map of study area. 1) Holocene undifferentiated; 2) Pliocene and Pleistocene undifferentiated; 3) Albidona Formation (Oligocene-Miocene); 4) Saraceno Formation (Miocene); 5) Crete Nere Formation (Cretaceous)





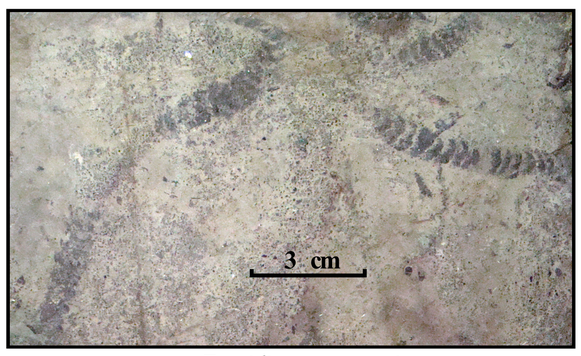
Importance of ichnofossils protection

D'Alessandro *et al*. (1986) describe nineteen ichnogenus and ichnospecies, which are very well recognizable and preservated in the Saraceno Fm.: *Chondrites* (five ichnospecies), *Cosmorhaphe lobata*, *Fucusopsis*, *Helminthoida labyrinthica*, *Paleodictyon*, *Palaeophycus tubularis*, *Phycosiphon incertum*, *Rhizocorallium irregulare*, *Scolicia*, *Taenidium annulatum*, *Taenidium satanassi*, *Teichichnus*, *Thalassinoides*, *Zoophycos* (two ichnospecies). Particularly, *Taenidium satanassi* is a new ichnospecies, described for the first time by D'Alessandro & Bromley (1987), studying the holotype found in the Satanasso Valley. *Taenidium satanassi* was referred first to *Muensteria* by Seilacher (1958) and to *Muensteria* ichnosp. by D'Alessandro *et al*. (1986).

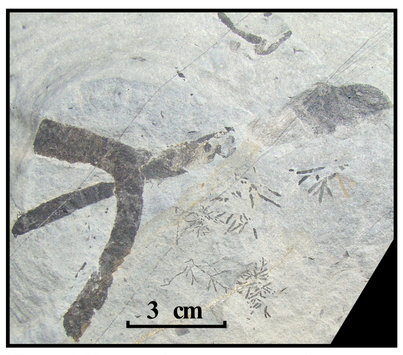




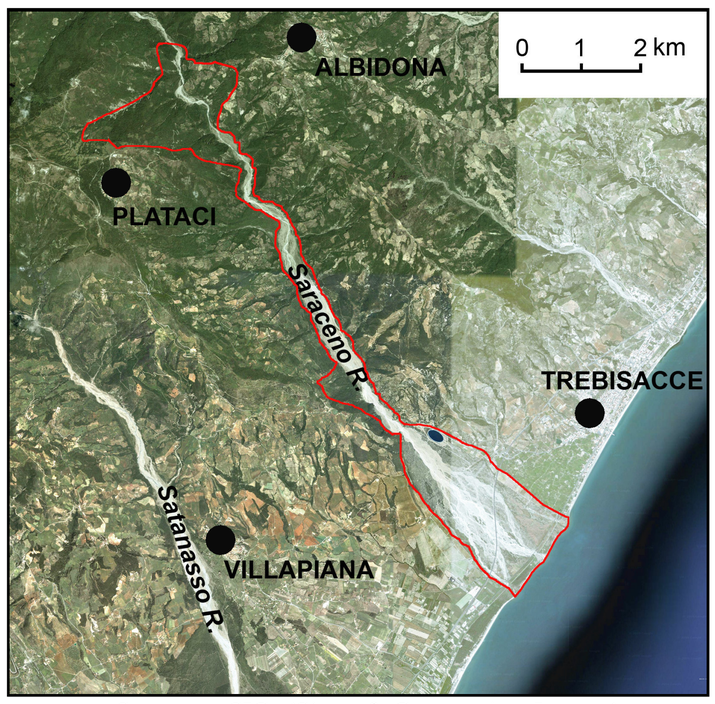
Helminthoida isp.



Taenidium satanassi



Four different ichnospecies of *Chondrites*

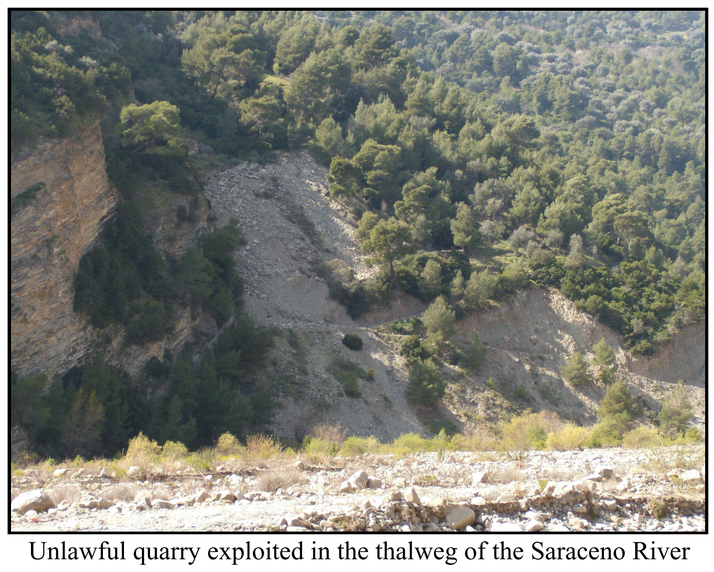


Saraceno SIC (Site of Community Interest), delimited by the red line





Actually, the Saraceno Valley is listed in a SPA (Special Protected Area) and in a SCI (Site of Community Interest), but this kind of protection is not enough; indeed, in the Saraceno area some illegal rubbish discharges (*e.g*. asbestos cement, washing-machines, tyres, *etc*.) are still present, even if the area is impounded by *Procura della Repubblica* since 2004. Furthermore, in the thalweg of the Saraceno River is still exploited an unlawful quarry, in which sandstone layers are extracted and merchandised under the trade name "*Pietra grigia del Saraceno*". So, this area needs more protection.
Because of geological, sedimentological, paleontological and geomorphological features, which are scientifically and didactically important, this area has all rights to be listed as a Geosite. The aim of this new geosite will be not only the preservation and enhancement of big and quite visible and recognizable geological structures (*e.g*. folds, faults, *etc*.) but also, and primarily, the protection and conservation of trace fossils, because they have an high scientific value, even if they have small-sized.
The creation of this geosite may be allowed because of its availability and its proximity to the tourist seaside town of Trebisacce. Furthermore, it may be included in a cultural circuit, together with an archeological site (dates from the Bronze Age) situated in Broglio, near the Saraceno River, which is already part of an Archeological Park.



Unlawful quarry exploited in the thalweg of the Saraceno River

References

D'Alessandro, Ekdale A.A. & Sonnino M. (1986). Jour. of Sed. Petr., 56: 294-306.
D'Alessandro A. & Bromley R.G. (1987). Palaeontology, 320: 743-763.
Di Staso A. & Giardino S. (2002). Boll. Soc. Geol. It., Vol. spec. n. 1: 517-526.
Seilacher A. (1958). Eclogae Geologicae Helvetiae, 51: 1062-1078.
Sonnino M. (1984). 5ème Congr. Europ. Sédim., Marseille, Abstr., 479-480.
Vezzani L. (1968). Geologica Romana, 7: 229-275.

FACIES OF STILO-CAPO D'ORLANDO FORMATION (MIOCENE, SOUTHERN ITALY), INFERRED FROM SEDIMENTOLOGICAL AND ICHNOLOGICAL INVESTIGATIONS: PRELIMINARY INTERPRETATIONS

Claudia CARUSO[1], Assunta D'ALESSANDRO[2], Stanisław LESZCZYŃSKI[3] & Maurizio SONNINO[1]

[1] Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria
[2] Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università degli Studi di Bari
[3] Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

The sedimentary deposits studied in this work belong to the Stilo-Capo d'Orlando Formation (Oligocene–Miocene; Bonardi *et al.*, 1984) which mantles the Stilo and Aspromonte structural units in the Calabrian Arc (South-Eastern Calabria) (fig. 1).
The integrated studies of sedimentological and ichnological facies of this formation provide fundamental data on paleogeographic and tectonic evolution. The most intriguing aspect of the Stilo-Capo d'Orlando Formation is its rapid upward passage, at regional scale, from conglomeratic alluvial, fan-delta or from conglomeratic and sandy beach deposits (Zomino and Pentidattilo units) to predominantly mudstone successions with thin sandstones beds (San Nicola and Bova units) deposited in shallow water or shelf environments, in any case below storm wave base (Sonnino, 1997; Dominici & Sonnino, 1998, 2009).

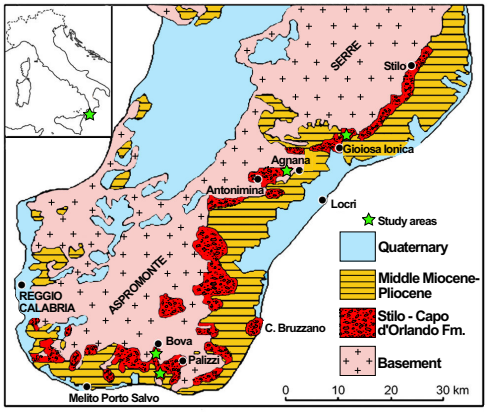


Fig. 1 - Geological sketch map of the study area

Recent investigations of the Stilo-Capo d'Orlando Formation executed by the authors in the area between Gioiosa Ionica and Bova revealed that the deposits of the lower part of San Nicola and Bova units include beds of normally-graded and parallel-stratified, rarely ripple cross-laminated sandstone showing frequently sharp lower and upper boundaries. The passages from sandstone to overlying mudstone show diverse trace fossils not described yet from these deposits. Following ichnogenera have been recorded: *Zoophycos*, *Thalassinoides*, *Ophiomorpha*, *Chondrites*, *Cosmorhaphe*, *Phycosiphon*, *Scolicia*, *Nereites*, *Palaeophycus* and *Gyrophyllites*. The last mentioned ichnotaxon has been found in three specimens in only one outcrop located near the village of Bova. All ichnogenera appear to be represented essentially by single ichnospecies. The trace fossils are usually hardly recognizable on fresh rock surfaces. The associated mudstones appear to be highly bioturbated, however the bioturbation structures inferred at fresh splitting surfaces are taxonomically indeterminable.


Fig. 2 - Thin and thick arenaceous layers. Mount Linare


Fig. 3 - Bioturbated bed surface of alternated sandstones and mudstones. Agnana, Luria Valley (1)


Fig. 4 - Sandstones and mudstones shelf deposits. Bova

Investigations in one outcrop near Gioiosa Ionica town (Mount Linare), indicate a high ichnodensity constituted by abundant *Scolicia prisca* (fig. 5), *Nereites* cf. *missouriensis* (fig. 6), *Ophiomorpha* cf. *annulata* (fig. 7) and a specific trace fossil appearing to represent a new ichnogenus (fig. 8). The lithofacies and trace fossil assemblage point to deposition in ?outer shelf to upper slope channel environment.

Investigations near Agnana village show:
- Luria Valley (1): a passage between continental deposits (composed by lignite) and marine sandstone in the lower part of the succession. This passage is underlined by a dominant presence of *Thalassinoides* isp. and *Ophiomorpha irregulaire* (fig. 9).
- Luria Valley (2): rich ichnoassemblage constituted by a dominant presence of *Zoophycos* cf. *brianteus* (fig. 10), *Nereites* isp., *Thalassinoides* isp. According to literature, this ichnoassemblage suggests a deep marine basin, but actually the lithofacies suggest a rapid sedimentation rate below storm wave base in a not excessively deep basin (Dominici & Sonninno 2009).
- within Agnana village: a low ichnodiversity but a high ichnodensity dominated by the abundant presence of *Zoophycos* cf. *insignis* (fig 11) and some *Thalassinoides* isp. (fig. 12).

Investigations near Bova village show:
- Vena Valley: a low ichnodensity constituted by *Scolicia prisca* (fig. 13), *Nereites* isp., *Phycosiphon* isp. and *Cosmorhaphe* isp. This ichnoassemblage together with lithofacies indicate a depositional basin depth below storm wave base.
- within Bova village: a high ichnodensity constituted by *Ophiomorpha* isp., *Phycosiphon* isp., *Zoophycos* isp., *Taenidium* isp. (fig. 14), *Gyrophyllythes* cf. *rehsteineri* (fig. 15), *Chondrites* isp. and a ?new ichnogenus (fig. 16 comp. fig. 8). This ichnoassemblage together with lithofacies indicate deposition below storm wave base.


Fig. 5 - *Scolicia prisca*. Mount Linare


Fig. 6 - *Nereites* cf. *missouriensis*. Mount Linare


Fig. 9 - *Ophiomorpha irregulaire* and *Thalassinoides* isp. Agnana, Luria Valley (1)

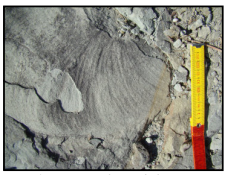


Fig. 10 - *Zoophycos* cf. *brianteus* Agnana, Luria Valley (2)


Fig. 13 - *Scolicia prisca* Bova, Vena Valley


Fig. 14 - *Taenidium* isp. Bova


Fig. 7 - *Ophiomorpha* cf. *annulata*. Mount Linare


Fig. 8 - ?new ichnogenus. Mount Linare

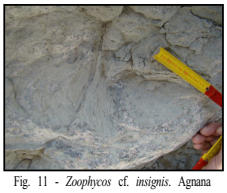


Fig. 11 - *Zoophycos* cf. *insignis*. Agnana


Fig. 12 - *Thalassinoides* isp. Agnana

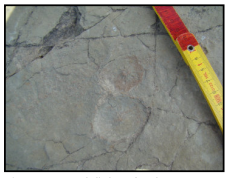


Fig. 15 - *Gyrophyllythes* cf. *rehsteineri*. Bova


Fig. 16 - ?new ichnogenus. Bova

The physical features of the deposits suggest deposition entirely below a storm wave base. Rarity of ripple cross-lamination and sharp tops of sandstone beds imply frequent occurrence of bypassing in the sedimentary area and accordingly deposition in area of growing inclination of the sea bed. The trace fossils appear to represent the *Zoophycos* Ichnofacies, characteristic of basin slope, and generally confirm the environmental inferences drown from the physical sediment features. Thus the sedimentary and ichnological features evidence a rapid and significant drowning of the area at the beginning of Miocene. The preliminary data show that the ichnological investigation can significantly contribute to the earlier acquired data on features and origin of the deposits.

References

Bonardi G. *et al.* (1984) Boll. Soc. Geol. It., 103, 279-309.
Dominici R. & Sonnino M. (1998) Atti 79° Congr. Soc. Geol. It., Palermo, 433-434.
Dominici R. & Sonnino M. (2009) Book of Abstracts, 27th Meeting IAS, 500.
Sonnino M. (1997) In: Guida alle escursioni, Gruppo di Sedimentologia CNR, Riun. Sc. Ann., Rende, Cosenza (ed. da G. Ferrini, A. Moretti e M. Sonnino), pp. 53-81.

Acknowledgement

Prof. dr hab. Alfred Uchman
Instytut Nauk Geologicznych,
Uniwersytet Jagiellonski, Krakow

ORGANISMS-SEDIMENT INTERACTIONS: OBSERVATION AND INTERPRETATION OF ICHNITES IN AQUARIA AND IN MODERN MARINE SEDIMENTS

Claudia CARUSO,[1] Salvatore GIACOBBE[2] & Maurizio SONNINO[1]

[1] Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria
[2] Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università degli Studi di Messina

INTRODUCTION

The scientific study of ichnites (traces left by animals, both vertebrate and invertebrate) began more than half a century, but only recently detailed analysis and new methodologies have been undertaken.
New actualistic approach to correlate ichnites with the corresponding trace-makers is presented in this work.
The main purpose of this new study is aimed to observe the behaviour of organisms in aquaria and their relationship with the sediment and the sedimentation rate.

OBSERVATIONS IN AQUARIA

METHODOLOGIES

For this kind of study, the first step (figg. 1 and 4) is the construction of appropriate aquaria, divided into sectors, containing different sediment (natural bathyal mud and beach sand, colored artificial floor, *etc.*) more or less rich in organic matter. In each sector various benthic organisms (*e.g.* polychaetes, crustaceans, molluscs, echinoids, *etc.*) are maintained.



Fig. 1 - Set of tanks containing clayey silt sampled in the Thyrrenian Sea, at a depth of 1200 m.
Simulation of a bathyal environment (low sedimentation rate).
Bed thickness: 5 cm.
Organisms: epibenthos

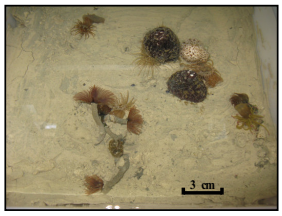


Fig. 2 - Organisms living in soft sediment: polychaetes (*Branchiomma luctuosum*, *Megalomma claparadei*), coelenterates (*Anemonia sulcata*, *Aiptasia diaphana*), ascidians (*Distaplia magnilarva*)

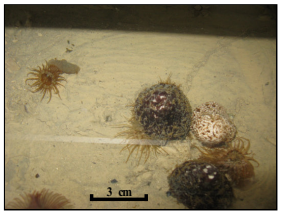
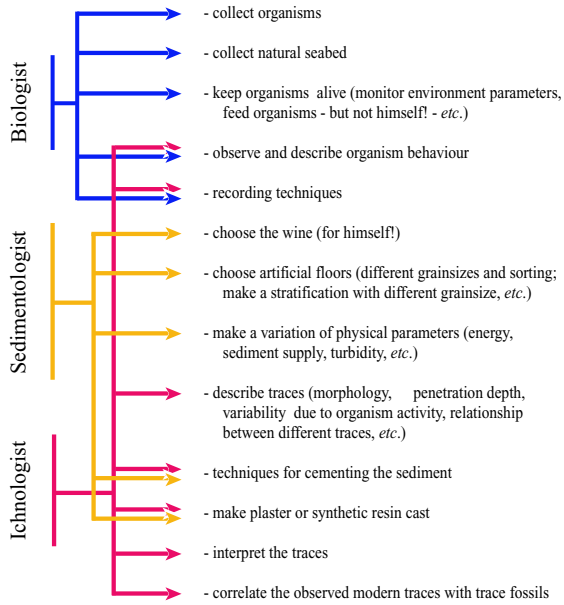


Fig. 3 - Enlargement of fig. 2. In the top right is visible a locomotion trace left by gastropod (*Cerithium* isp.)

RULES



The second step (figg. 2, 3, 5 and 6) is the observation of epichnia (= traces placed on the upper surface of the sediment, at the water-sediment interface) using camera and video footage.
The third step is the variation of starting condition, both changing edaphic parameters (*e.g.* sedimentation rate, salinity, oxygen content, food availability, *etc.*) and simulating the passing of a torbidity current.
The final step is the study of endichnia (= traces left by organisms inside the sediment) using RX and/or TAC, after the consolidation of sediments using epoxy resin.

Until now, have been made preliminary experiments using small tanks and few organisms, and only step 1 and step 2 have been made.
In the future, larger tanks will be use, and a rich community of organisms will be maintained.

DIFFICULTIES

Recording techniques
- sequential photographs
- lighting
- camera and video camera position

Organisms
- catch organisms
- keep organisms alive
- stress due to artificial environment (temperature, light, oxygen, grainsize, *etc.*)

Techniques for cementing the sediment
- cementing the sediments
- fill empty burrows with plaster or synthetic resin

Observation techniques
- X-Ray
- sections of strengthened specimens

EXPECTED RESULTS

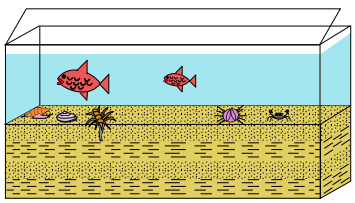


Fig. 4 - Construction of aquaria with sediment and benthic organisms

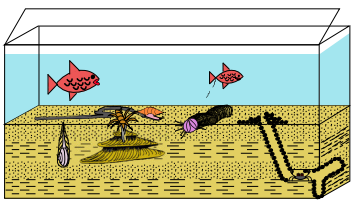


Fig. 5 - Organisms began to left traces on the top and within the sediment

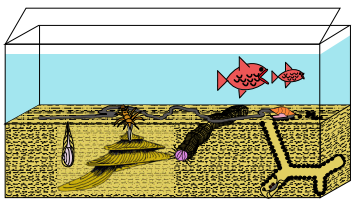
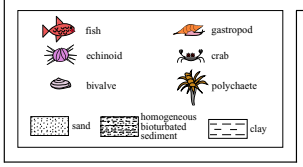


Fig. 6 - Homogenization of sediments by organisms; mottled deposits



OBSERVATIONS IN MODERN MARINE SEDIMENT

The other methodology, more difficult, is the observation of ichnites directly on the seabed. For this kind of study, the instrumentation ROV is utilized. Obviously, the main difficulty is due to the chance of discovering ichnites and the chance of observing the organisms during the construction of traces.

Acknowledgement
Dr. Andrea Cosentino
Dip. Biologia Animale ed Ecologia Marina
Università degli Studi di Messina

Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 17 (2011), p. 31, (DOI: 10.3301/ROL.2011.17)
© Società Geologica Italiana, Roma 2011

Sedimentology and ichnology of the lower part of the Saraceno Formation (Cretaceous?, Miocene?) (northern Ionian Calabria)

C. Caruso (*), D. Natoli (*) & M. Sonnino (*)

Termini chiave: *Saraceno Formation, hummocky cross stratifications, ichnofossils, shelf deposits, Calabria, Southern Italy.*

The Saraceno Fm. (Selli, 1962) outcrops mainly in the Saraceno Valley and in the Satanasso Valley (Northern Calabria, Ionian coast). It is about 600 m thick (Di Staso & Giardino, 2002) and it is subdivided into four main lithofacies (Sonnino, 1984; D'Alessandro *et alii*, 1986) which show a lithological evolution from marls (sometimes with chert nodules) to calcarenites, to siliciclastic sandstones and shale, that is an evolution from shelf to deep sea fan deposits (Sonnino, 1984). The age of this Fm. is still debated; recent studies indicate that the Saraceno Fm. has a Miocene age (Di Staso & Giardino, 2002), while according to Torricelli & Amore (2003) the Saraceno Fm. is referred to Upper Cretaceous. The Saraceno Fm. is characterized by richness in trace fossils. D'Alessandro *et alii* (1986) describe nineteen ichnospecies, which are very well recognizable and preservated in the Saraceno Fm.: *Chondrites* (five ichnospecies), *Cosmorhaphe lobata*, *Fucusopsis* isp. (now named *Halopoa*), *Helminthoida labyrinthica* (now named *Nereites irregularis*), *Paleodictyon* isp., *Palaeophycus tubularis*, *Phycosiphon incertum*, *Rhizocorallium irregulare*, *Scolicia* isp., *Taenidium annulatum* (now named *Cladichnus fischeri*), *Muensteria* isp. (later named *Taenidium satanassi* and now named *T. dieslingi*), *Teichichnus* isp., *Thalassinoides* isp., *Zoophycos* (two ichnospecies).

Very recent studies executed by the authors, confirm that the lower part of the Saraceno Fm., outcropping in the homonymous valley, considered by Torricelli & Amore (2003) as the type area of this Fm., shows proximal features of a shallow marine paleoenvironment, *i.e.* hummocky cross stratification and symmetrical ripples, already identified by D'Alessandro *et alii* (1986). A detailed stratigraphic sections, of about 55 m in thickness, have been recently measured. The misured outcrop consist of an irregular alternation of calcarenites (sometimes rich in cherts), calcilutite and shales, which is completely overturned. The trend is a general decrease of grain size, from the bottom toward the top. The calcarenitic beds show a normal grain size selection and a gibbous and bioturbated bottom. The top of the calcarenitic layers are constituted by a laminated siltstone, interpreted as a diluted turbiditic current or as a distal diluted tempestites (A. Uchman, pers. comm.). The shale parts are not uniform: colours range from green to red to grey and to black; this change in colours could be due to the fluctuation in oxygen content (A. Uchman, pers. comm.). Almost all shaly intervals are characterized by an allocthonous and an autochthonous shale. In the autochthonous one (black shale), small passive white filled *Chondrites* isp., small *Planolites* isp. and *Trichichnus* isp. are present (= anossic episodes). In the gray shale (stratigraphically located just below the black one) bigger *Chondrites* isp., *Planolites* isp. and also *Thalassinoides* isp. are present (= more oxygenation). So the background sediment is intensely bioturbated. New ichnological observations of the outcrop misured have allowed to recognize: *Chondrites intricatus*, *Chondrites targionii*, *Chondrites stellaris*, *Taenidium dieslingi*, *Rhizocorallium* isp., *Zoophycos* isp., *Trichichnus* isp., *Pilichnus* isp., ?*Phymatoderma* isp., and *Planolites* isp.

Particularly, in the debris nearly the rocky cliff, a beautiful and rare specimen of *Chondrites*, recently deposited in the Geological Museum of the Jagiellonian University, Kraków (Poland) is been collected (Uchman *et alii*, in press). It shows similarities with other specimens referred to Late Cretaceous formations (*i.e.* Campanian Khalenberger Formation); this discovery could confirm the dating of Torricelli & Amore (2003), at least for the lower part of the Saraceno Fm.

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS).
E-mail: claudia.caruso@unical.it; meco81it@hotmail.it; m.sonnino@unical.it

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to A. Uchman, for the worthwhile discussions in the field.

REFERENCES

D'Alessandro A., Ekdale A.A. & Sonnino M. (1986). Jour. Sed. Petr., **56**, 294-306.
Di Staso A. & Giardino S. (2002). Boll. Soc. Geol. It., **1**, 517-526.
Selli R. (1962). Mem. Soc. Geol. It., **3**, 737-790.
Sonnino M. (1984). 5ème Congr. Europ. Sédim., Marseille, Abstr., 479-480.
Torricelli S. & Amore M.R. (2003). Riv. It. Paleo. Strat. **109**, 499-516.
Uchman A., Caruso C. & Sonnino M., in press.

SEDIMENTOLOGY AND ICHNOLOGY OF THE LOWER PART OF THE SARACENO FORMATION (CRETACEOUS?, MIOCENE?) (NORTHERN IONIAN CALABRIA)

Claudia CARUSO, Domenico NATOLI & Maurizio SONNINO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, Cosenza - Italy

The Saraceno Formation (SELLI, 1962) outcrops mainly in the Saraceno Valley and in the Satanasso Valley (Northern Calabria, Ionian coast) (Fig. 1, 2). It is about 600 m thick; SONNINO (1984) and D'ALESSANDRO *et alii* (1986) subdivide it into four main lithofacies (Fig. 7), which show a lithological evolution from marls (sometimes with chert nodules) to calcarenites and to litharenites and shales, that is an evolution from shelf to deep sea fan deposits (SONNINO, 1984). The age of the Saraceno Formation is also very debated (NATOLI, 2009-2010); it is noteworthy that the Cretaceous datings suggest a sedimentary rate more slow than the Cenozoic one (Fig. 3). The Saraceno Fm. is characterized by richness in trace fossils. D'ALESSANDRO *et alii* (1986) describe nineteen ichnospecies, which are very well recognizable and preservated in the Saraceno Fm.: *Chondrites* (five ichnospecies), *Cosmorhaphe lobata*, *Fucusopsis* isp. (now named *Halopoa*), *Helminthoida labyrinthica* (now named *Nereites irregularis*), *Paleodictyon* isp., *Palaeophycus tubularis*, *Phycosiphon incertum*, *Rhizocorallium irregulare*, *Scolicia* isp., *Taenidium annulatum* (now named *Cladichnus fischeri*), *Muensteria* isp. (later named *Taenidium satanassi* and now named *T. dieslingi*), *Teichichnus* isp., *Thalassinoides* isp., *Zoophycos* (two ichnospecies).

The lower part of the Saraceno Fm. crops out in the homonymous valley, that is considered by TORRICELLI & AMORE (2003) as the type area of this Fm. New data confirm that the lower part of the Saraceno Fm. shows proximal features of a shallow marine paleoenvironment, *i.e.* hummocky cross-stratification (Fig. 4, 5) and symmetrical ripples (Fig. 6), already identified by D'ALESSANDRO *et alii* (1986).

A detailed stratigraphic section, of about 55 m in thickness, has been recently measured (Fig. 8). The measured outcrop consist of an irregular alternation of calcarenites (sometimes rich in cherts), calcilutite and shales, which is completely overturned. The trend is a general decrease of grain size, from the bottom toward the top. The calcarenitic beds show a normal grain size selection, and a gibbous and bioturbated bottom.

The top of the calcarenitic layers are constituted by a laminated siltstone, interpreted as a diluted turbiditic current or as a distal diluted tempestites. The shale colours are not uniform: they range from green to red to grey and to black; this change in colours could be due to the fluctuation in oxygen content. Almost all shaly intervals are characterized by an allocthonous and an autochthonous shale.

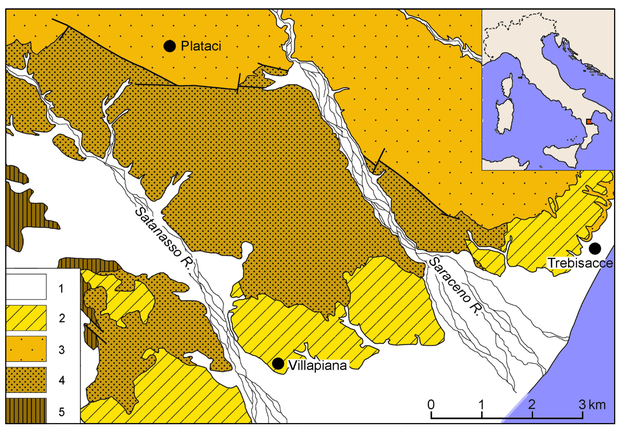


Fig. 1 - Geological sketch map of the studied area.

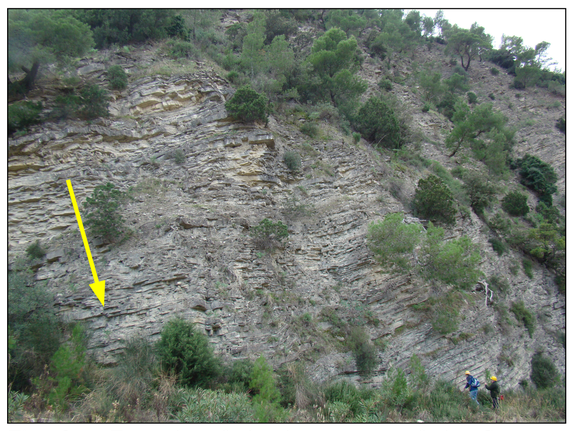


Fig. 2 - Example of the lower part of the Saraceno Fm. in the homonymous valley. The arrow indicates the polarity.

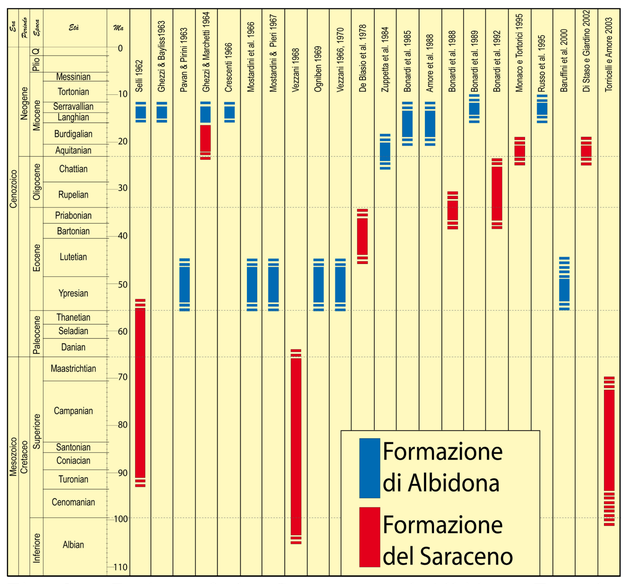


Fig. 3 - Dating of the Saraceno and Albidona Fms. by different authors.



Fig. 4 - Hummocky cross-stratification in the studied area. The arrow shows the polarity.

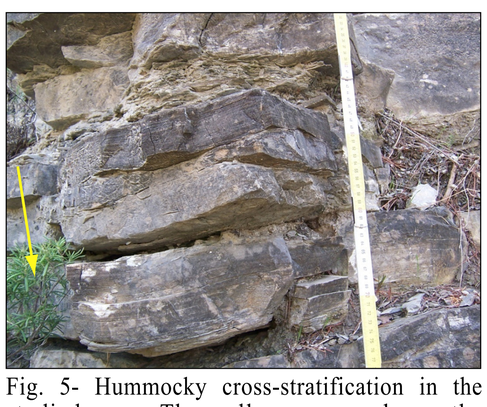


Fig. 5- Hummocky cross-stratification in the studied area. The yellow arrow shows the polarity.

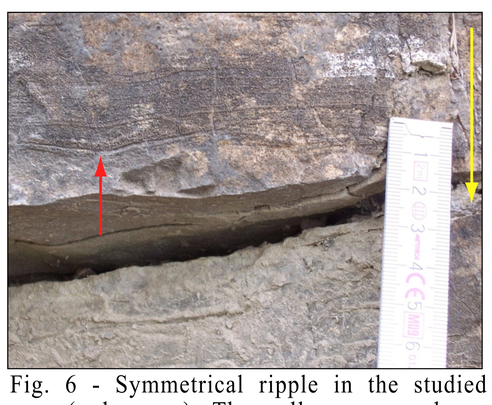


Fig. 6 - Symmetrical ripple in the studied area (red arrow). The yellow arrow shows the polarity.

Almost all shaly intervals are characterized by an allocthonous and an autochthonous shale. In the autochthonous one (black shale), small passive white filled *Chondrites* isp., small *Planolites* isp. and *Trichichnus* isp. are present (= anossic episodes). In the gray shale (stratigraphically located just below the black one) bigger *Chondrites* isp., *Planolites* isp. and also *Thalassinoides* isp. are present (= more oxygenation). So the background sediment is intensely bioturbated.

New ichnological observations of the outcrop measured have allowed to recognize: *Chondrites targionii* (Fig. 9, 10), *Chondrites intricatus* (Fig. 10, 13), *Chondrites stellaris*, *Rhizocorallium* isp. (Fig. 11), *Phycosiphon hamata* (Fig. 12), *Planolites* isp. (Fig. 13), *Taenidium dieslingi* (Fig. 13), *Zoophycos* isp. (Fig. 13), ?*Phymatoderma* isp., *Pilichnus* isp. and *Trichichnus* isp.

Particularly, a beautiful and rare specimen of *Chondrites*, recently deposited in the Geological Museum of the Jagiellonian University, Kraków (Poland) is been collected; it shows similarities with other specimens referred to Late Cretaceous formations (*i.e.* Campanian Khalenberger Formation) (UCHMAN *et alii*, in press); this discovery could confirm the dating of TORRICELLI & AMORE (2003), at least for the lower part of the Saraceno Fm. (see Fig. 3!)

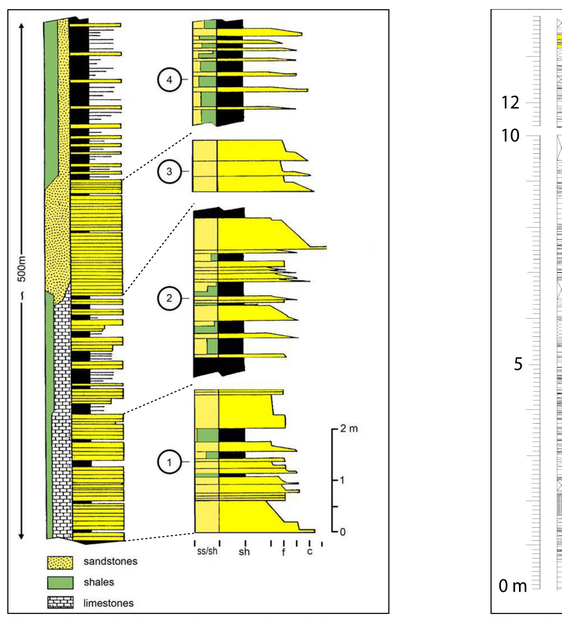


Fig. 7 - Schematic stratigraphic section of the Saraceno Fm.

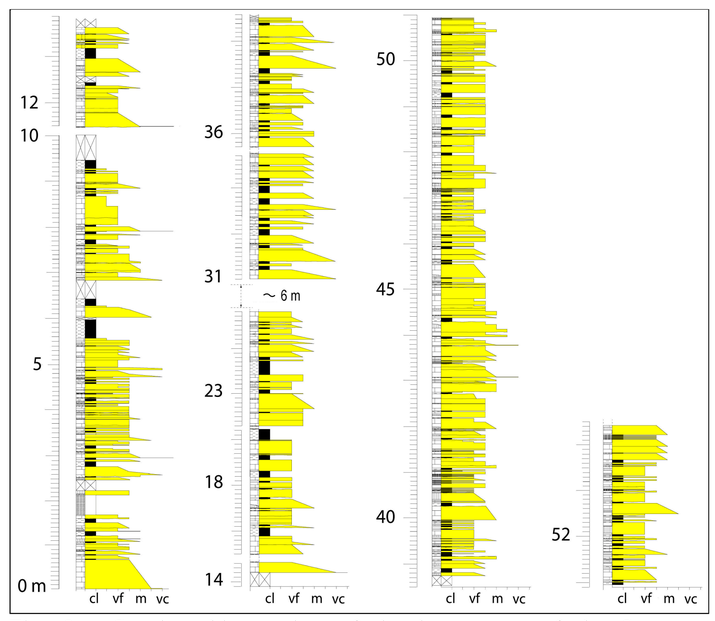


Fig. 8 - Stratigraphic section of the lower part of the Saraceno Fm.



Fig. 9 - Pervasive bioturbation on the strata base in the lower part of the measured section. Cross-cuttings of *Chondrites targionii*.

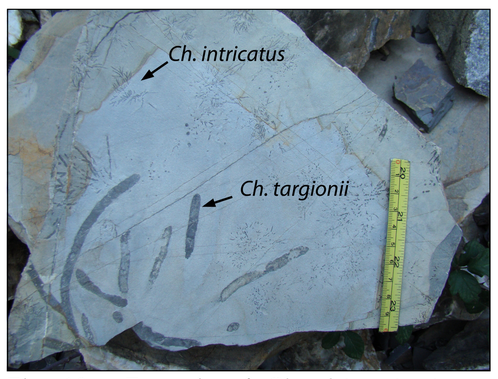


Fig. 10 - Example of *Chondrites intricatus* and *Chondrites targionii* from the lower part of the Saraceno Formation.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to A. UCHMAN, for the worthwhile discussions in the field.

REFERENCES

D'ALESSANDRO A., EKDALE A.A. & SONNINO M. (1986). Jour. Sed. Petr., 56, 294-306.

DE BLASIO I., LIMA A., PERRONE V. & RUSSO M. (1978). Riv. It. Paleont., 84, 947-972.

NATOLI D. (2009-2010). Università degli Studi della Calabria. Facoltà di Scienze MM. FF. NN. Tesi inedita.

SELLI R. (1962). Mem. Soc. Geol. It., 3, 737-790.

SONNINO M. (1984). 5ème Congr. Europ. Sédim., Marseille, Abstr., 479-480.

TORRICELLI S. & AMORE M.R. (2003). Riv. It. Paleo. Strat. 109, 499-516.

UCHMAN A., CARUSO C. & SONNINO M., in press.



Fig. 11 - Washed cast of *Rhizocorallium* isp. (*Rh*).



Fig. 12 - *Phycosiphon hamata*.

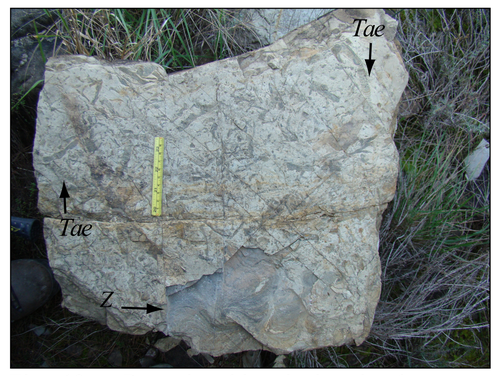


Fig. 13 - Pervasive bioturbation in the upper part of the measured section. Abundant *Chondrites intricatus*, *Planolites* isp.; rare *Taenidium dieslingi* (*Tae*), *Zoophycos* isp. (*Z*).

Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 17 (2011), p. 33, (DOI: 10.3301/ROL.2011.18)
© Società Geologica Italiana, Roma 2011

Relazioni tra sedimentologia ed icnologia nella formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Agnana Calabra (Calabria ionica meridionale)

C. Caruso, R. Dominici & M. Sonnino

Termini chiave: *Formazione di Stilo – Capo d'Orlando, icnofossili, depositi di mare basso, Calabria, Sud Italia.*

La Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (FmSCO) (Bonardi *et alii*, 1980) è la più importante formazione sedimentaria dell'Arco Calabro-Peloritano.

Ad Agnana Calabra (RC) affiora tutta la successione della FmSCO, compresa tra il basamento (filladi paleozoiche e sporadici lembi della copertura mesozoica), e le sovrastanti Argille Varicolori. La successione della FmSCO di Agnana Calabra, anche se di relativamente ridotto spessore, è nota e studiata da tempo, in quanto sono presenti dei livelli di lignite, sfruttati ampiamente dal 1800 fino al 1910, e in modo ridotto e saltuario anche sino alla fine della seconda guerra mondiale (Montagna, 1857; De Stefano, 1903; Nicotera & Sidoti, 1963). Anche qui, come per tutta la FmSCO, la successione è chiaramente divisibile in un membro inferiore (unità di Zomino di Sonnino, 1997) costituito da depositi continentali e di transizione, e in un membro superiore (unità di San Nicola di Sonnino, 1997) con depositi schiettamente marini.

Il membro inferiore è caratterizzato da rapide variazioni di potenza (tra 2 e 50 metri) e da rapide variazioni laterali e verticali di facies, dovute ad una paleogeografia estremamente articolata. Il contatto tra la base della FmSCO e il basamento non è sempre visibile, perché spesso coperto dal materiale di risulta delle miniere; dove esso è visibile, il calcare mesozoico presenta fori di litodomi, o è presente una breccia calcarea, riferibile a falda detritica. Nel membro inferiore i depositi continentali e di transizione, rappresentati da livelli di lignite, calcari con sottili intercalazioni di carbone (Dominici & Sonnino, 1998), sono caratterizzati da una fauna sia continentale che dulcicola e salmastra. Tra i vertebrati sono stati segnalati *Anthracotherium magnum* Cuvier, *Trionyx* sp. e pesci (*Serranus* sp. ed altre specie dulcicole o salmastre); sono inoltre presenti *Potamides* sp., *Limnaea* sp., *Planorbis* sp. (De Stefano, 1903; Nicotera & Sidoti, 1963; Kotsakis, 1986). Nel Vallone Luria, al di sopra del livello lignitico, si instaurano depositi di spiaggia e di mare basso, intensamente bioturbati ad *Ophiomorpha nodosa* e a *Thalassinoides* isp.; i depositi di spiaggia sommersa contengono (in ordine di comparsa) *Thalassinoides* isp., *Macaronichnus* cf. *segregatis* ed *Ophiomorpha* isp. Come in quasi tutta la FmSCO, anche nei pressi di Agnana Calabra il passaggio tra il membro inferiore e quello superiore è marcato da un livello caotico, costituito da brecce caotiche, con elementi essenzialmente di filladi (Dominici & Sonnino, 1998). I depositi soprastanti mostrano, in un esteso affioramento, alternanze pelitico-arenacee ad alta icnodensità, ma a relativamente bassa icnodiversità; l'icnofauna è costituita da *Zoophycos* isp., *Trichichnus* isp., *Ophiomorpha* isp., *Chondrites* isp., *Nereites irregularis*, *Planolites* isp., suggerendo una deposizione al di sotto dell'influenza delle onde di tempesta, ma in ambiente relativamente poco profondo (Sonnino, 1997; Dominici & Sonnino, 2009; Caruso *et alii*, 2010).

La successione della FmSCO affiorante ad Agnana Calabra è estremamente simile a quella della Formazione di Palizzi, descritta e definita da Bouillin *et alii* (1985) di età Oligocene medio (Stampiano), ovvero della stessa età proposta da Kotsakis (1986) per la successione di Agnana.

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS).
E-mail: claudia.caruso@unical.it; dominici@unical.it; m.sonnino@unical.it

BIBLIOGRAFIA

Bonardi G. *et alii* (1980). Boll. Soc. Geol. It., **99**, 365-393.
Bouillin *et alii* (1985). C.R. Acad. Sc. Paris, t. **301**, sér. 2, 415-420.
Caruso C. *et alii* (2010). Atti Convegno GeoSed 2010, Torino, 16.
De Stefano G. (1903). Boll. Soc. Geol. It., **22,** 372-384.
Dominici R. & Sonnino M. (1998). Atti 79° Congr. Soc. Geol. It., Palermo, 433-434.
Dominici R. & Sonnino M. (2009). Book of Abstracts, 27th Meeting IAS, 500.
Dominici R., Sonnino M. & Veltri M. (2001). GeoSed 2001, Atti Riun. Gr. Inf. Sedimentologia C.N.R., 47-48.
Kotsakis T. (1986). Hystrix, **1**, 25-68.
Montagna C. (1857) - *Giacitura e condizioni del terreno carbonifero di Agnana e dintorni ossia ultimo rendiconto dell'esplorazione scientifica eseguitavi negli anni 1853-56*. A. Dekten ed., Napoli, pp. 145.
Nicotera P. & Sidoti G. (1963). In: Ligniti e torbe dell'Italia continentale. Geomineraria Naz., Roma, 39-50.
Sonnino M. (1997). In: Guida alle escursioni, Gr. Sedim. CNR, Riun. Sc. Ann., Rende (CS), 53-81.

RELAZIONI TRA SEDIMENTOLOGIA ED ICNOLOGIA NELLA FORMAZIONE DI STILO-CAPO D'ORLANDO (OLIGO-MIOCENE) NELL'AREA DI AGNANA CALABRA (CALABRIA IONICA MERIDIONALE)

Claudia CARUSO, Rocco DOMINICI & Maurizio SONNINO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, Cosenza - Italy

La Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (FmSCO) (BONARDI *et alii*, 1980) è la più importante formazione sedimentaria dell'Arco Calabro-Peloritano. Ad Agnana Calabra (RC) affiora tutta la successione della FmSCO, compresa tra il basamento (filladi paleozoiche e sporadici lembi della copertura mesozoica), e le sovrastanti Argille Varicolori. La successione della FmSCO di Agnana Calabra, anche se di relativamente ridotto spessore, è studiata da tempo per la presenza di livelli lignitici, sfruttati dal 1800 fino alla seconda guerra mondiale (MONTAGNA, 1857; DE STEFANO, 1903; NICOTERA & SIDOTI, 1963). Come per tutta la FmSCO, ad Agnana la successione è divisibile in un membro inferiore (unità di Zomino, SONNINO, 1997) costituito da depositi continentali e di transizione, e in un membro superiore (unità di San Nicola, SONNINO, 1997) con depositi schiettamente marini. Il membro inferiore è caratterizzato da rapide variazioni di potenza (tra 2 e 50 m) e da rapide variazioni laterali e verticali di facies, dovute ad una paleogeografia estremamente articolata. Il contatto tra la base della FmSCO e il basamento non è sempre visibile, poiché spesso coperto dal materiale di risulta delle miniere; dove è visibile, il calcare mesozoico presenta fori di litodomi, o è presente una breccia calcarea, riferibile a falda detritica. Nel membro inferiore i depositi continentali e di transizione, rappresentati da livelli di lignite, calcari con sottili intercalazioni di carbone (DOMINICI & SONNINO, 1998), sono caratterizzati da una fauna sia continentale che dulcicola e salmastra.

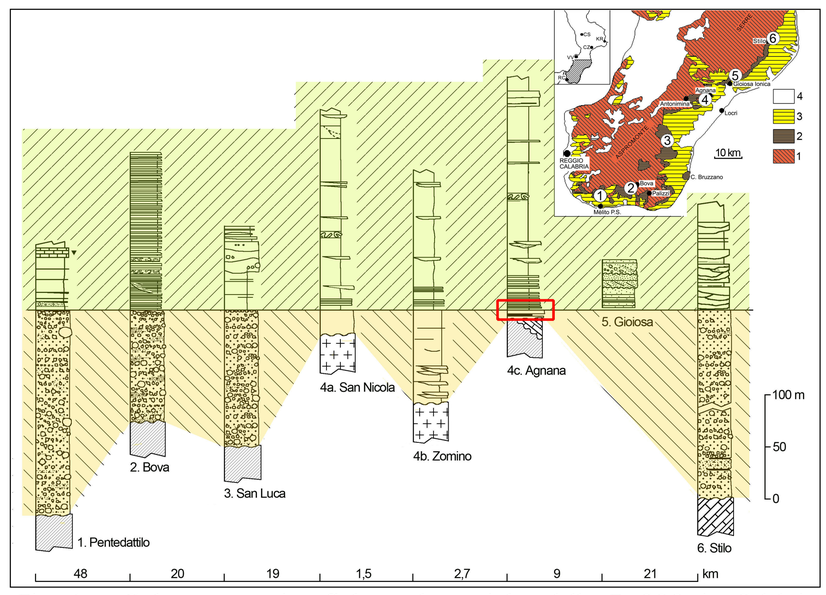


Fig. 1 - Colonne stratigrafiche schematiche della FmSCO in Calabria ionica meridionale 1: Basamento cristallino e sue coperture sedimentarie; 2: FmSCO (Oligo-Miocene); 3:Miocene medio-Pliocene; 4: Quaternario.

Tra i vertebrati sono stati segnalati *Anthracotherium magnum* Cuvier, *Trionyx* sp. e ittioliti (*Serranus* sp. ed altre specie dulcicole o salmastre); sono inoltre presenti *Potamides* sp., *Limnaea* sp., *Planorbis* sp. (DE STEFANO, 1903; NICOTERA & SIDOTI, 1963; KOTSAKIS, 1986).

Nel Vallone Luria, sopra il livello lignitico (Fig. 2), si instaurano depositi di spiaggia e di mare basso (Figg. 4, 5), intensamente bioturbati ad *Ophiomorpha nodosa* e *Thalassinoides* isp. (Fig. 2); i depositi di spiaggia sommersa contengono (in ordine di comparsa): *Thalassinoides* isp. (Fig. 3), *Macaronichnus* cf. *segregatis* (Fig. 8) ed *Ophiomorpha* isp. Come in quasi tutta la FmSCO, anche ad Agnana Calabra il passaggio tra il membro inferiore e quello superiore è marcato da un livello di brecce caotiche (Figg. 4, 6), con elementi essenzialmente di filladi (DOMINICI & SONNINO, 1998). I depositi soprastanti mostrano, in un esteso affioramento, alternanze pelitico-arenacee (Figg. 9, 10) ad alta icnodensità, ma a relativamente bassa icnodiversità; l'icnofauna è costituita da *Zoophycos* isp. (Fig. 11), *Ophiomorpha* isp. (Fig. 12), *Chondrites* isp. (Fig. 13), *Nereites irregularis* (Fig. 13), *Trichichnus* isp. (Fig. 13), *Planolites* isp., suggerendo una deposizione al di sotto dell'influenza delle onde di tempesta, ma in ambiente relativamente poco profondo (SONNINO, 1997; DOMINICI & SONNINO, 2009; CARUSO *et alii*, 2010). La successione della FmSCO affiorante ad Agnana Calabra è estremamente simile a quella della Formazione di Palizzi, descritta e definita da BOUILLIN *et alii* (1985) di età Oligocene medio (Stampiano), ovvero della stessa età proposta da KOTSAKIS (1986) per la successione di Agnana.



Fig. 2 - Contatto stratigrafico tra livello lignitico e depositi di spiaggia. Pervasiva bioturbazione ad *Ophiomorpha nodosa* e *Thalassinoides* isp.

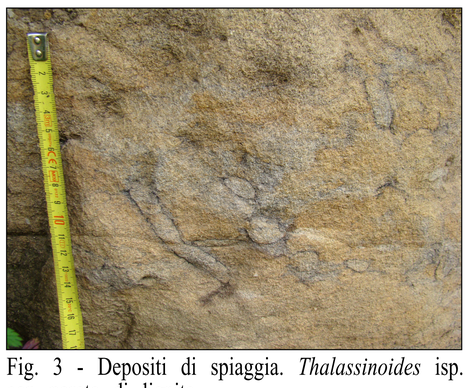


Fig. 3 - Depositi di spiaggia. *Thalassinoides* isp. con parete di lignite



Fig. 6 - Particolare del contatto tra depositi di spiaggia e depositi brecciosi caotici.



Fig. 7 - Depositi di spiaggia con lamine oblique. L'area cerchiata si riferisce alla Fig. 7.



Fig. 4 - Depositi di spiaggia, sormontati da depositi brecciosi caotici.



Fig. 5 - Particolare di Fig. 4: livelli conglomeratici in depositi di spiaggia.

Fig. 10 - Membro superiore della FmSCO: alternanza pelitico-arenacea. La scala è 10 cm.

Fig. 8 - Particolare di Fig. 6: *Macaronichnus* cf. *segregatis* (*Mc*) in depositi di spiaggia.

Fig. 11 - *Zoophycos* isp.



Fig. 9 - Membro superiore della FmSCO: alternanza pelitico-arenacea.

Fig. 12 - *Ophiomorpha* isp.

Fig. 13 - *Chondrites* isp. (*Ch*), *Nereites irregularis* (*Ne*) e *Trichichnus* isp. (*Tr*).

BIBLIOGRAFIA

BONARDI G., GIUNTA G., PERRONE V., RUSSO M., ZUPPETTA A. & CIAMPO G. (1980). Boll. Soc. Geol. It. 99, 365-393.

BOUILLIN J.P., MAJETSÉ-MENJOULAS C., OLLIVIER-PIERR M.F., TAMBOUREAU Y. & VILLATTE J. (1985). C.R. Acad. Sc. Paris, 301, 415-420.

CARUSO C. D'ALESSANDRO A., LESZCZYNSKI S. & SONNINO M. (2010). Atti Convegno GeoSed 2010, Torino, 16.

DE STEFANO G. (1903). Boll. Soc. Geol. It., 22, 372-384.

DOMINICI R. & SONNINO M. (1998). Atti 79° Congr. Soc. Geol. It., Palermo, 433-434.

DOMINICI R. & SONNINO M. (2009). Book of Abstracts, 27th Meeting IAS, 500.

DOMINICI R., SONNINO M. & VELTRI M. (2001). GeoSed 2001, Atti Riun. Gr. Inf. Sedimentologia C.N.R., 47-48.

KOTSAKIS T. (1986). Hystrix, 1, 25-68.

MONTAGNA C. (1857). A. Dekten ed., Napoli, pp. 145.

NICOTERA P. & SIDOTI G. (1963). In: Ligniti e torbe dell'Italia continentale. Geomineraria Naz., Roma, 39-50.

SONNINO M. (1997). In: Guida alle escursioni, Gr. Sedim. CNR, Riun. Sc. Ann., Rende (CS), 53-81.

Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 17 (2011), pp. 35-39, 4 figs, (DOI: 10.3301/ROL.2011.19)
© Società Geologica Italiana, Roma 2011

Relazioni tra un evento tettonico-sedimentario e l'icnologia: un esempio nella Formazione di Stilo - Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) a Bova (Calabria ionica meridionale)

C. Caruso & M. Sonnino

ABSTRACT

Relations between a sedimentary-tectonic event and Ichnology: an example in the Stilo-Capo d'Orlando Formation (Oligo-Miocene) nearby Bova (Southern Ionian Calabria)

Nearby the Bova village (southern Ionian Calabria) the contact between the lower continental member and the upper marine member of the Stilo – Capo d'Orlando Formation crops out. This transition is underlined both by sinsedimentary faults and slump deposits. The sedimentological and ichnological study of a stratigraphic section have allowed to suppose a shallow marine depositional environment, which paleodepth was most probably located below the main wave base.

Key words: *Stilo-Capo d'Orlando Fm, Ichnofossils, Oligo-Miocene, deltaic deposits.*

RIASSUNTO

Nei pressi di Bova (Calabria ionica meridionale) affiora il passaggio tra il membro inferiore (continentale) e quello superiore (marino) della Formazione di Stilo – Capo d'Orlando. Tale passaggio è caratterizzato sia da faglie sinsedimentarie che da sottili livelli di *slump*. Lo studio sedimentologico ed icnologico di una sezione stratigrafica ha permesso di ipotizzare un ambiente deposizionale schiettamente marino, ma di relativa bassa profondità, anche se sicuramente al di sotto della profondità dell'effetto delle onde.

Parole chiave*: Formazione di Stilo-Capo d'Orlando, Oligo-Miocene, slump, icnofossili, depositi di piattaforma.*

INTRODUZIONE

La Formazione di Stilo – Capo d'Orlando (FmSCO; Oligo-Miocene; Bonardi *et alii*, 1980) (Fig. 1) può essere divisa, in grande, in due membri; il passaggio tra il membro inferiore e quello superiore è istantaneo, ed è marcato da depositi di instabilità di ridotto spessore (Sonnino, 1997; Dominici & Sonnino, 2009; Caruso & Sonnino, in questo volume). Nell'area di Bova (RC) questa instabilità è testimoniata sia da faglie sinsedimentarie sia da livelli di *slump* (Sonnino, 1997) potenti al massimo 3 metri, e che spesso mostrano "stili" differenti.

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italy.
E-mail: claudia.caruso@unical.it; m.sonnino@unical.it

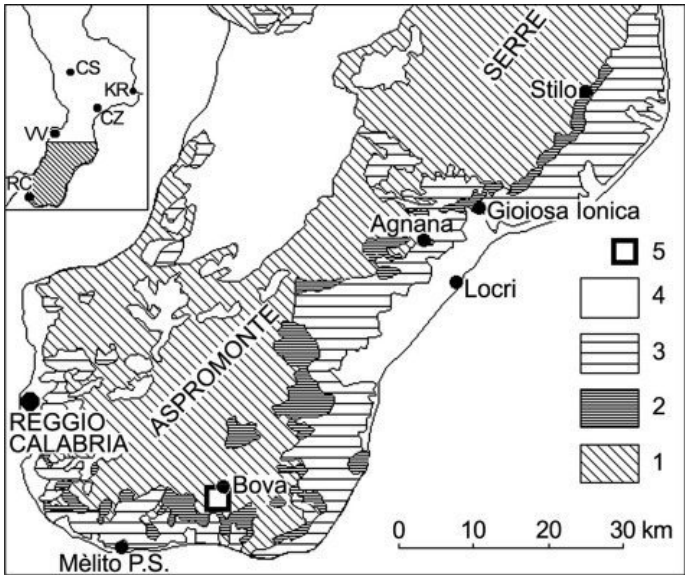


Fig. 1 - Carta geologica schematica della Calabria meridionale e localizzazione dell'area di studio. 1: Basamento cristallino e sue coperture sedimentarie; 2: F. Stilo – Capo d'Orlando (Oligo-Miocene); 3: Miocene medio – Pliocene; 4: Quaternario; 5: localizzazione dell'area di studio.
– Geological sketch map of the southern Calabria and location of the study area. 1: Basement (metamorphic and intrusive rocks) and related sedimentary covers; 2: Stilo – Capo d'Orlando Fm (Oligo-Miocene); 3: Middle Miocene-Pliocene; Quaternary; 4: study area.

Presso Bova è stato condotto uno studio di dettaglio di un affioramento relativamente poco potente (circa 3 metri), che si estende lateralmente per circa 15 metri; esso è costituito essenzialmente da un'alternanza arenaceo-pelitica, ricca in tracce fossili.

STRATIGRAFIA E SEDIMENTOLOGIA

L'affioramento della FmSCO presso Bova (loc. Garino) è diviso in tre settori da due faglie normali; nonostante il loro presumibile scarso rigetto, non è possibile una correlazione degli strati tra i tre settori. L'affioramento è orientato N-S, ed è grosso modo parallelo al verso delle paleocorrenti (N 330°, N 340°, N 345°).

Nel settore di sinistra (settentrionale) è presente un livello caotico; esso è caratterizzato dalla presenza di un blocco di conglomerato (di dimensioni di circa 5 x 1 m),

imballato in una arenaria totalmente priva di strutture, con brandelli di strati arenacei ed alcuni ciottoli; la base di questo livello non è visibile. Nel settore centrale, studiato in dettaglio, è presente un livello di *slump* (v. *infra*). Nel settore di destra (meridionale) non è presente alcun livello caotico o di *slump*, e gli strati di arenaria sono piano-paralleli e ricchi di evidenti strutture sedimentarie (*ripples*, lamine convolute, *water escape*).

Il settore centrale è costituito da un'alternanza di strati di arenaria fine o media e di strati pelitici, di potenza centimetrica o decimetrica (Figg. 2 e 3). Lo *slump* è costituito da porzioni di strati piegati, immersi in una matrice grossolana; sono inoltre presenti alcuni ciottoli di filladi, graniti e dioriti. La sua potenza varia da 30 a 60 centimetri, ed il suo tetto è estremamente irregolare, dovuto anche all'erosione dello strato soprastante. Superiormente gli strati arenacei mostrano una tendenza a raggiungere nuovamente la tabularità, con rapide variazioni di potenza e chiusure laterali verso Nord.

ICNOLOGIA

Tutto l'affioramento è intensamente bioturbato, ma lo studio di dettaglio è stato condotto solo in corrispondenza della porzione centrale.

Naturalmente la possibilità di osservazione è stata limitata dalla condizione di affioramento degli strati; infatti per alcuni è stato possibile l'osservazione sia sulla sezione che sulla superficie, mentre per altri è stato possibile vederne solo la sezione. Inoltre la visibilità delle tracce è stata esaltata o ridotta o addirittura annullata dall'alterazione irregolare della roccia.

Le bioturbazioni dell'affioramento di Bova sono sia indistinte sia figurative. Le prime sono presenti in abbondanza in tutto l'affioramento, e si manifestano nella mancanza di laminazioni e strutture sedimentarie negli intervalli arenitici e in "chiazze" siltose negli intervalli pelitici.

Per quanto riguarda la bioturbazione figurativa,

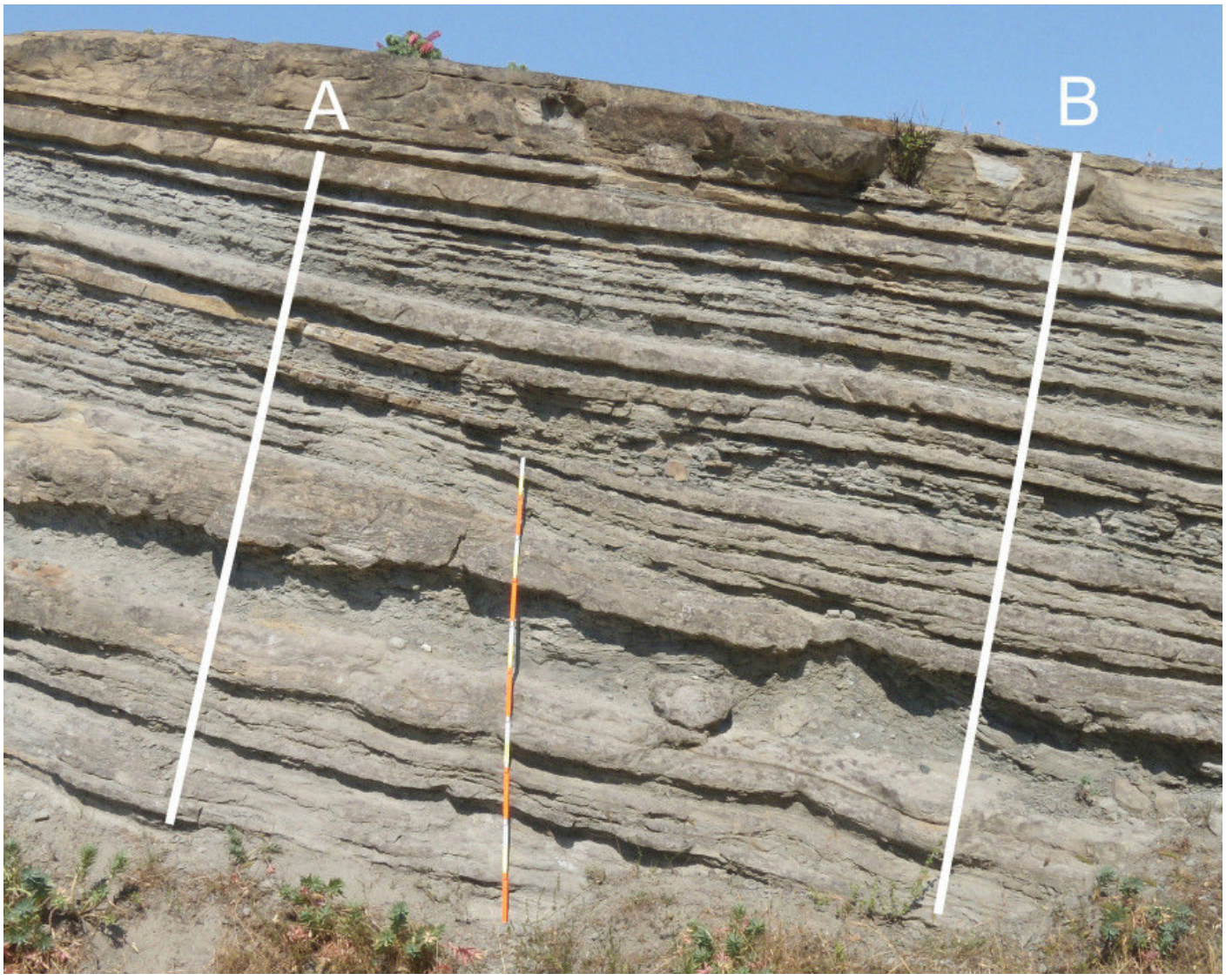


Fig. 2 - Bova, loc. Garino. Porzione centrale dell'affioramento della Formazione di Stilo – Capo d'Orlando e localizzazione delle sezioni misurate. Gli intervalli della scala sono lunghi 20 cm.
– Bova, loc. Garino. Central part of the Stilo – Capo d'Orlando Formation outcrop and location of the measured stratigraphic sections. The scale intervals are 20 cm long.

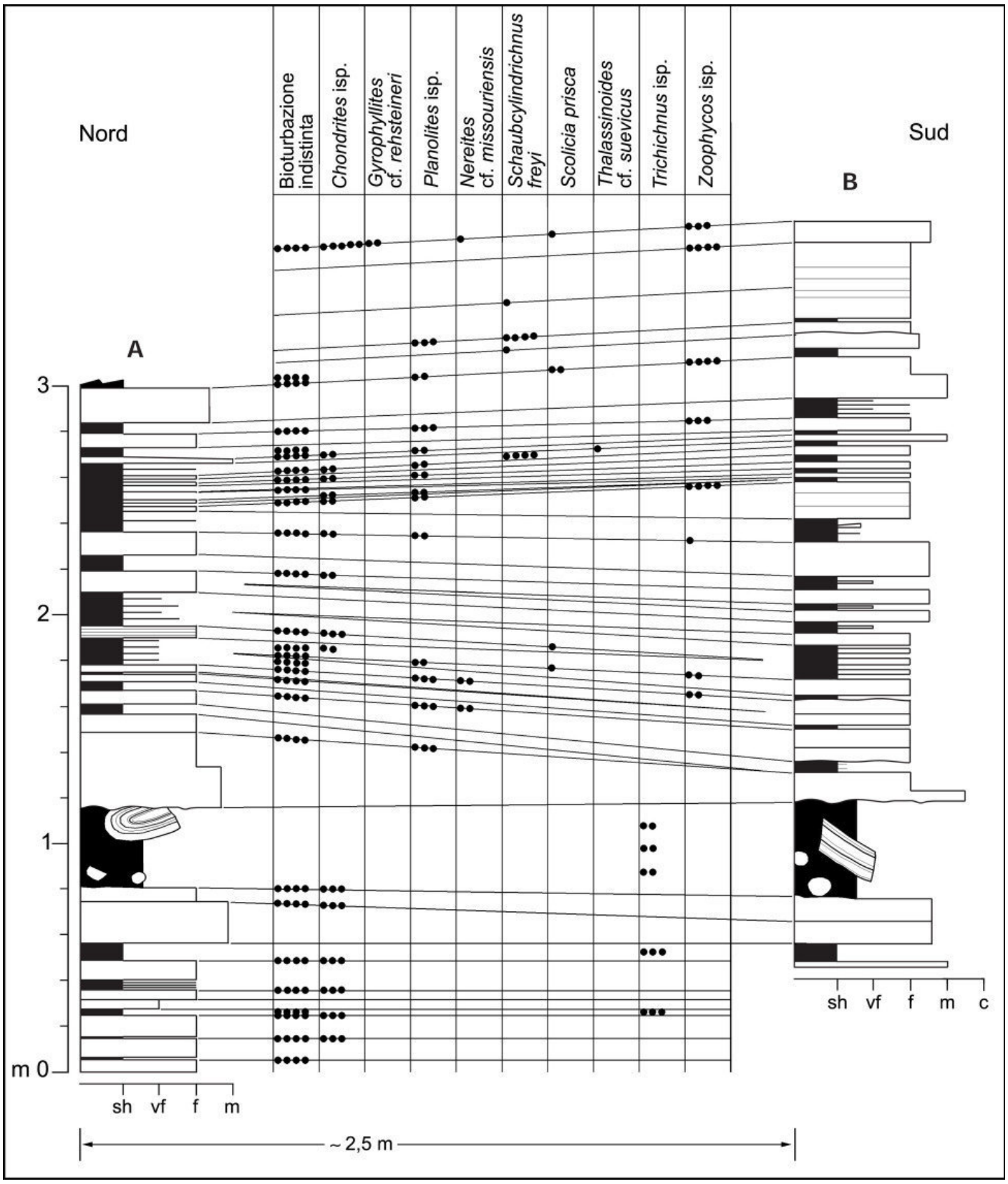


Fig. 3 - Correlazione delle sezioni misurate e distribuzione degli icnofossili.
– Correlations between the measured stratigraphic sections and the distribution of the ichnofossils.

l'icnoassociazione è costituita da una relativamente alta icnodensità a (in ordine di abbondanza): *Chondrites* cf. *intricatus* (Fig. 4 E), *Schaubcylindrichnus freyi* (Fig. 4 C), *Trichichnus* isp., *Planolites* isp., *Zoophycos* isp. (Fig. 4 B),

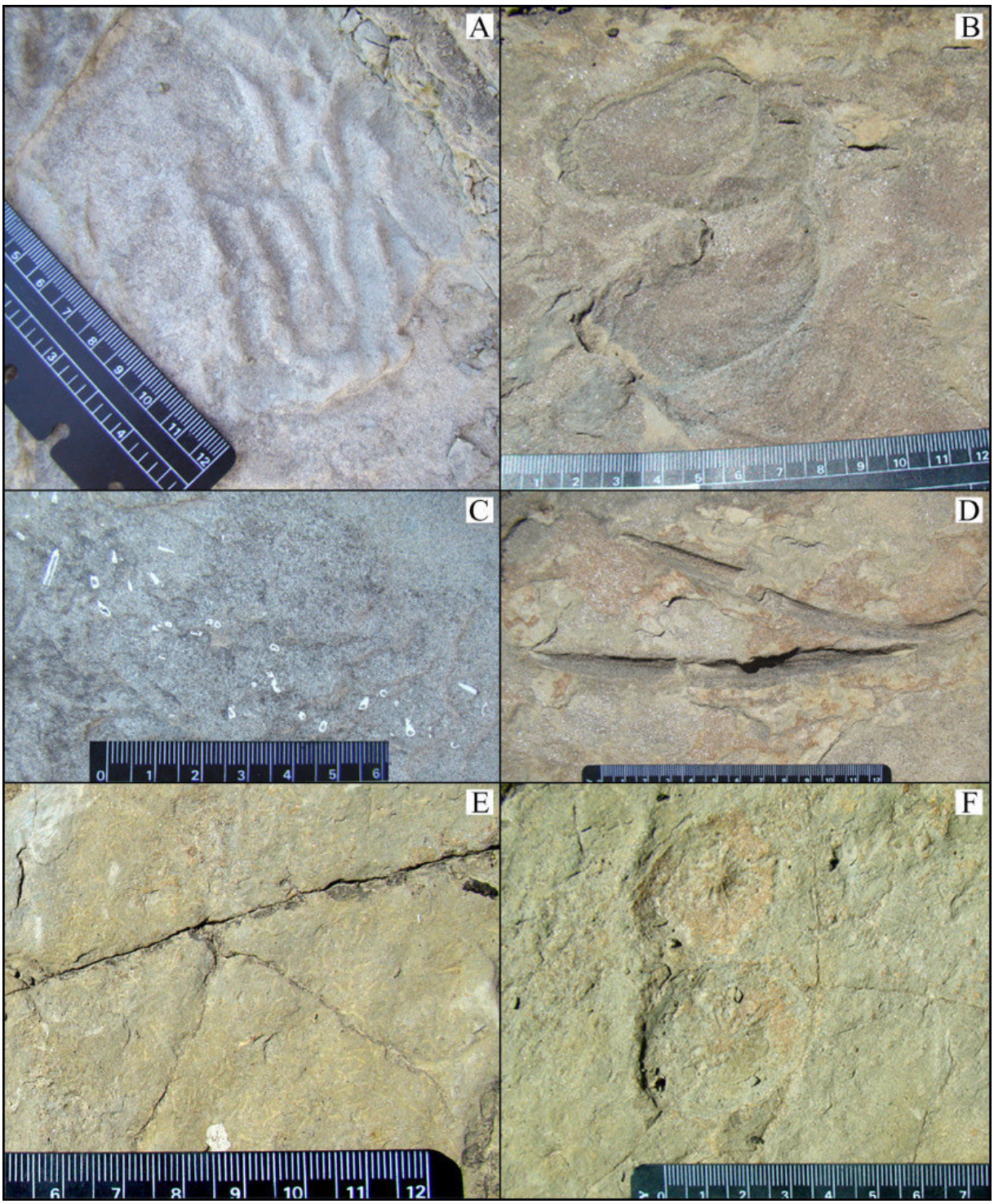


Fig. 4 - Esempi di icnofossili della sezione stratigrafica studiata. A: *Scolicia* cf. *strozzii*; B: *Zoophycos* isp.; C: *Schaubcylindrichnus freyi*; D: tracce tubolari *incertae sedis*; E: piccole e sottili *Chondrites* cf. *intricatus* a riempimento passivo; F: *Gyrophyllites* cf. *rehsteineri*.
– *Examples of ichnofossils from the studied stratigraphic sections. A:* Scolicia *cf.* strozzii*; B:* Zoophycos *isp.; C:* Schaubcylindrichnus freyi*; D: tracce tubolari* incertae sedis*; E: small and thin passive filled* Chondrites *cf.* intricatus*; F:* Gyrophyllites *cf.* rehsteineri.

Nereites cf. *missouriensis*, *Gyrophyllites* cf. *rehsteineri* (Fig. 4 F), tracce tubolari *incertae sedis* (Fig. 4 D), *Scolicia* cf. *strozzii* (Fig. 4 A), ?*Taenidium* isp.

L'icnodiversità presente negli intervalli sottostanti allo *slump* risulta molto bassa: le uniche tracce figurative riconosciute sono riferibili agli icnogeneri *Trichichnus* e *Chondrites* (queste ultime di dimensioni inferiori a 1 millimetro, sia con riempimento passivo più chiaro del sedimento circostante, che con riempimento attivo, scuro). La mancanza di altri icnogeneri può esser dovuta ad ambienti poveri di ossigeno, nei quali *Chondrites* (categoria etologica *Chemichnia*) ben si adatta, o, più

semplicemente può essere dovuta all'esposizione non ottimale dell'affioramento.

Gli icnofossili rinvenuti subito al di sopra dello *slump* sono riferibili al solo icnogenere *Planolites*. Superiormente compaiono, nell'ordine, gli icnogeneri *Trichichnus, Nereites*, *Zoophycos*, *Scolicia*, *Schaubcylindrichnus*, *Gyrophyllites,* ?*Taenidium* e *Chondrites*. Il tetto dell'ultimo strato affiorante contiene la maggiore icnodiversità ed icnodensità di tutta la successione; su di esso sono presenti (in ordine crescente di abbondanza): *Nereites* isp., ?*Taenidium* isp., *Gyrophyllites* cf. *rehsteineri*, *Zoophycos* isp., *Chondrites* cf. *intricatus*; queste ultime sono pervasive su tutta la superficie, hanno dimensioni inferiori ad 1 millimetro, ed hanno riempimento passivo (chiaro). Sono anche presenti tracce tubolari, di ancora incerta collocazione sistematica, caratterizzate, in sezione longitudinale, da una morfologia a cuneo che si chiude ad una delle estremità. Queste tracce sono state rinvenute nella stessa FmSCO anche a Monte Linare (Caruso *et alii*, 2010; Caruso & Sonnino, in questo volume).

Questa maggiore icnodiversità presente al tetto dell'ultimo strato può essere imputata al ristabilimento di condizioni ambientali più stabili e tranquille, oppure all'esposizione ottimale dello strato, che consente di poter osservare un'ampia superficie.

CONCLUSIONI

La breve successione del membro superiore della FmSCO studiata presso Bova presenta varie caratteristiche sedimentologiche, che permettono di riferirla ad un ambiente deposizionale schiettamente marino, ma di relativa bassa profondità, anche se sicuramente al di sotto della profondità dell'effetto delle onde.

La successione è stratigraficamente posta circa 10 metri sopra il passaggio tra i conglomerati (di ambiente continentale) e la successione arenaceo-pelitica (schiettamente marina) (Sonnino, 1997), e questa ridotta distanza non permette di interpretare questi depositi come depositi profondi. Tutti gli strati sono assimilabili a depositi da processi gravitativi, ma non devono necessariamente essere di grande profondità. Infine, la ridotta potenza degli intervalli a *slump* fa presupporre che non vi fosse sufficiente profondità per coinvolgere grandi volumi di sedimento.

Anche i dati icnologici confermano questo modello. L'icnoassociazione ritrovata può esser ricondotta sia alla *Cruziana* Ichnofacies (distale) che alla *Zoophycos* Ichnofacies, in quanto i limiti tra le due ichnofacies non sono ovviamente netti. Bisogna tuttavia sottolineare che la *Cruziana* Ichnofacies indica una profondità compresa tra il limite inferiore delle onde normali ed il limite delle onde di tempesta (MacEachern *et alii*, 2009).

Considerate separatamente, le tracce fossili rinvenute possono avere un *range* spaziale piuttosto elevato: *Zoophycos* è ormai considerata un icnogenere ubiquitario, che può trovarsi da ambienti di mare poco profondo a bacini epeirici, a lagune (MacEachern *et alii*, 2009) o addirittura in ambienti tidali (Baucon & Avanzini, 2008); *Schaubcylindriuchnus frey* è tipico di ambienti di piattaforma esterna profonda, ma è stato rinvenuto anche in ambienti di mare basso o in ambienti batiali (Miller, 1995); *Gyrophyllites* è segnalato frequentemente in depositi flysch-*like* (Seilacher, 2007).

La differente distribuzione di icnospecie al di sotto ed al di sopra del livello a *slump* potrebbe fare ipotizzare una variazione dei parametri edafici, seppur modesta, anche se non è da escludere che questa differenziazione sia causata dalle differenti esposizioni di affioramento.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano A. D'Alessandro, S. Leszczynski e A. Uchman per le proficue discussioni sul terreno.

BIBLIOGRAFIA

Baucon A. & Avanzini M. (2008) – Zoophycos-*like structure associated with dinosaur tracks in a tidal-flat environment: Lower Jurassic (Southern Alps, Italy*. Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol., **83**,123-131.

Bonardi G., Giunta G., Perrone V., Russo M., Zuppetta A. & Ciampo G. (1980) – *Osservazioni sull'evoluzione dell'arco calabro-peloritano nel Miocene inferiore: la Formazione di Stilo-Capo d'Orlando*. Boll. Soc. Geol. It. **99**, 365-393.

Caruso C., D'alessandro A., Leszczynski S. & Sonnino M. (2010) – *Facies of Stilo - Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy). Inferred from sedimentological and ichnological investigations: preliminary interpretations.* Atti Convegno GeoSed 2010, Torino, 16.

Caruso C. & Sonnino M. (2011) – *Osservazioni sedimentologiche ed icnologiche sulla Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Monte Linare (Gioisa Ionica, Calabria meridionale).* In questo volume.

Dominici R. & Sonnino M. (1998) – *Caratterizzazione del " Membro conglomeratico basale della Formazione di Stilo – Capo d'Orlando nella zona di Agnana Calabra e Canolo (Oligocene, Calabria Jonica).* Atti 79° Congr. Soc. Geol. It., Palermo, 433-434.

Dominici R. & Sonnino M. (2009) – *The Stilo-Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy).* Book of Abstracts, 27th Meeting IAS, 500.

MacEachern J.A., Bann K.L., Pemberton S.G. & Gingras M.K. (2009) – *The ichnofacies paradigm: high-resolution paleoenvironmental interpretation of the rock record*. Applied Ichnology, Short Course Notes, **52**, 1-26.

Miller W.,III (1995) – *"*Terebellina*" (*= Schaubcylindrichnus frey *ichnosp. nov.) in Pleistocene outer-shelf mudrocks of Northern California*. Ichnos, **4**, 141-149.

Seilacher A. (2007) – Trace Fossil Analysis. Springer, Berlin.

Sonnino M. (1997) – *La Formazione di Stilo-Capo d'Orlando in Calabria meridionale*. In: Guida alle escursioni, Gruppo di Sedimentologia CNR, Riun. Sc. Ann., Rende, Cosenza (ed. da G. Ferrini, A. Moretti e M. Sonnino), 53-81.

Manoscritto ricevuto il 12 Agosto 2011; accettato il 29 Agosto 2011; responsabilità editoriale di Daniela Ruberti & Marco Vigliotti

RELAZIONI TRA UN EVENTO TETTONICO-SEDIMENTARIO E L'ICNOLOGIA: UN ESEMPIO NELLA FORMAZIONE DI STILO - CAPO D'ORLANDO (OLIGO-MIOCENE) A BOVA (CALABRIA IONICA MERIDIONALE)

Claudia CARUSO & Maurizio SONNINO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, Cosenza - Italy

La Formazione di Stilo – Capo d'Orlando (FmSCO; BONARDI *et alii*, 1980) può essere divisa, in grande, in due membri; il passaggio tra il membro inferiore e quello superiore è istantaneo, ed è marcato da depositi di instabilità di ridotto spessore (SONNINO, 1997; DOMINICI & SONNINO, 2009) (Fig. 1). Nell'area di Bova (RC) questa instabilità è testimoniata sia da faglie sinsedimentarie sia da livelli di *slump* (SONNINO, 1997) potenti al massimo 3 metri, e che spesso mostrano "stili" differenti.

L'affioramento della FmSCO presso Bova è costituito da un'alternanza arenaceo-pelitica potente circa 3 m (Figg. 2, 3). Esso è orientato N-S, ed è parallelo al verso delle paleocorrenti. Nel settore Nord è presente un livello caotico caratterizzato dalla presenza di un blocco di conglomerato (5x1 m), con brandelli di strati arenacei ed alcuni ciottoli. Nel settore Sud non è presente alcun livello caotico o di *slump*, e gli strati di arenaria sono piano-paralleli e ricchi di evidenti strutture sedimentarie (lamine convolute, *water escape*). Il settore centrale è costituito da un'alternanza di strati di arenaria fine o media e di strati pelitici, di potenza centimetrica o decimetrica, in cui è presente uno *slump* (Fig. 4) costituito da porzioni di strati piegati, immersi in una matrice grossolana; sono inoltre presenti alcuni ciottoli di filladi, graniti e dioriti. La sua potenza varia da 30 a 60 cm, ed il suo tetto è estremamente irregolare. Superiormente gli strati arenacei mostrano una tendenza a raggiungere nuovamente la tabularità, con rapide variazioni di potenza e chiusure laterali verso Nord (Fig. 3).

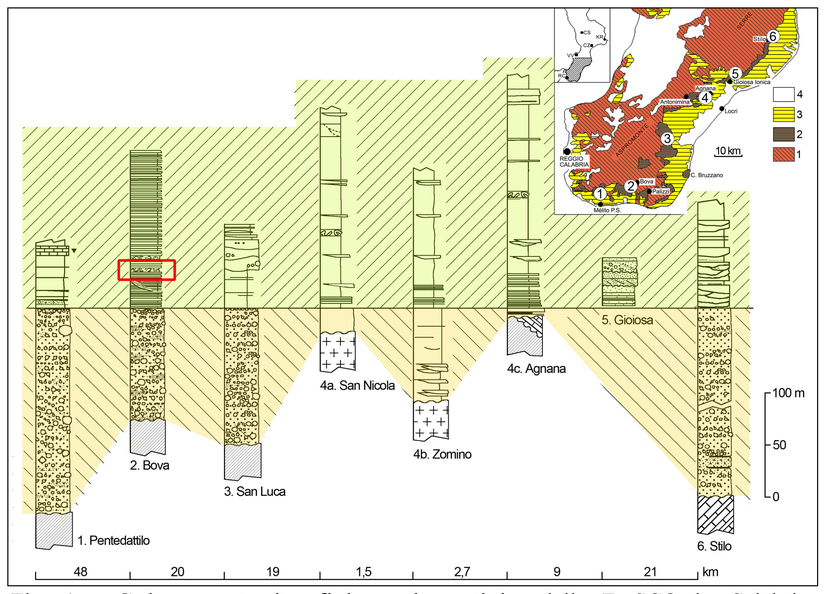


Fig. 1 - Colonne stratigrafiche schematiche della FmSCO in Calabria ionica meridionale 1: Basamento cristallino e sue coperture sedimentarie; 2: FmSCO (Oligo-Miocene); 3:Miocene medio-Pliocene; 4: Quaternario.



Fig. 2 - Settore settentrionale e centrale dell'affioramento di Bova (loc. Garino) e localizzazione delle sezioni misurate.

ICNOLOGIA

Lo studio icnologico di dettaglio è stato condotto sul settore centrale dell'affioramento di Bova. L'osservazione delle tracce fossili è stata limitata dalla condizione di affioramento degli strati (osservazione in sezioni di strato e/o su superfici di strato). La visibilità delle tracce è stata esaltata, ridotta o annullata dall'alterazione irregolare della roccia.

Le bioturbazioni dell'affioramento di Bova sono (i) indistinte, (ii) figurative:

(i): presenti in abbondanza in tutto l'affioramento, si manifestano nella mancanza di laminazioni e strutture sedimentarie negli intervalli arenitici e in "chiazze" siltose negli intervalli pelitici;

(ii): l'icnoassociazione è costituita da una relativamente alta icnodensità a (in ordine di abbondanza): *Chondrites* cf. *intricatus* (Fig. 13), *Schaubcylindrichnus freyi* (Fig. 7), *Trichichnus* isp., *Planolites* isp., *Zoophycos* isp. (Fig. 12), *Nereites* cf. *missouriensis*, *Gyrophyllites* cf. *rehsteineri* (Fig. 10), tracce tubolari *incertae sedis* (Fig. 11), *Scolicia* cf. *strozzii* (Fig. 6), ?*Taenidium* isp. (Fig. 9).

L'icnodiversità negli intervalli pre-*slump* è molto bassa: sono presenti solo gli icnogeneri *Trichichnus* e *Chondrites* di piccole dimensioni. Negli intervalli post-*slump* compare dapprima solo l'icnogenere *Planolites* (Fig. 3); superiormente compaiono, nell'ordine, gli icnogeneri *Trichichnus*, *Nereites*, *Zoophycos*, *Scolicia*, *Schaubcylindrichnus* (Fig. 7), *Gyrophyllites*, ?*Taenidium* e *Chondrites*. Il tetto dell'ultimo strato affiorante contiene la maggiore icnodiversità ed icnodensità di tutta la successione; su di esso sono presenti (in ordine crescente di abbondanza): *Nereites* isp. (Fig. 8), ?*Taenidium* isp. (Fig. 9), *Gyrophyllites* cf. *rehsteineri* (Fig. 10), tracce tubolari *incertae sedis* (Fig. 11), *Zoophycos* isp., (Fig. 12) e *Chondrites* cf. *intricatus* (Fig. 13); queste ultime sono pervasive su tutta la superficie, hanno dimensioni inferiori ad 1 mm ed hanno riempimento passivo (chiaro). Questa maggiore icnodiversità presente al tetto dell'ultimo strato può essere imputata al ristabilimento di condizioni ambientali più stabili e tranquille.

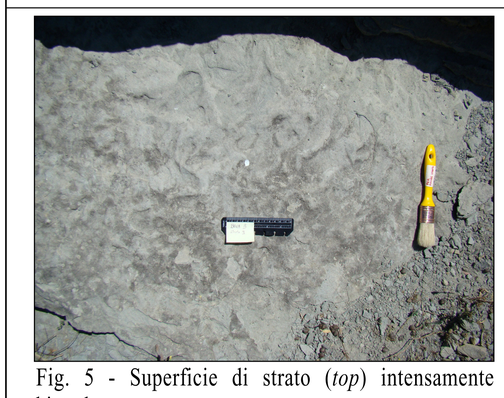


Fig. 5 - Superficie di strato (*top*) intensamente bioturbata.



Fig. 6 - *Scolicia* cf. *strozzii*.

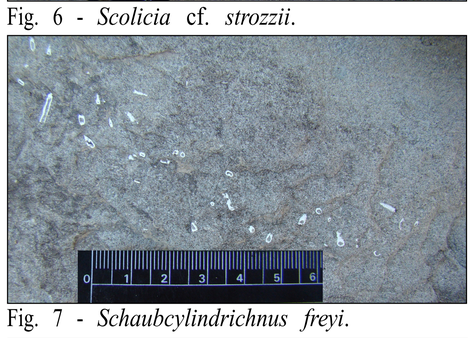


Fig. 7 - *Schaubcylindrichnus freyi*.

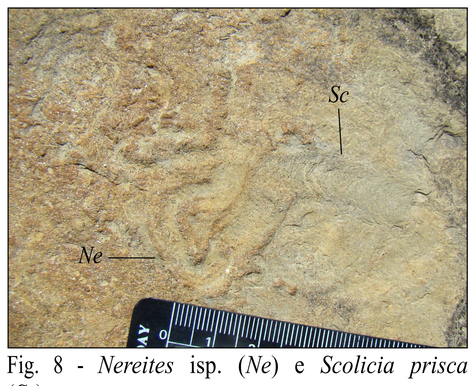


Fig. 8 - *Nereites* isp. (*Ne*) e *Scolicia prisca* (*Sc*).

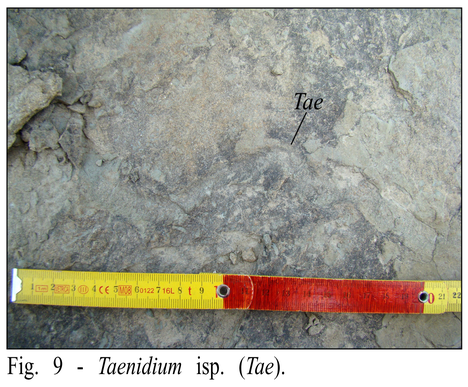


Fig. 9 - *Taenidium* isp. (*Tae*).

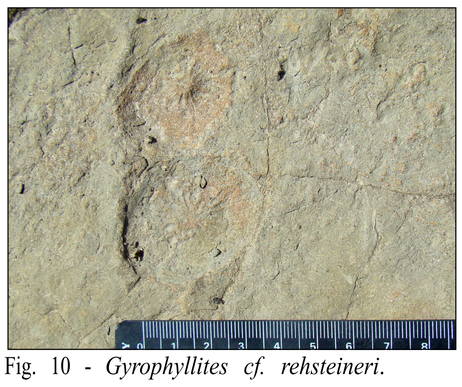


Fig. 10 - *Gyrophyllites cf. rehsteineri*.

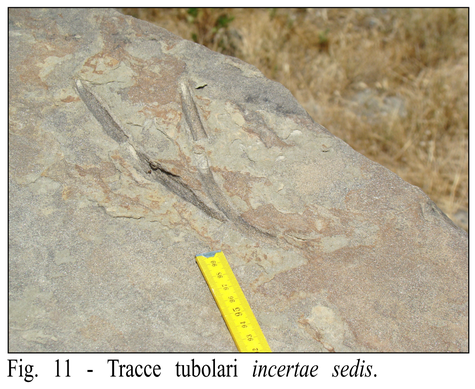


Fig. 11 - Tracce tubolari *incertae sedis*.

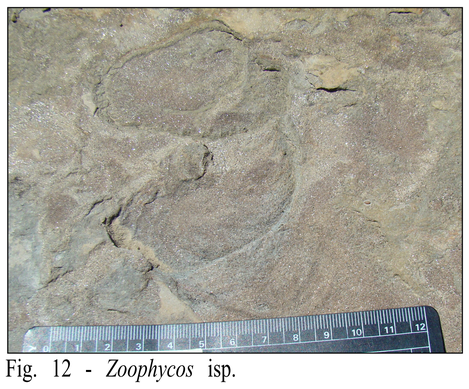


Fig. 12 - *Zoophycos* isp.

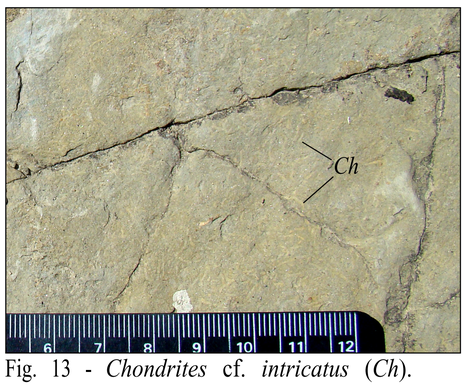


Fig. 13 - *Chondrites* cf. *intricatus* (*Ch*).

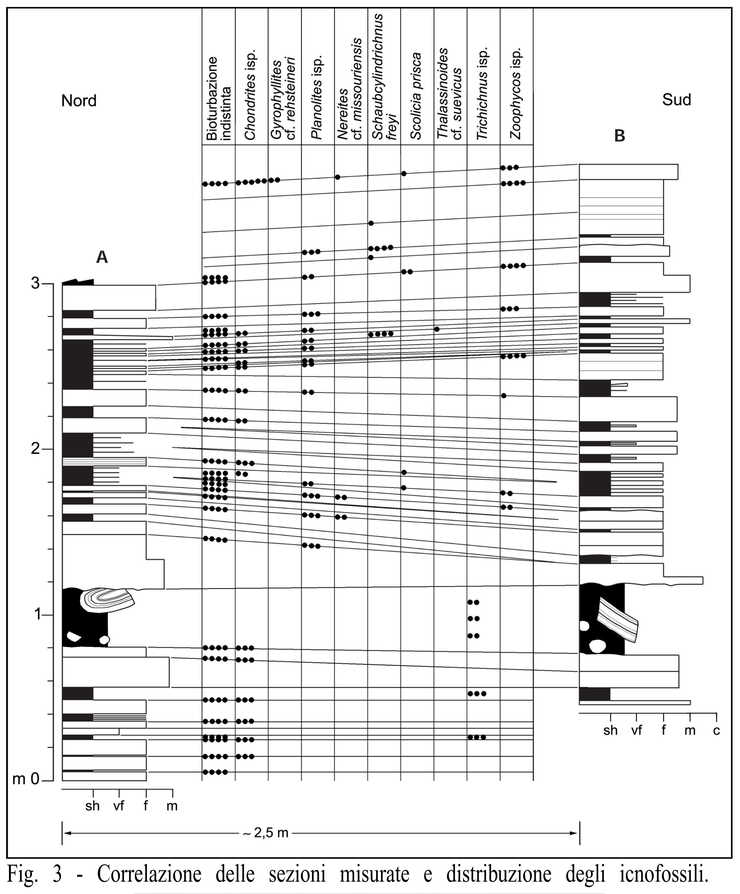


Fig. 3 - Correlazione delle sezioni misurate e distribuzione degli icnofossili.



Fig. 4 - *Slump*. Settore centrale dell'affioramento di Bova.



DEGUSTAZIONE
"AL BORGO"
di Mafrica Marcello
MACELLERIA - GASTRONOMIA
PRODOTTI TIPICI
Via Borgo, 21
89033 Bova
Tel. 0965.762113
cell. 338.9006739
e-mail: alborgo72@libero.it

BIBLIOGRAFIA

BONARDI G., GIUNTA G., PERRONE V., RUSSO M., ZUPPETTA A. & CIAMPO G. (1980). Boll. Soc. Geol. It. 99, 365-393.

DOMINICI R. & SONNINO M. (2009). Book of Abstracts, 27th Meeting IAS, 500.

SONNINO M. (1997). In: Guida alle escursioni, Gruppo di Sedimentologia CNR, Riun. Sc. Ann., Rende, Cosenza (ed. da G. Ferrini, A. Moretti e M. Sonnino), 53-81.

Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 17 (2011), pp. 41-46, 4 figs., (DOI: 10.3301/ROL.2011.20)
© Società Geologica Italiana, Roma 2011

Osservazioni sedimentologiche ed icnologiche sulla Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Monte Linare (Gioiosa Ionica, Calabria meridionale)

C. Caruso & M. Sonnino

ABSTRACT

Sedimentological and ichnological observations on the Stilo – Capo d'Orlando Formation (Oligo-Miocene) in the Monte Linare area (Gioiosa Ionica, Southern Calabria)

The sedimentary succession outcropping on the east side of Mount Linare (Gioiosa Ionica, Southern Calabria) belongs to the Stilo – Capo d'Orlando Formation, and represents the transition between the lower and the upper members of the same formation. This succession can be divided into three intervals; the lower one is arenaceous, the others are arenaceous-conglomeratic and breccious. The transitions between the intervals are marked by sub-horizontals erosional surfaces. An ichnological study is been carried out on the lower interval, and the detailed analysis of the found ichnoassemblages and of the sedimentary facies has allowed to recognize a transitional environment (delta), cut off by a sudden increase of energy, during a great instability phase.

Key words: *Stilo-Capo d'Orlando Fm., Ichnofossils, Oligo-Miocene, deltaic deposits.*

RIASSUNTO

La potente successione che affiora sul fianco Est del Monte Linare (Gioiosa Ionica, Calabria meridionale) appartiene alla Formazione di Stilo – Capo d'Orlando, e rappresenta il passaggio tra il membro inferiore e quello superiore della formazione stessa. La successione affiorante può essere divisa in tre intervalli; quello inferiore è arenaceo, mentre quello intermedio e quello superiore sono da arenaceo-conglomeratici a brecciosi. I passaggi tra i tre intervalli sono marcati da superfici erosionali, sub-orizzontali. Nell'intervallo inferiore è stato eseguito uno studio icnologico, e l'analisi di dettaglio delle icnoassociazioni rinvenute e delle facies sedimentarie ha permesso di riconoscere per la successione un ambiente di transizione (delta), troncato da un improvviso aumento di energia in un momento di grande instabilità, testimoniato dall'intervallo intermedio e da quello superiore.

Parole chiave*: Formazione di Stilo-Capo d'Orlando, icnofossili, Oligo-Miocene, depositi deltizi.*

LA FORMAZIONE DI STILO – CAPO D'ORLANDO

La Formazione di Stilo – Capo d'Orlando (FmSCO) è la più importante ed estesa formazione sedimentaria dell'Arco Calabro-Peloritano. Essa si estende dalla Calabria centrale ionica sino ai Monti Peloritani in Sicilia (Fig. 1).

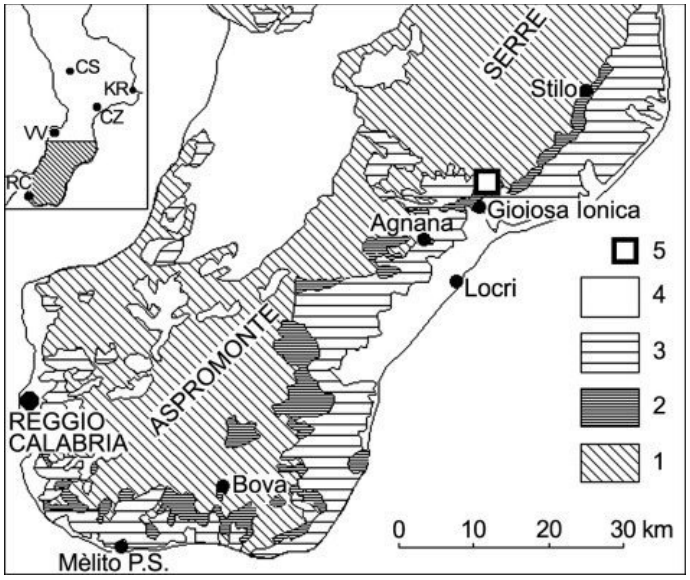


Fig. 1 - Schema geologico della Formazione di Stilo - Capo d'Orlando con indicazione dell'area di studio. 1: Basamento cristallino e sue coperture sedimentarie; 2: Formazione di Stilo – Capo d'Orlando; 3: Miocene medio – Pliocene; 4: Quaternario; 5: localizzazione dell'area di studio.
– Geological sketch map of the Stilo – Capo d'Orlando Formation and location of the study area. 1: Basement (metamorphic and intrusive rocks) and related sedimentary covers; 2: Stilo – Capo d'Orlando Formation; 3: Middle Miocene-Pliocene; Quaternary; 4: study area.

Essa è stata definita da Bonardi *et alii* (1980) come la successione sedimentaria compresa tra le unità tettoniche del basamento cristallino (e la loro eventuale copertura) e le Argille Varicolori. Sia in Calabria che in Sicilia, tuttavia, alcuni Autori pongono, tra la base della FmSCO e le unità cristalline, altre formazioni. In Calabria, ad esempio, Bouillin *et alii* (1985) istituiscono la Formazione di Palizzi, e Bonardi *et alii* (2002) la Formazione di Pignolo; in Sicilia viene distinto un "Conglomerato Rosso" (Lentini *et alii*, 2000).

L'età della FmSCO è compresa tra l'Oligocene sup. (zona NP 23 e NP 24 secondo Minzoni *et alii*, 1993; Cattiano sup.

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italy.
E-mail: claudia.caruso@unical.it; m.sonnino@unical.it

secondo Cavazza *et alii*, 1997) e il Burdigaliano (NN1+NN2 secondo Minzoni *et alii*, 1993; 17 Ma secondo Cavazza *et alii*, 1997).

La FmSCO, in tutta la Calabria, è sempre nettamente divisibile in un membro inferiore ed un membro superiore. Il membro inferiore è essenzialmente conglomeratico-arenaceo (unità di Zomino e unità di Pentedattilo secondo Sonnino, 1997) ed è costituito da depositi continentali (fluviali, palustri, lacustri, conoidi alluvionali) e da depositi di transizione (di spiaggia e deltizi) (Dominici & Sonnino, 2009), molto bioturbati (*Ophiomorpha* cf. *irregulaire*, *Macaronichnus segregatis*, *Thalassinoides* isp., ecc.) (Caruso *et alii*, 2010). Il membro superiore è rappresentato da una successione pelitico-arenacea o pelitica (unità di San Nicola e unità di Bova secondo Sonnino, 1997), schiettamente di ambiente marino, di relativa bassa profondità, anche se sempre sotto la profondità dell'influenza delle onde (Sonnino, 1997; Dominici & Sonnino, 2009). Normalmente questi depositi sono intensamente bioturbati (in ordine di abbondanza decrescente) a *Chondrites* isp. *Trichichnus* isp., *Zoophycos* isp., *Planolites* isp., *Phycosiphon* isp., *Thalassinoides* cf. *suevicus*, *Ophiomorpha* cf. *annulata*, *Nereites* cf. *missouriensis*, *Gyrophyllites* cf. *rehsteineri*, *Scolicia prisca*, *Scolicia* cf. *strozzii*, *Cosmorhaphe* isp. (Caruso *et alii*, 2010).

I due membri sono spesso separati da un livello di brecce o da un intervallo a *slump*. Ad esempio ad Agnana Calabra i due membri sono separati da un livello di brecce caotiche, potente circa 2 metri (Dominici & Sonnino, 1999; Dominici *et alii*, 2001); presso Bova il passaggio è sottolineato da *slump*, poco potenti, e da faglie sinsedimentarie (Sonnino, 1997; Caruso & Sonnino, 2011); nella Fiumara di Montebello (presso Mélito di Porto Salvo) i due membri sono separati da alcuni *debris-flow*, potenti da 20 centimetri a un metro. Questi depositi testimoniano un momento di instabilità, interpretato come risposta ad un istantaneo approfondimento del bacino.

STRATIGRAFIA E SEDIMENTOLOGIA

Tra Gioiosa Ionica ed il Monte Linare, nonostante l'intensa tettonica, è riconoscibile tutta la successione della FmSCO. Il basamento è costituito da filladi devoniane, alle quali segue il membro inferiore, costituito da un livello di conglomerati, brecce ed arenarie rosse, potente sino a circa 20 metri e da conglomerati fluviali e di conoide alluvionale. Il membro superiore è costituito da alternanze arenaceo-pelitiche. A Monte Linare (Fig. 2) affiora il passaggio tra il membro inferiore e quello superiore, ed è rappresentato da una successione potente circa 50 metri; la base di questa successione è elisa tettonicamente, e quindi essa appoggia direttamente sulle filladi del basamento. L'affioramento è grosso modo parallelo all'andamento delle paleocorrenti, che sono dirette verso Sud.

La successione affiorante può essere divisa in tre intervalli (Figg. 2 e 3); quello inferiore (A) è arenaceo; quello

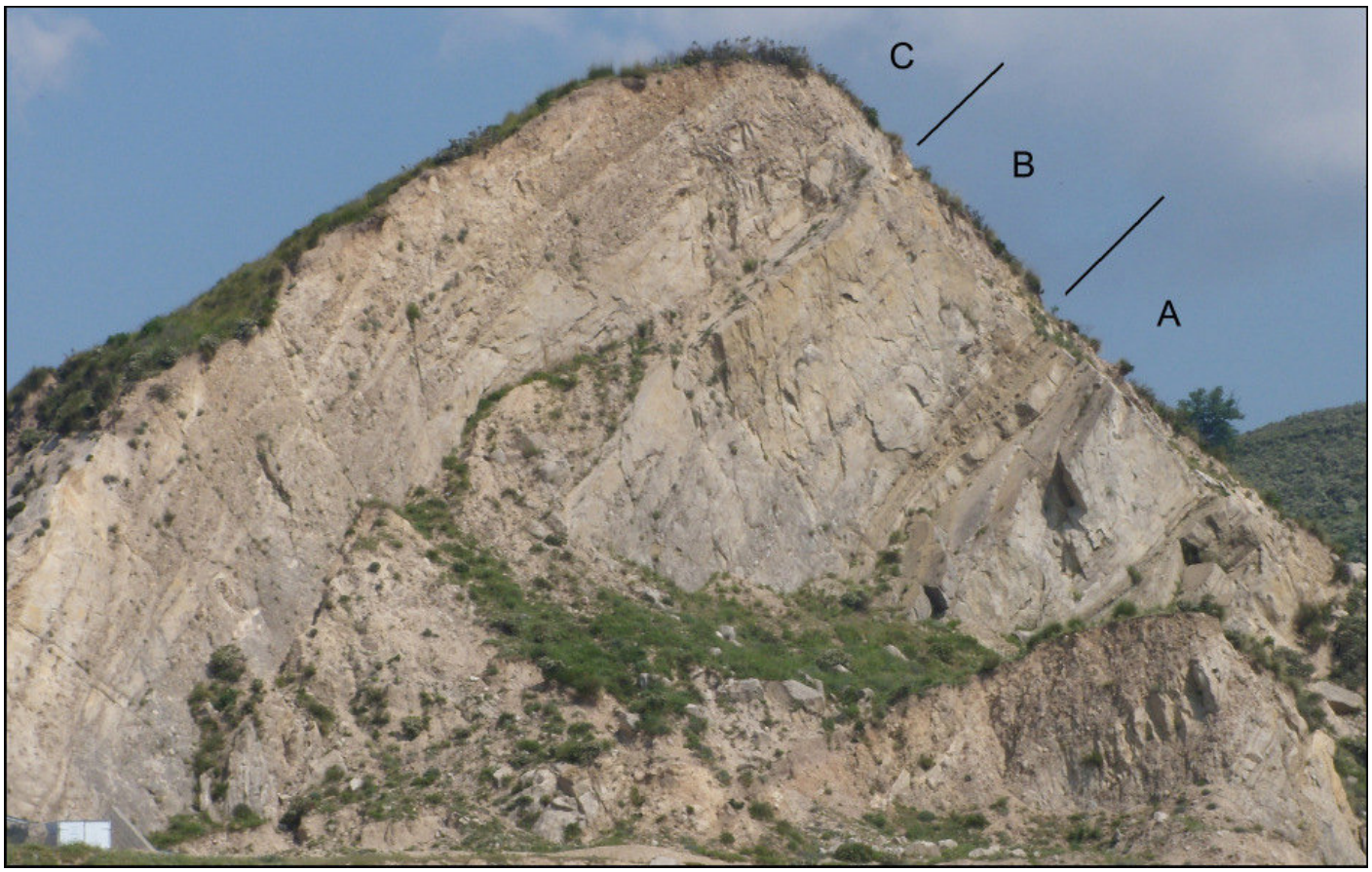


Fig. 2 - Fianco Est del Monte Linare. Le lettere corrispondono agli intervalli della sezione stratigrafica (Fig. 3).
– East side of Mount Linare. The letters correspond to the intervals of stratigraphic section (Fig. 3).

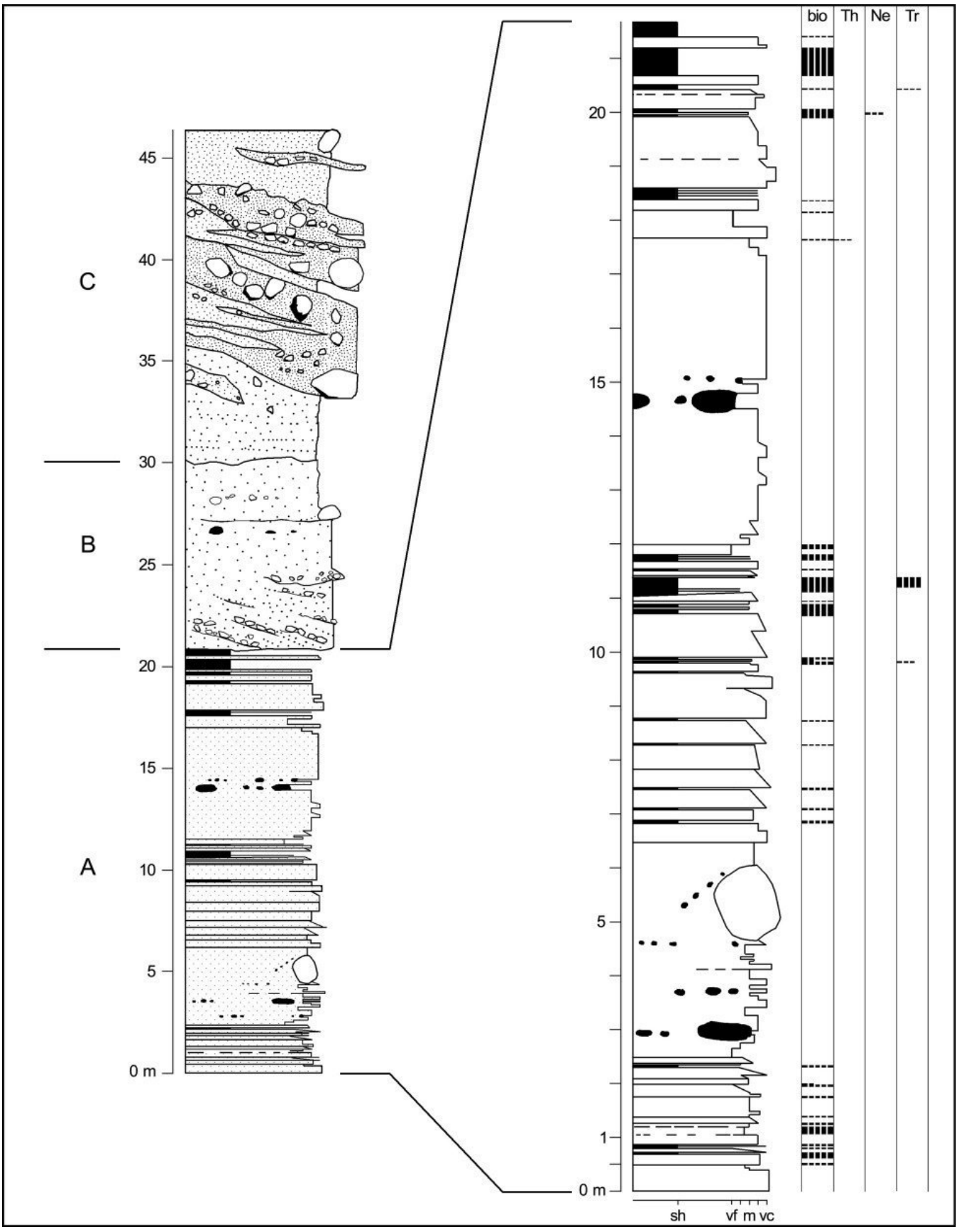


Fig. 3 - Sezione stratigrafica generale di Monte Linare e sezione di dettaglio dell'intervallo inferiore (A) con distribuzione degli icnofossili. bio: bioturbazione indistinta; Th: *Thalassinoides* cf. *suevicus*; Ne: *Nereites* cf. *missouriensis*; Tr: *Trichnichnus* isp.
– Mount Linare global stratigraphic section (on the left), and detailed stratigraphic section and ichnological distribution of the lower interval (A). Bio: indistinct bioturbation; Th: Thalassinoides *cf.* suevicus*; Ne:* Nereites *cf.* missouriensis*; Tr:* Trichnichnus *isp.*

intermedio (B) e quello superiore (C) sono da arenaceo-conglomeratici a brecciosi. I passaggi tra i tre intervalli sono marcati da superfici erosionali, suborizzontali.

L'intervallo inferiore (A in Figg. 2, 3), potente circa 20 metri, è costituito da potenti intervalli arenacei, composti da amalgamazione di strati decimetrici o metrici, con livelli di *clay chips* da centimetrici a decimetrici; sono talora presenti livelli centimetrici di brecce o microconglomerati, ed alcuni blocchi di granito, con diametro sino ad un metro circa. In alcuni casi questi blocchi mostrano un evidente effetto "barriera" alla corrente, e, pur non riuscendo a costruire strutture a *pebble cluster*, creano un effetto ombra, evidenziato ad esempio da livelli inclinati *di clay chips*. Gli intervalli arenacei sono separati da intervalli arenaceo-pelitici, potenti circa un metro; in essi gli strati arenacei e gli strati pelitici hanno una potenza da centimetrica a decimetrica, e sono caratterizzati da un'intensa bioturbazione.

L'intervallo intermedio (B in Figg. 2, 3), potente circa 10 metri, è caratterizzato nella sua parte inferiore da superfici erosive, inclinate tra 20° e 25° e sottolineate da livelli brecciosi, costituiti essenzialmente da clasti di fillade di dimensione sino a 50 centimetri. L'inclinazione delle superfici erosive (10°-15°) diminuisce verso l'alto, fino ad orizzontalizzarsi, e rimangono evidenti i livelli a brecce discontinui, con basi erosive.

L'intervallo superiore (C in Figg. 2, 3) è potente circa 15 metri, ed è formato da brecce clinostratificate (con angoli sino a 25°) in strati metrici, costituite essenzialmente da blocchi spigolosi di fillade e, subordinatamente, da blocchi di granito.

ICNOLOGIA

Nella successione di Monte Linare, l'intervallo A (Figg. 2, 3) è particolarmente ricco di bioturbazioni sia indistinte che figurative, mentre gli altri intervalli B e C sono sterili. Lo studio icnologico ha trovato alcuni limiti, dovuti sia all'esposizione, non sempre ottimale, delle superfici di stratificazione, sia perché sovente la maggior parte delle tracce non si è rivelata tassonomicamente identificabile.

L'intervallo A affiora sia lungo la parete Est del Monte Linare, messa a giorno da una frana avvenuta circa 10 anni fa, sia lungo un taglio stradale sul versante opposto. In questo intervallo sono state rinvenute le seguenti tracce fossili: *Trichnichnus* isp. (contenute prevalentemente nelle peliti), *Scolicia prisca* (Fig. 4 A), *Nereites* cf. *missouriensis* (Fig. 4 B), *Ophiomorpha annulata* (Fig. 4 C), *Planolites* isp., *Thalassinoides* cf. *suevicus* e tracce centimetriche tubolari di ancora incerta collocazione sistematica, presenti al tetto degli intervalli arenitici. Queste ultime sono caratterizzate, in sezione longitudinale, da una morfologia a cuneo che si chiude ad una delle due estremità (Fig. 4 D).

Nei primi 2,5 metri della sezione stratigrafica (Fig. 3), misurata lungo la parete Est del monte, è presente quasi esclusivamente una bioturbazione indistinta, che si manifesta nella mancanza di laminazioni e strutture sedimentarie negli strati arenitici e in "chiazze" siltose negli strati pelitici. In corrispondenza delle alternanze arenarie-peliti, presenti circa a metà e al tetto dell'intervallo A, compaiono tracce fossili centimetriche e tassonomicamente identificabili; l'icnoassociazione sembra però impoverita: sono presenti pochi *Nereites*, qualche *Thalassinoides*, frequenti tracce tubolari (icnosp. nov.?) ed abbondanti *Trichichnus*. La bioturbazione indistinta è invece sempre abbondante negli strati pelitici ed al tetto degli strati arenitici.

La presenza della bassa icnodiversità può essere attribuita a: (i) esposizione non sempre ottimale degli strati, (ii) locale impoverimento dell'icnofauna dovuto a variazioni casuali nella colonizzazione del fondale da parte degli organismi *trace-makers*, (iii) condizioni ambientali sfavorevoli allo sviluppo di una comunità bentonica diversificata. Quest'ultima possibilità sembra essere avvalorata da Gani *et alii* (2009), per i quali i depositi di prodelta dominati dall'influenza fluviale, costituiti da alternanza di peliti e areniti, presentano una bassa icnodiversità, dovuta probabilmente ad una stretta finestra di colonizzazione e soprattutto ad un ambiente stressato. L'icnodiversità subisce un sostanziale impoverimento in prossimità dei delta *"river-dominated"* a causa di rapide ed imprevedibili variazioni dei parametri ambientali (salinità, ossigenazione, tasso di sedimentazione) con conseguente intorbidimento delle acque, fino all'interfaccia deposizionale. In tali condizioni sfavorevoli, se non proibitive, si ha un basso indice di bioturbazione, una distribuzione sporadica della bioturbazione, una bassa icnodiversità, un forte decremento degli organismi filtratori/sospensivori, una riduzione della taglia degli icnogeneri; riescono a sopravvivere solo le icnospecie opportuniste, che mostrano una grande capacità di variare le loro abitudini alimentari a seconda del tipo e della disponibilità dei nutrienti (MacEachern *et alii*, 2005).

I potenti livelli arenitici dell'intervallo A (Fig. 3) sono bioturbati solo al tetto, mentre al loro interno non è stata rinvenuta alcuna bioturbazione, a causa della rapidissima sedimentazione che ha impedito la colonizzazione del fondale.

I potenti depositi conglomeratico-arenitico-brecciosi degli intervalli B e C sono privi di tracce fossili, a causa dell'altissima energia e dell'alto tasso di sedimentazione, con conseguente intorbidimento dell'acqua, che ha reso l'ambiente ostile per gli organismi infaunali (Gani *et alii*, 2009).

CONCLUSIONI

I tre intervalli studiati della successione di Monte Linare, e appartenenti alla FmSCO, sono contraddistinti da caratteristiche tra loro molto differenti. Come già ricordato, essi sono tra loro separati da nette superfici erosive, anche se planari e grosso modo parallele alla stratificazione.

Per una corretta interpretazione, ci si è riferiti anche a caratteri tipici delle successioni della FmSCO, chiaramente osservabili in numerose aree di affioramento. Essi sono essenzialmente: (i) la FmSCO è divisibile in una unità inferiore ed una unità superiore, nettamente differenti per litologia e per ambienti deposizionali; (ii) in tutta la Calabria ionica le variazioni laterali di facies dell'unità inferiore sono estremamente rapide; (iii) nella stragrande maggioranza degli affioramenti in cui è possibile vedere il passaggio tra l'unità inferiore e quella superiore, esso è marcato da depositi riferibili ad improvvisa instabilità.

Nell'affioramento di Monte Linare, l'ambiente di deposizione dell'intervallo inferiore (A) può essere riferito ad un ambiente deltizio, ed in particolare i potenti intervalli arenacei possono rappresentare il fronte deltizio mentre le alternanze pelitico-arenitiche possono rappresentare la zona di prodelta. L'intervallo B, e soprattutto l'intervallo C, mostrano un improvviso aumento di energia, ed un passaggio da un ambiente deltizio ad un altro, caratterizzato

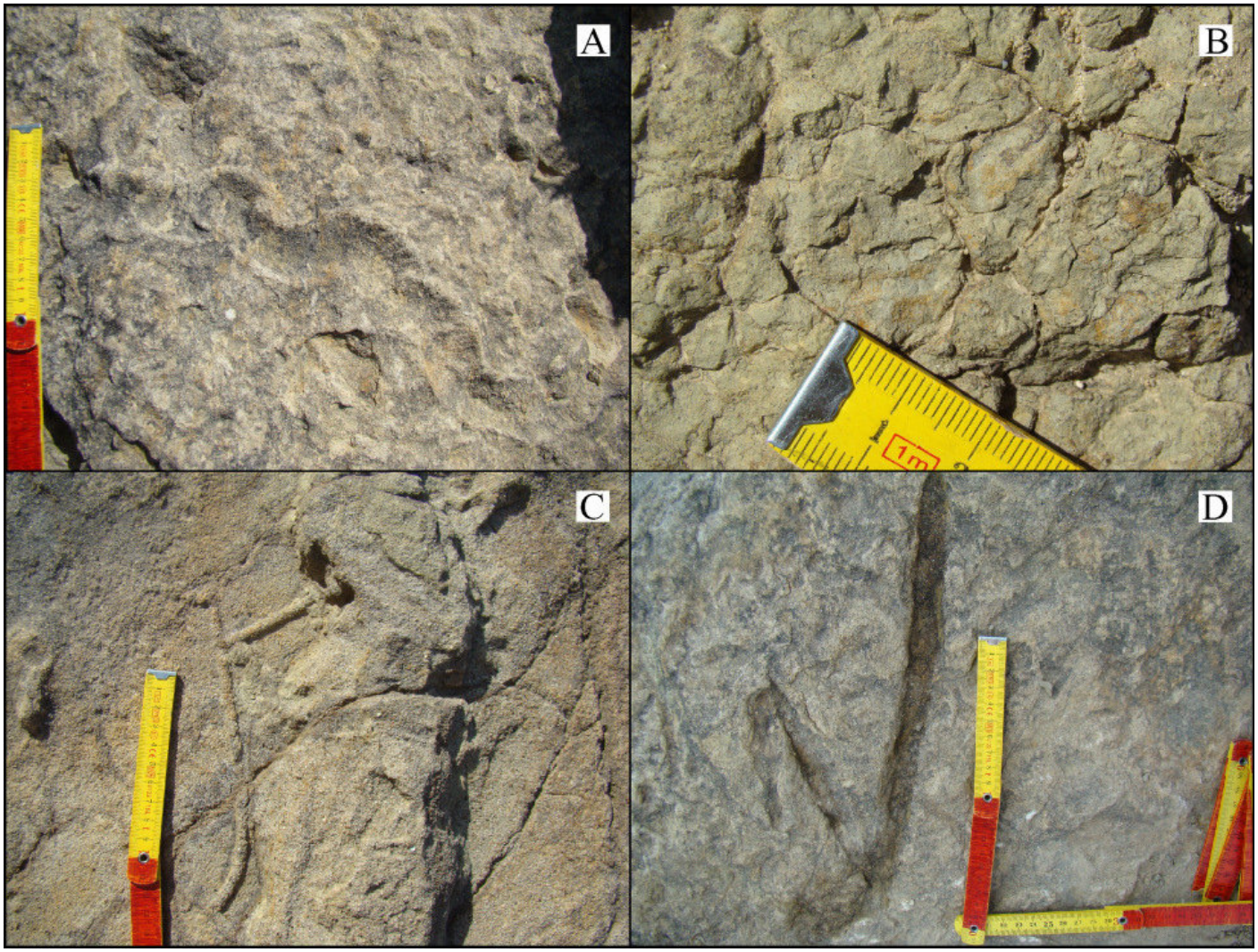


Fig. 4 - Esempi di icnofossili di Monte Linare: A: *Scolicia prisca*; B: *Nereites* cf. *missouriensis*; C: *Ophiomorpha* cf. *annulata*; D: tracce tubolari *incertae sedis*.
– Examples of ichnofossils from Mount Linare: A: Scolicia prisca*; B:* Nereites *cf.* missouriensis*; C:* Ophiomorpha *cf.* annulata*; D:* incertae sedis *tubular burrows.*

da grande instabilità.

Questa interpretazione è avvalorata dall'icnoassociazione presente (*Scolicia prisca*, *Thalassinoides*, *Nereites* cf. *missouriensis*, *Ophiomorpha* cf. *annulata*). L'icnodiversità è molto bassa, e ciò potrebbe essere sintomo di un ambiente oligotrofico, ad alto tasso di sedimentazione e forte variabilità dei parametri edafici (*e.g.*: ossigenazione, salinità, nutrienti, energia idrodinamica); pertanto l'ambiente doveva essere fortemente ostile ad organismi filtratori/sospensivori, e gli unici organismi capaci di poter sopravvivere in questi ambienti così mutevoli sono i depositivori/detritivori e/o le specie opportuniste, R-selettive (MacEachern *et alii*, 2005).

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano A. D'Alessandro, S. Leszczynski e A. Uchman per le proficue discussioni sul terreno.

BIBLIOGRAFIA

Bonardi G., De Capoa P., Di Staso A., Martín-Martín M., Martín-Rojas I., Perrone V. & Tent-Manclús, J. E. (2002) – *New constraints to the geodynamic evolution of the Southern sector of the Calabria–Peloritani Arc (Italy)*. C. R. Geoscience, **334**, 423–430.

Bonardi G., Giunta G., Perrone V., Russo M., Zuppetta A. & Ciampo G. (1980) – *Osservazioni sull'evoluzione dell'arco calabro-peloritano nel Miocene inferiore: la Formazione di Stilo-Capo d'Orlando*. Boll. Soc. Geol. It. **99**, 365-393.

Bouillin J.P., Majetsé-Menjoulas C., Ollivier-Pierr M.F., Tamboureau Y. & Villatte J. (1985) – *Transgression de l'Oligocène inférieur (Formation de Palizzi) sur un karst à remplissage bauxitique dans les zones internes Calabro-Péloritaines (Italie)*. C.R. Acad. Sc. Paris, **301**, 415-420.

Caruso C., D'Alessandro A., Leszczynski s. & Sonnino M. (2010) – *Facies of Stilo - Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy). Inferred from sedimentological and ichnological investigations: preliminary interpretations.* Atti Convegno GeoSed 2010, Torino, 16.

Caruso C. & Sonnino M. (2011) – *Relazioni tra un evento tettonico-sedimentario e l'icnologia: un esempio nella Formazione di*

Stilo - Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) a Bova (Calabria ionica meridionale). In questo volume.

Cavazza W., Blenkinsop J., DeCelles P.G., Patterson R.T. & Reinhardt E. (1997) – *Stratigrafia e sedimentologia della sequenza sedimentaria oligocenica-quaternaria del bacino calabro-ionico*. Boll. Soc. Geol. It., **116**, 51-77.

Dominici R. & Sonnino M. (1999) – *Interpretazione della successione basale della Formazione di Stilo - Capo d'Orlando nella zona di Agnana e Canolo (Oligocene, Calabria jonica)*. Riun. Gr. Inf. Sedim., Giorn. Geol., **61**, 56-58.

Dominici R. & Sonnino M. (2009) – *The Stilo-Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy)*. Book of Abstracts, 27th Meeting IAS, 500.

Dominici R., Sonnino M. & Veltri M. (2001) – *Depositi di piattaforma nella Formazione di Stilo - Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Agnana Calabra (Locride, Calabria ionica)*. GeoSed 2001, Atti Riun. Gr. Inf. Sedimentologia C.N.R., 47-48.

Gani M.R., Bhattacharya J.P. &. MacEachern J.A (2009) – *Using Ichnology to determine relative influence of waves, storms, tides, and rivers in deltaic deposits: examples from Cretaceous Western Interior Seaway, U.S.A.* Applied Ichnology, Short Course Notes, **52**, 209-225.

Lentini F., Catalano S. & Carbone, S. (2000) – *Carta geologica della Provincia di Messina. Scala 1:50.000*. Prov. Regionale Messina, S.E.L.C.A., Firenze.

MacEachern J.A., Bann K.L., Bhattacharya J.P. & Howell C.D.Jr. (2005) – *Ichnology of deltas: organism responses to the dynamic interplay of rivers, waves, storms, and tide*. In: River deltas – concepts, models, and examples (ed. by L. Giosan and J.P. Bhattacharya). SEPM, Spec. Publ., **83**, 49-85.

Minzoni N., Luciani V. & Negri A. (1993) – *New biostratigraphic data on the "Capo d'Orlando Formation" in central-southern Calabria: geotectonic consequences*. Boll. Soc. Geol. It., **112**, 977-997.

Sonnino M. (1997) – *La Formazione di Stilo-Capo d'Orlando in Calabria meridionale*. In: Guida alle escursioni, Gruppo di Sedimentologia CNR, Riun. Sc. Ann., Rende, Cosenza (ed. da G. Ferrini, A. Moretti e M. Sonnino), 53-81.

Manoscritto ricevuto il 12 Agosto 2011; accettato il 29 Agosto 2011; responsabilità editoriale Daniela Ruberti & Marco Vigliotti

Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 17 (2011), pp. 47-52, 5 figs., (DOI: 10.3301/ROL.2011.21)
© Società Geologica Italiana, Roma 2011

Tecniche di terreno e di laboratorio per la riproduzione di tracce fossili

C. Caruso & M. Sonnino

ABSTRACT

Field and laboratory techniques to reproduce trace fossils

Field and laboratory techniques for the reproduction of trace fossils are described. In fact, studying trace fossils sometimes becomes necessary to produce an image or a copy of the track itself, regardless of photographic reproduction. Copy can be reproduced in the laboratory, but sometimes this work must be carried out directly in the field.

Two techniques applied in the field are here analyzed: (i) hand-drawing, that consists in tracing the morphology of the ichnofossils on a transparent sheet, using different colours to group the diverse type of trace fossils; (ii) use of two different kinds of silicon rubber, to create a negative of trace fossils. This last technique, long used to reproduce faithful casts of body fossils in the laboratory, has been applied here for the first time in the field (at least in Italy) to replicate trace fossils of marine invertebrates.

In the laboratory the laser scanning technique has been used to capture 3D-images of trace fossils, in order to highlight details that are unreadable using only the camera, and then to create a database of 3D-images about the traces of marine invertebrates.

Key words: *ichnofossils, reproduction, hand-drawing, casts, laser scanning technique.*

RIASSUNTO

In questa nota vengono illustrate tecniche di terreno e di laboratorio per la riproduzione di tracce fossili. Infatti, nello studio delle tracce fossili talora diventa necessario produrre un'immagine o una copia della traccia stessa, che va ben oltre la riproduzione fotografica; la copia può essere realizzata in laboratorio, ma talora questo lavoro deve essere effettuato direttamente sul terreno.

Per quanto riguarda il terreno, vengono descritte due tecniche: (i) disegno a mano, che è consistito nel ricalcare la morfologia delle tracce fossili su un foglio trasparente, utilizzando colori differenti per raggruppare i diversi tipi di tracce fossili; (ii) utilizzo di gomme siliconiche, di due tipi differenti, per creare un negativo delle tracce fossili. Quest'ultima tecnica, da tempo utilizzata per riprodurre calchi fedeli di resti fossili in laboratorio, è stata qui applicata per la prima volta sul terreno (almeno in Italia) per riprodurre tracce fossili di invertebrati marini.

In laboratorio è stato invece utilizzato il laser scanner per acquisire immagini in tre dimensioni delle tracce fossili, in modo da poter evidenziare piccoli particolari, e creare quindi un database di immagini 3D riguardante le tracce di invertebrati marini.

Parole chiave*: icnofossili, riproduzione, disegni a mano, calchi, laser scanner.*

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italy.
E-mail: claudia.caruso@unical.it; m.sonnino@unical.it

INTRODUZIONE

Nello studio degli icnofossili alcune volte non è possibile eseguire un'analisi completa ed esaustiva sul terreno, e spesso non si possono trasportare i campioni in laboratorio, specialmente se di grandi dimensioni. Da qui la necessità di riprodurre artificialmente gli icnofossili, sia ricalcandone i contorni su fogli trasparenti (Fig. 1), sia eseguendo degli stampi (Figg. 2-4) in gomma siliconica, e successivamente dei calchi in resina o gesso. Per gli icnofossili campionati invece, è possibile approfondire il loro studio sottoponendoli al *laser scanner* (Fig. 5) per acquisire delle immagini in 3D e creare un *database* sulle tracce fossili di invertebrati marini.

Queste tecniche di riproduzione di tracce fossili possono dare risultati maggiori rispetto a quelli che si ottengono con una fotocamera. Infatti, sul terreno, non sempre le condizioni di luce sono favorevoli, per cui su una superficie di strato con tracce fossili i particolari di esse o le zone in ombra o troppo illuminate non sono ben distinguibili in fotografia.

RIPRODUZIONE DELLE TRACCE FOSSILI SUL TERRENO

DISEGNI A MANO

La rappresentazione di fossili (e di tracce fossili) con il disegno a mano libera è una delle tecniche più antiche, e senza dubbio anche una delle più importanti; il disegno naturalistico (tra cui appunto anche la rappresentazione di fossili e di tracce fossili) permette infatti di mettere in giusto rilievo le caratteristiche ed i particolari più importanti dell'oggetto di studio, talora non risolvibili neanche con la fotocamera. Contrariamente a quanto avviene per un disegno effettuato in laboratorio, il disegno sul terreno presenta maggiori difficoltà, ma diventa indispensabile quando le superfici di esposizione sono molto ampie, e comunque quando non è possibile prelevare il campione contenente il fossile o la traccia fossile da studiare. Inoltre, i costi di questa tecnica di riproduzione sono irrisori, mentre il tempo di realizzazione dei disegni dipende dalle dimensioni e dalla complessità della superficie da ricalcare e, ovviamente, dalle capacità dell'operatore.

Questa tecnica è stata applicata al tetto di uno strato arenaceo, molto bioturbato, della Formazione di Stilo - Capo d'Orlando affiorante a Monte Linare (Gioiosa Ionica, RC) (Caruso & Sonnino, 2011). Sulla superficie di strato sono preservate sia tracce figurative, con morfologia

ben definita e paratassonomicamente classificabili, di dimensioni centimetriche, sia tracce indistinte di dimensioni millimetriche. In particolare, tra le tracce figurative, sono presenti tracce tubolari di ancora incerta collocazione sistematica (Caruso *et alii*, 2010; Caruso & Sonnino, 2011).

Sulla superficie di strato è stato fissato un foglio di poliestere trasparente (Fig. 1), e si è potuto: (i) differenziare le zone in rilievo (tracce in epirilievo convesso) dalle zone concave (tracce in epirilievo concavo), utilizzando pennarelli di diverso colore; (ii) evidenziare la presenza di particolari tracce; (iii) conteggiare il tipo ed il numero di tracce ricadenti su una determinata superficie. Il lavoro non è stato semplice, poiché si è lavorato su una superficie inclinata di circa 40°, e molto irregolare per via dell'intensa bioturbazione. I primi risultati non sono stati eccezionali (Fig. 1), ma sono comunque tali da incoraggiare ad affinare la tecnica per migliorare la resa.



Fig. 1 - Disegno a mano di tracce tubolari *incertae sedis*.
- *Hand-drawing of* incertae sedis *tubular burrows.*

STAMPI IN GOMMA

Già da tempo vengono realizzati in laboratorio calchi artificiali di resti fossili in gesso, resina, araldite, ecc., opportunamente colorati al fine di renderli molto simili agli originali; questa tecnica è stata inventata soprattutto per arricchire le collezioni museali e rendere fruibili alla collettività resti fossili rari o unici, e/o per non dover esporre in museo reperti troppo fragili o troppo pesanti.

In questo lavoro viene illustrata questa tecnica, applicata per la prima volta sul terreno (almeno in Italia), per riprodurre calchi di tracce fossili di invertebrati marini. Si è scelto di utilizzare questa tecnica per diverse ragioni: (i) per evitare di prelevare campioni di icnofossili dagli affioramenti studiati; (ii) per la difficoltà di prelevare lastre di roccia di qualche metro quadrato; (iii) per avere la possibilità di analizzare i calchi in laboratorio, sotto condizioni di luce favorevoli e con la dovuta attenzione; (iv) per poter arricchire la collezione didattica di icnofossili del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi della Calabria; (v) per non violare la legge che protegge il patrimonio paleontologico e che prevede, tra l'altro, particolari obblighi anche per la raccolta a fini scientifici.

Produrre calchi (o meglio stampi negativi) sul terreno è stato abbastanza difficoltoso rispetto ad eseguirli in laboratorio. Sostanziali differenze sono state riscontrate tra il lavoro in laboratorio e quello sul terreno: in laboratorio (i) l'oggetto da riprodurre (resto fossile di qualsiasi dimensione, tracce fossili, ecc.) può essere manipolato e posto in una posizione comoda per l'operatore (a cominciare dal poterlo posizionare in orizzontale sul tavolo di lavoro); (ii) si ha a disposizione una bilancia elettronica di precisione ed una piastra vibrante, per un esatto dosaggio e miscelazione dei componenti; (iii) non si hanno problemi legati al tempo di preparazione e vulcanizzazione dei prodotti (che può essere di 24 o addirittura 48 ore); (iv) si hanno a disposizione acqua, energia elettrica, ecc. Sul terreno, invece, non è mai possibile avere tutte queste facilitazioni, ed il lavoro deve essere concluso in tempi relativamente brevi (al massimo 8-10 ore).

Applicazioni sul terreno. Direttamente in campo sono state sperimentate le tecniche di riproduzione di tracce fossili con l'uso di due tipi diversi di gomme siliconiche: (i) spennellabile; (ii) a stucco. Ciò allo scopo di capire quale dei due tipi di gomma rendesse meglio i particolari e le sottili morfologie delle tracce fossili, e quale delle due gomme fosse più comoda da utilizzare sul terreno. In particolare sono state utilizzate le seguenti gomme: (i) gomma spennellabile RESIL 3483 + catalizzatore SILASTIC 83 NW + catalizzatore super rapido SILASTIC 81 VF NW + Thixo; (ii) gomma a stucco RESIL STUC + catalizzatore a pasta.

Queste tecniche sono state applicate su due tracce fossili significative rinvenute su due differenti superfici di strato di arenaria affioranti lungo la successione stratigrafica di Monte Linare della Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Caruso *et alii*, 2010; Caruso & Sonnino, 2011). Su una superficie di strato sono presenti due tracce tubolari che si intersecano tra loro, di incerta collocazione sistematica, probabilmente appartenenti ad un nuovo icnogenere (Caruso *et alii*, 2010; Caruso & Sonnino, 2011), su un altro strato è presente la traccia *Scolicia prisca* (traccia di attività biologica attribuibile ad un echinide).

Prima di poter procedere all'utilizzo delle gomme (sia di quella spennellabile che di quella a stucco) per creare lo "stampo" delle tracce fossili, è stato necessario pulire con cura le superfici di strato con una spazzola, e successivamente è stato necessario consolidarle. Per il consolidamento sono state utilizzate quattro perle di polivinil acetato diluite in circa un litro di nitro. La soluzione (molto liquida per consentire una maggiore penetrazione nella roccia), preparata preventivamente in laboratorio, è stata applicata sulle due superfici di strato

mediante spennellature.

Una volta asciugato il consolidante (dopo circa un'ora e mezza), la superficie di strato da trattare è stata leggermente unta spennellando un sottilissimo velo di olio di vasellina, giusto per facilitare il successivo "strappo" delle gomme. Appena asciugata la vasellina (circa 15 minuti) si è proceduto alla stesura delle gomme.

La gomma spennellabile è stata applicata sulle due tracce tubolari di incerta collocazione sistematica (Figg. 2, 3), mentre sulla traccia *Scolicia prisca* è stata spalmata la gomma a stucco (Fig. 4).

Per quanto riguarda la gomma spennellabile (Fig. 2), è stato usato il catalizzatore super rapido SILASTIC 81 VF NW aggiunto al catalizzatore SILASTIC 83 NW in modo da accelerare la vulcanizzazione, a causa della necessità di lavorare velocemente sul terreno; entrambi i catalizzatori sono stati dosati utilizzando siringhe sterili. Inoltre è stato utilizzato il Thixo in modo da non far "colare" la gomma dalle superfici di strato, inclinate di circa 40°. La quantità necessaria per riprodurre il negativo (stampo) delle due tracce tubolari (ricoprendo un'area di circa 40x20 cm) è stata di 200 g di gomma SILASTIC + 5 cc di catalizzatore normale + 5 cc di catalizzatore super rapido + 4 gocce di Thixo. Il tempo massimo di lavorabilità della gomma catalizzata con aggiunta di Thixo è di circa 15 minuti (Borselli & Landini, *com. pers*.), ma già a metà di esso si è proceduto alla spennellatura (Fig. 2 A), poiché la mistura risultava omogenea.

La gomma a stucco è stata applicata su *Scolicia prisca* (Fig. 4). Per ricoprire un'area di circa 20x12 cm sono stati necessari 100 g di gomma + 5 g di catalizzatore (quest'ultimo dosato preventivamente in laboratorio). Il tempo di lavorabilità è di circa 15 minuti (Borselli & Landini, *com. pers*.); la gomma catalizzata è stata applicata sulla traccia fossile spalmandola accuratamente a partire da una estremità, fino alla copertura totale della traccia.

La vulcanizzazione di entrambe le gomme è avvenuta dopo circa due ore (Fig. 2 B), trascorse le quali si è potuto procedere al loro distacco mediante la tecnica dello "strappo" (Figg. 2 C, 4 C).



Fig. 2 - Calco negativo di tracce tubolari *incertae sedis* mediante gomma spennellabile.
- *Cast of* incertae sedis *tubular burrows by using silicon brush rubber.*

Risultati da stampi in gomma. L'applicazione della tecnica di riproduzione delle tracce fossili sul terreno mediante l'uso di gomme siliconiche non è stata semplice. Rispetto alla sua esecuzione in laboratorio, sul terreno si sono avuti diversi svantaggi, dovuti alla difficoltà di misura delle percentuali di gomma e di catalizzatore da usare ed ai tempi necessariamente più brevi di vulcanizzazione. Il prodotto finale è stato di qualità inferiore a quello ottenibile in laboratorio.

Questa tecnica di riproduzione ha costi abbastanza elevati a causa del massiccio utilizzo di prodotti chimici quali diluenti, consolidanti, gomme siliconiche e catalizzatori, a cui bisogna sommare gli strumenti di lavoro (*set* di spatole monouso, *set* di pennelli monouso, guanti monouso, mascherine, contenitori sterili, bilancia digitale, *set* di siringhe monouso, ecc.), per il solo lavoro

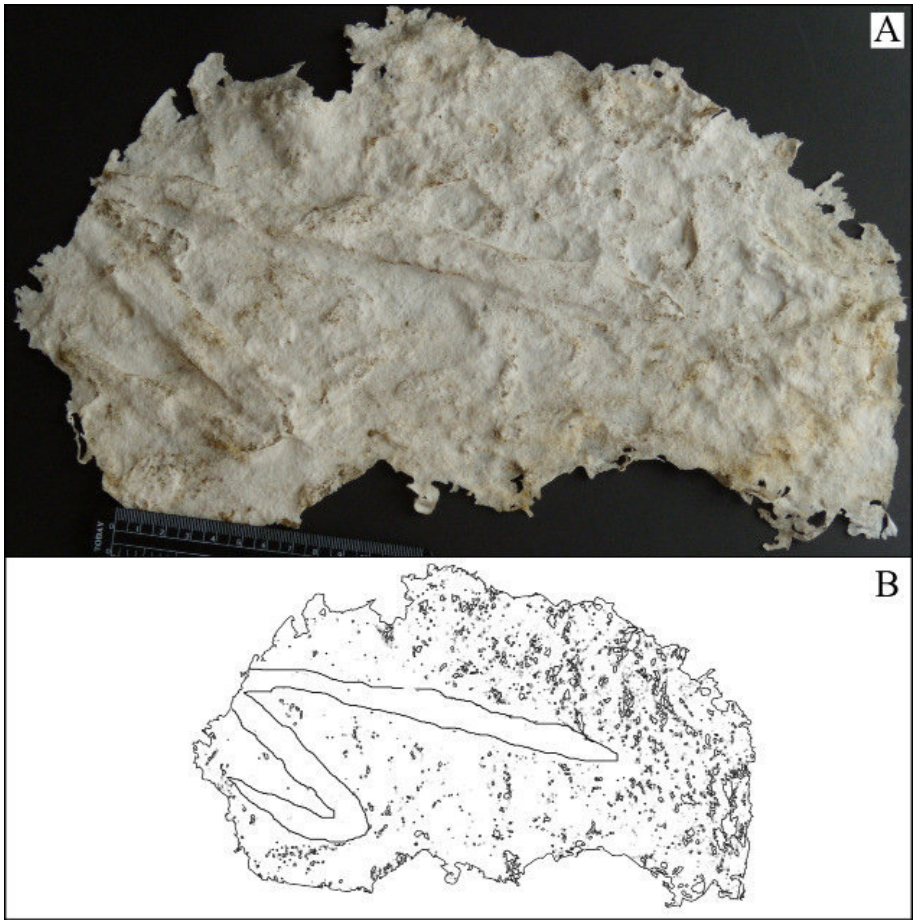


Fig. 3 - Particolare del negativo in gomma spennellabile delle tracce tubolari *incertae sedis*. - *Detail of the brush rubber negative cast of the* incertae sedis *tubular burrows.*



Fig. 4 - Calco negativo di *Scolicia prisca* mediante gomma a stucco.
– *Negative cast of* Scolicia prisca *by using silicon Resil Stuc rubber.*

di terreno. A questi bisogna aggiungere il costo del gesso o della resina (+ il relativo catalizzatore ed il carbonato di calcio) per realizzare in laboratorio, a partire dallo stampo in gomma, il calco positivo della traccia fossile da studiare.

I tempi di realizzazione, su piccole superfici (Figg. 2, 4), sono di circa 6 ore totali (dalla preliminare pulitura delle superfici allo "strappo" della gomma).

La gomma spennellabile RESIL 3483 ha riprodotto fedelmente le due tracce tubolari prese in considerazione, ma la sua preparazione è stata molto scomoda, non avendo a disposizione la strumentazione di laboratorio (a parte una piccola bilancia digitale a batterie, con errore strumentale significativo che si aggira attorno a qualche grammo), mentre la gomma a stucco RESIL STUC ha riprodotto solo in parte i sottili caratteri morfologici di *Scolicia prisca*, ma la sua preparazione ed applicazione sulle tracce è stata più facile e veloce.

Si ritiene però che si possano ottenere stampi (negativi) di buona qualità anche sul terreno, affinando la tecnica e con una migliore organizzazione, ad esempio preparando già in laboratorio flaconi con quantità esatte di prodotto.

RIPRODUZIONE DELLE TRACCE FOSSILI MEDIANTE LASER SCANNER

Per provare a riprodurre le tracce fossili è stata utilizzata anche la tecnica del *laser scanner*. Si tratta di uno strumento che consente di riprodurre digitalmente gli oggetti in 3 dimensioni, scansionandone con un raggio laser tutti i lati.

Si è scelto di riprodurre le tracce fossili mediante *laser scanner*: (i) per avere una visione tridimensionale delle stesse; (ii) per aver indicazione delle strutture in rilievo o delle cavità (non apprezzabili da semplici fotografie 2D); (iii) per poter creare un *database* di immagini 3D per tutti gli icnofossili rinvenuti durante il lavoro di terreno.

Metodologie. Per questo lavoro è stato utilizzato lo strumento 3D Scanner Next Engine (risoluzione 0,4 mm) con la collaborazione della dott.ssa I. Alfano (Università degli Studi della Calabria). È stato necessario lavorare in condizioni di luce costante e bassa luminosità, in modo da ottenere un'acquisizione costante ed una restituzione reale dei colori.

La tecnica è stata sperimentata su due campioni di icnofossili: (i) icnogenere *Lorenzinia* proveniente dalla Formazione di Albidona (Calabria ionica settentrionale) e (ii) icnogenere *Halimedides* proveniente dalla Formazione dei Trubi (Calabria ionica meridionale; Caruso *et alii*, 2011). Il campione di *Lorenzinia* (dimensioni: 16x11 cm) è costituito da elementi morfologici radiali, in iporilievo positivo (ovvero convessi rispetto alla superficie inferiore dello strato campionato), ognuno con spessore di circa 5 mm, mentre *Halimedides* (dimensioni: circa 4x0,7 cm) è costituito da un elemento tubolare irregolare ed esternamente ornamentato con tubercoli di spessore di 1 mm (Caruso *et alii*, 2011).

I due campioni sono stati poggiati sullo strumento porta-campioni, posto ad una distanza di circa 30 cm dal *laser scanner* (Fig. 5A).

Dei due campioni sono state eseguite dapprima 6 scansioni (ad ogni scansione, il piedistallo porta-campione è ruotato di 60°) e poi altre 3 scansioni (ad ogni scansione, il piedistallo è ruotato di 120°) dopo aver tiltato leggermente i campioni di un certo angolo per cercare di colpire con il laser anche i punti di sottosquadro.

Per ogni scansione effettuata, il *laser scanner* ha realizzato dapprima una foto per acquisire la *texture* dell'oggetto, e successivamente ha iniziato a scansionare mediante *laser*.

Per visualizzare in 3D le immagini acquisite, è stato utilizzato ScanStudio HD™ (che è il *software* in dotazione del *laser scanner* 3D Scanner Next Engine) (Fig. 5B) ed il *software* Mesh Lab 1.3.0 a licenza gratuita (Fig. 5C).

Risultati laser scanner. Il *laser* ha impiegato circa un'ora per l'acquisizione di ogni campione.

I risultati preliminari hanno evidenziato che il campione di *Lorenzinia* ha ottenuto una restituzione più dettagliata dei particolari, mentre il campione di *Halimedides* era troppo piccolo per poter ottenere risultati apprezzabili. Quindi, con l'utilizzo del *laser scanner* 3D Scanner Next Engine (risoluzione 0,4 mm) i campioni più grandi di 10x10 cm ottengono migliore risoluzione e completezza di informazioni.

Riassumendo, il sistema utilizzato ha dato i seguenti



Fig. 5 - Acquisizione dell'immagine del campione di *Lorenzinia* isp. (Formazione di Albidona) con laser scanner. A: posizionamento del campione sul piedistallo del laser scanner; B: visualizzazione ScanStudio HD; C: visualizzazione MeshLab.
- *Image capture of the specimen* Lorenzinia *isp. (Albidona Formation) by using laser scanning tecnique. A: positioning of the sample on the laser scanner pedestal; B: ScanStudio HD display; MeshLab display.*

risultati: tempo d'acquisizione lungo, risoluzione media. Il costo non è quantificabile, in quanto l'utilizzo dello strumento è stato gratuito.

Nonostante i problemi dovuti alla bassa risoluzione, ovviamente risolvibili utilizzando *laser scanner* a maggiore risoluzione, i risultati preliminari sono stati abbastanza soddisfacenti.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano V. Borselli che, con pazienza e grande professionalità, li ha introdotti nel mondo dei calchi, e che ha seguito con passione l'idea di applicare le tecniche di riproduzione agli icnofossili. Si ringraziano inoltre F. Landucci (Laboratorio di Restauro di Paleontologia dei Vertebrati, Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze) per l'insegnamento delle tecniche di riproduzione in gomma e resina, e la dott.ssa I. Alfano (Università degli Studi della Calabria) per la collaborazione nell'acquisizione delle immagini al *laser scanner*.

BIBLIOGRAFIA

Caruso C., D'alessandro A., Leszczynski S. & Sonnino M. (2010) – *Facies of Stilo - Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy). Inferred from sedimentological and ichnological investigations: preliminary interpretations.* Atti Convegno GeoSed 2010, Torino, 16.

Caruso C. & Sonnino M. (2011) – *Osservazioni sedimentologiche ed icnologiche sulla Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Monte Linare (Gioisa Ionica, Calabria meridionale).* In questo volume.

Caruso C., Sonnino M. & Uchman A. (2011) – *Preliminary ichnological observations on the Trubi Formation (Lower–Middle Pliocene) near the village of Palizzi Marina (Southern Ionian Calabria)*. In questo volume.

Manoscritto ricevuto il 12 Agosto 2011; accettato il 5 Settembre 2011; responsabilità editoriale di Daniela Ruberti e Marco Vigliotti

TECNICHE DI TERRENO E DI LABORATORIO PER LA RIPRODUZIONE DI TRACCE FOSSILI

Claudia CARUSO & Maurizio SONNINO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, Cosenza - Italy

RIPRODUZIONE DELLE TRACCE FOSSILI SUL TERRENO
Esempi da Monte Linare (F. di Stilo - Capo d'Orlando, Oligo-Miocene)

DISEGNI A MANO

Questa tecnica è stata applicata al tetto di uno strato arenaceo, molto bioturbato. Sulla superficie di strato sono preservate sia tracce figurative, con morfologia ben definita e paratassonomicamente classificabili, di dimensioni centimetriche, sia tracce indistinte di dimensioni millimetriche. Sulla superficie di strato è stato fissato un foglio di poliestere trasparente (Fig. 1), e si è potuto: (i) differenziare le zone in rilievo (tracce in epirilievo convesso) dalle zone concave (tracce in epirilievo concavo), utilizzando pennarelli di diverso colore; (ii) evidenziare la presenza di particolari tracce; (iii) conteggiare il tipo ed il numero di tracce ricadenti su una determinata superficie.
Il lavoro non è stato semplice, poiché si è lavorato su una superficie inclinata di circa 40° e molto irregolare per via dell'intensa bioturbazione.



Fig. 1 - Disegno a mano di tracce tubolari *incertae sedis*. Monte Linare, Formazione di Stilo - Capo d'Orlando.

STAMPI IN GOMMA

Si è utilizzata questa tecnica per riprodurre (per la prima volta sul terreno) calchi di tracce fossili di invertebrati marini, per (i) evitare di prelevare campioni di icnofossili; (ii) difficoltà di prelevare lastre di roccia; (iii) avere la possibilità di analizzare i calchi in laboratorio; (iv) poter arricchire la collezione didattiche (v) non violare la legge (*sic*!) che protegge il patrimonio paleontologico e che prevede, tra l'altro, particolari obblighi anche per la raccolta a fini scientifici.
Produrre calchi (o meglio stampi negativi) sul terreno è più difficoltoso rispetto ad eseguirli in laboratorio, sia perché non si hanno a disposizione alcune strumentazioni e sia perché il lavoro deve essere concluso in tempi relativamente brevi (al massimo 8-10 ore).

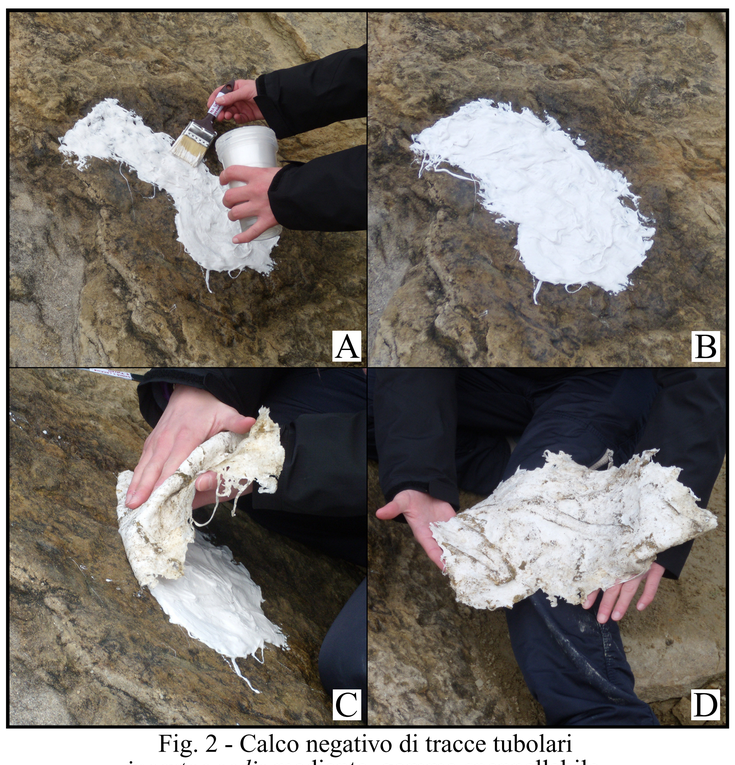


Fig. 2 - Calco negativo di tracce tubolari *incertae sedis* mediante gomma spennellabile. Monte Linare, Formazione di Stilo - Capo d'Orlando.

Sono stati sperimentati due tipi diversi di gomme siliconiche: (i) gomma spennellabile RESIL 3483 + catalizzatore SILASTIC 83 NW + catalizzatore super rapido SILASTIC 81 VF NW + Thixo; (ii) gomma a stucco RESIL STUC + catalizzatore a pasta.
Queste tecniche sono state applicate su due tracce fossili significative (tracce tubolari *incertae sedis* e *Scolicia prisca*).
Lavoro preliminare: pulitura delle superfici di strato con una spazzola e consolidamento con polivinil acetato diluito in nitro. Applicazione di un sottilissimo velo di olio di vasellina, per facilitare il successivo "strappo" delle gomme.
Stesura delle gomme: (i) la gomma spennellabile è stata applicata sulle due tracce tubolari (Fig. 2); la quantità necessaria per riprodurre il negativo (stampo) delle due tracce (ricoprendo un'area di circa 40x20 cm) è stata di 200 g di gomma SILASTIC + 5 cc di catalizzatore normale + 5 cc di catalizzatore super rapido + 4 gocce di Thixo; (ii) la gomma a stucco è stata applicata *su Scolicia prisca* (Fig. 4); per ricoprire un'area di circa 20x12 cm sono stati necessari 100 g di gomma + 5 g di catalizzatore (quest'ultimo dosato preventivamente in laboratorio).
Fase finale: vulcanizzazione delle gomme in circa due ore (Fig. 2B) e distacco mediante la tecnica dello "strappo" (Figg. 2C, 4C).

I tempi di realizzazione, su piccole superfici (Figg. 2, 4), sono di circa 6 ore totali (dalla preliminare pulitura delle superfici allo "strappo" della gomma).
La gomma spennellabile RESIL 3483 ha riprodotto fedelmente le due tracce tubolari prese in considerazione, ma la sua preparazione è stata molto scomoda.
La gomma a stucco RESIL STUC ha riprodotto solo in parte i sottili caratteri morfologici di *Scolicia prisca*, ma la sua preparazione ed applicazione sulle tracce è stata più facile e veloce.

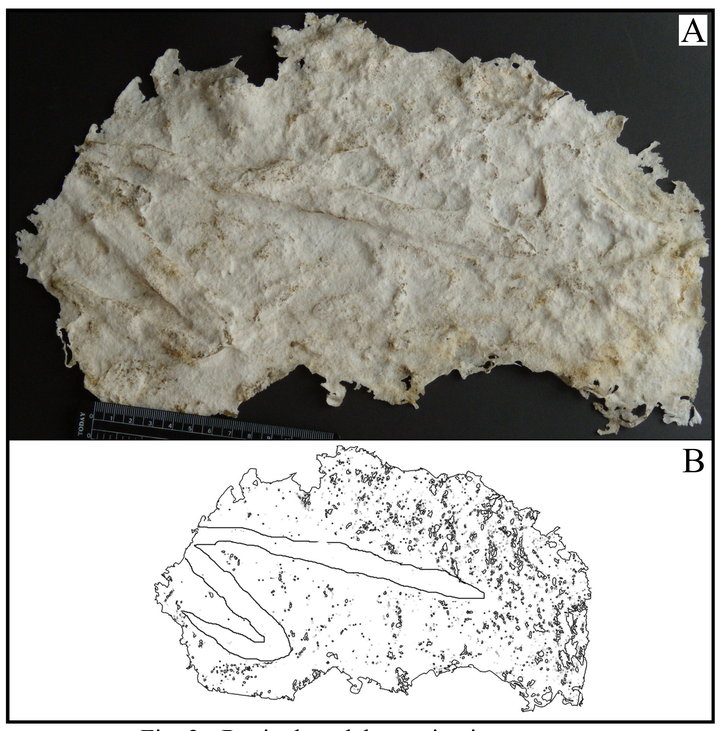


Fig. 3 - Particolare del negativo in gomma spennellabile delle tracce tubolari *incertae sedis*.



Fig. 4 - Calco negativo di *Scolicia prisca* mediante gomma a stucco. Monte Linare, Formazione di Stilo - Capo d'Orlando.

RIPRODUZIONE DELLE TRACCE FOSSILI MEDIANTE LASER SCANNER

La riproduzione delle tracce fossili mediante laser scanner dà: (i) una visione tridimensionale; (ii) indicazione delle strutture in rilievo o delle cavità (non apprezzabili da semplici fotografie 2D); (iii) la possibilità di creare un *database* di immagini 3D.
Strumento utilizzato per l'acquisizione dati: 3D Scanner Next Engine (risoluzione 0,4 mm). La tecnica è stata sperimentata su due campioni di icnofossili: (i) icnogenere *Lorenzinia* (Fig. 5A) proveniente dalla Formazione di Albidona (Calabria ionica settentrionale) e (ii) icnogenere *Halimedides* proveniente dalla Formazione dei Trubi (Calabria ionica meridionale). Il campione di *Lorenzinia* (dimensioni: 16x11 cm) è costituito da elementi morfologici radiali, in iporilievo positivo, ognuno con spessore di circa 5 mm, mentre *Halimedides* (dimensioni: circa 4x0,7 cm) è costituito da un elemento tubolare irregolare ed esternamente ornamentato con tubercoli di spessore di 1 mm.
Visualizzazione in 3D delle immagini acquisite: è stato utilizzato ScanStudio HDTM (*software* in dotazione del laser scanner 3D Scanner Next Engine; Fig. 5B) ed il *software* Mesh Lab 1.3.0 a licenza gratuita (Fig. 5C). Il *laser* ha impiegato circa un'ora per l'acquisizione di ogni campione.
Risultati preliminari: il campione di *Lorenzinia* ha ottenuto una restituzione più dettagliata dei particolari, mentre il campione di *Halimedides* era troppo piccolo per poter ottenere risultati apprezzabili. Con l'utilizzo del *laser scanner* 3D Scanner Next Engine (risoluzione 0,4 mm) i campioni più grandi di 10x10 cm ottengono migliore risoluzione e completezza di informazioni.

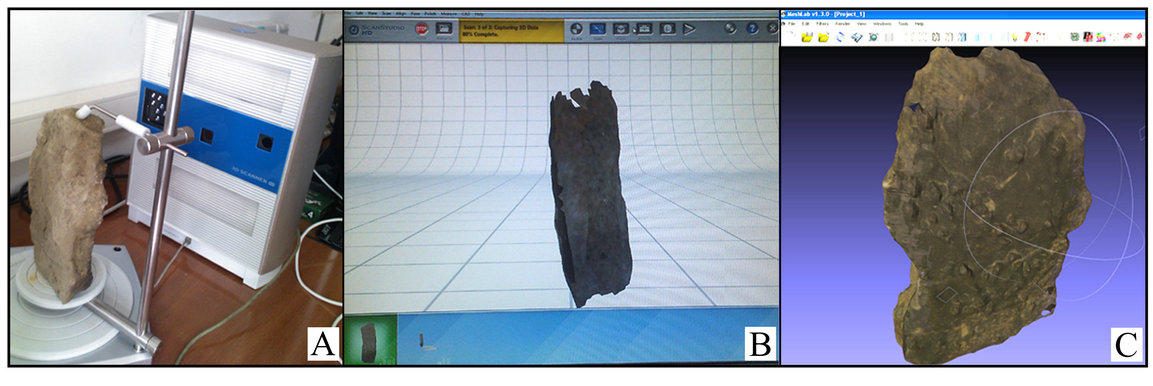


Fig. 5 - Acquisizione dell'immagine del campione di *Lorenzinia* isp. (Formazione di Albidona) con *laser scanner*. A: posizionamento del campione sul piedistallo del *laser scanner*; B: visualizzazione ScanStudio HD; C: visualizzazione MeshLab.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano V. BORSELLI e F. LANDUCCI (Lab. Restauro Paleontologia Vertebrati, Museo di Storia Naturale, Università degli Studi di Firenze) per l'insegnamento delle tecniche di riproduzione in gomma e resina, e la dott.ssa I. ALFANO (Università degli Studi della Calabria) per la collaborazione nell'acquisizione delle immagini al laser scanner.

Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 17 (2011), pp. 53-57, 4 figs., (DOI: 10.3301/ROL.2011.22)
© Società Geologica Italiana, Roma 2011

Preliminary ichnological observations on the Trubi Formation (Lower–Middle Pliocene) near the village of Palizzi Marina (southern Ionian Calabria)

C. Caruso (*), M. Sonnino (*) & A. Uchman (**)

RIASSUNTO

Osservazioni icnologiche preliminari sulla Formazione dei Trubi (Pliocene inferiore – medio) nell'area di Palizzi Marina (Calabria ionica meridionale)

Lungo tutta la fascia ionica della Calabria centrale e meridionale affiora, in maniera più o meno continua, una successione sedimentaria di età pliocenica (Zancleano – Piacenziano), costituita da un'alternanza ritmica di marne e calcari (questi ultimi ricchi in foraminiferi planctonici, foraminiferi bentonici e coccoliti), assimilata alla siciliana Formazione dei Trubi.

Nei pressi dell'abitato di Palizzi Marina (RC) è presente uno degli affioramenti calabresi più conosciuti di questa formazione. In questo lavoro vengono illustrate le prime osservazioni sulle tracce fossili rinvenute nella porzione centrale di questa successione. L'icnoassociazione rinvenuta è riconducibile alla *Zoophycos* Ichnofacies, confermando gli studi precedenti che stabilivano per questa formazione un paleoambiente di scarpata-bacino, ad una profondità di deposizione di circa 800-1000 m, determinato sulla base del contenuto in foraminiferi planctonici e bentonici.

Parole chiave: *icnofossili, Formazione dei Trubi, Pliocene, Calabria.*

ABSTRACT

Alongside the central and southern Ionian Calabria, a Pliocene (Zanclean – Piacenzian) sedimentary succession crops out more or less continuously. This succession, assimilated to the Sicilian Trubi Formation, is constituted by a rhythmic alternation of marls and limestones, these last very rich in planktonic and benthic foraminifers and in coccoliths.

Near the village of Palizzi Marina (RC) one of the fairly well known Calabrian outcrops of this formation occurs. This paper describes the first observations on the trace fossils recognized in the middle part of this sedimentary succession.

The ichnoassemblage belongs to the *Zoophycos* ichnofacies, confirming previous studies which proposed an open marine slope-basin depositional paleoenvironment, at a depth of 800-1000 m, inferred on the basis of planktonic and benthic foraminifers.

Key words: *ichnofossils, Trubi Fm, Pliocene, Calabria.*

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italy.
E-mail: claudia.caruso@unical.it; m.sonnino@unical.it
(**) Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, 30-063 Kraków, Poland. E-mail: alfred.uchman@uj.edu.pl

INTRODUCTION

The Trubi Formation is a transgressive sedimentary body, of about 100 m in thickness, cropping out in the southern Ionian Calabria, and covering in onlap the older stratigraphic units (Cavazza *et alii*, 1997). The base of this formation is referred to the Miocene-Pliocene boundary (Cita, 1975). This formation is typically constituted by a rhythmic alternation of 20-30 cm thick limestones with intrabasinal white coloured carbonate components (predominantly foraminifers and coccoliths), and of marls with extrabasinal grey coloured siliciclastic components (Cavazza *et alii*, 1997).

This rhythmic sedimentation, brought about by astronomical precession, could be originated from the alternate predominance of decreased carbonate production in the surface waters and increased dilution of river-supplied terrigenous material (grey beds), and of more arid and cooler conditions (white beds) (De Visser *et alii*, 1989). According to Thunell *et alii* (1991), the rhythmic sedimentation pattern is related to changes in surface water productivity and the white carbonate beds are related to intensified winds associated with precession maxima; these factors brought about an increased upwelling, higher productivity, and limestone deposition.

The study area (Figs. 1, 2) is located near the village of Palizzi Marina (GPS coordinates: N37°55.410'; E016°00.774' ± 4 m; altitude 43 m a.s.l.). In this outcrop, first observations on ichnological content were recently made.

ICHNOLOGY

First observations on the trace fossils recognized mainly at the central part of the rhythmites characterizing the Trubi Fm, were recently made along an outcrop located near Palizzi Marina village. This outcrop is fairly well known from a micropalaeontological and geochemical point of view (Thunell *et alii*, 1991). In other outcrops of the Trubi Fm (mainly in Sicily), foraminiferal, palynological, stable isotope, geochemical, clay mineralogy and granulometric data were collected (De Visser *et alii*, 1989), as well as biomagnetostratigraphic and astrocyclostratigraphic ones (Castradori *et alii*, 1998).

This paper intends to provide a modest contribution on the recognition of the depositional palaeoenvironment using trace fossils.

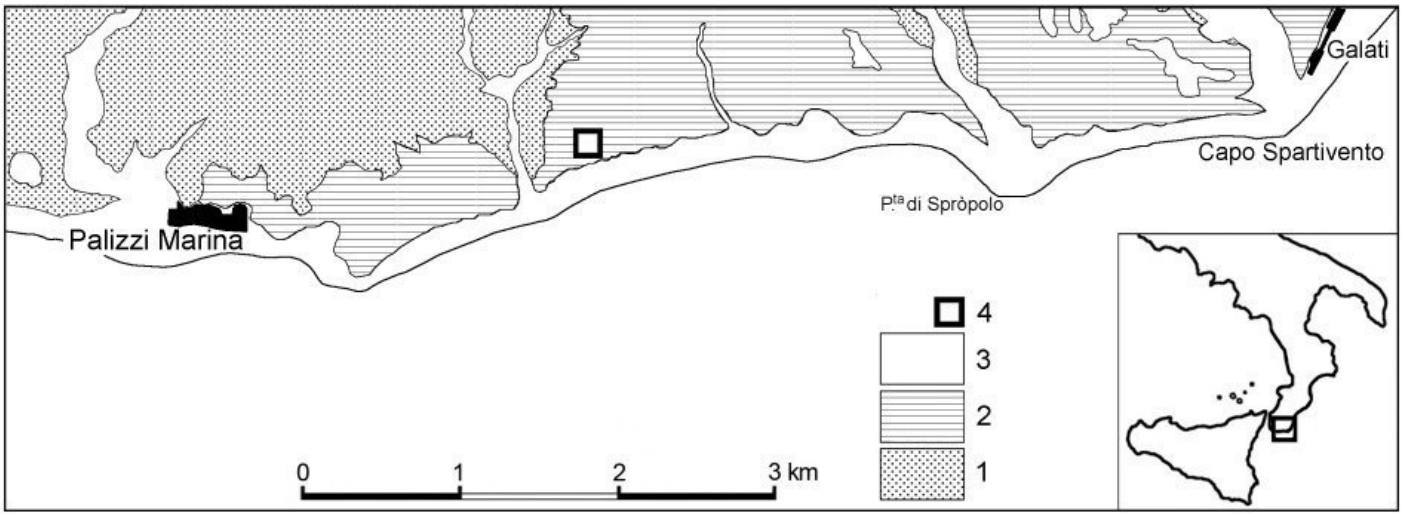


Fig. 1 - Geological sketch map of the southern tip of Calabria. 1: Miocene; 2: Pliocene (including the Trubi Fm); 3: Quaternary; 4: Study area.
– Schema geologico della punta meridionale della Calabria. 1: Miocene; 2: Pliocene (compresa la Fm dei Trubi); 3: Quaternario; 4: Area di studio.



Fig. 2 - Rhythmic alternation of limestones and marls, outcropping near the village of Palizzi Marina (RC).
- Alternanza ritmica di calcari e marne affioranti nei pressi di Palizzi Marina (RC).

The ichnoassemblage identified in the study area is quite rich; at least eight different ichnogenera have been recognized: *Chondrites*, *Halimedides*, *Pilichnus*, *Planolites*, *Rhizocorallium*, *Thalassinoides*, *Trichichnus* and *Zoophycos*. This ichnoassemblage seems to be typical of the *Zoophycos* ichnofacies.

The ichnogenera *Zoophycos* (Fig. 3A-D), *Rhizocorallium* (Fig. 3E-F), *Thalassinoides* (Fig. 4A), *Chondrites*, *Halimedides* (Fig. 4 B), *Pilichnus* and, *Planolites*, are mainly present at the top of the carbonate layers (white beds), while the mineralized (both ferruginous and manganese oxide) fillings of some *Halimedides* (Fig. 4 C), *Trichichnus*, the tubular burrows (Fig. 4 D-E), and the faecal pellets are present principally on the top of the marlstone layers (grey beds with siliciclastic components).

Until now, no direct correlation have been made between the content of trace fossils and the Milankovitch climatic changes in the Trubi Fm. A first possible explanation could be that probably the high content of organic matter (*e.g.* planktonic and benthic foraminifers and coccoliths) in the carbonate white layers favoured the colonization of the substrate by endobenthic organisms.

As mentioned, the ichnoassemblage seems to belong to the *Zoophycos* ichnofacies, so it confirms previous studies which proposed an open marine slope-basin depositional palaeoenvironment, at a depth of 800-1000 m, inferred on the basis of planktonic and benthic foraminifers (Castradori *et alii*, 1998).



Fig. 3 - Examples of ichnofossils from the study area (Trubi Fm, Palizzi Marina). A-D: four different expressions of *Zoophycos* isp.; E: *Rhizocorallium* isp. in cross cutting; F: *Rhizocorallium* isp.
– Esempi di icnofossili dell'area di studio (Fm dei Trubi., Palizzi Marina). A-D: quattro vedute differenti di Zoophycos *isp.; E:* Rhizocorallium *isp. in sezione; F:* Rhizocorallium *isp*.

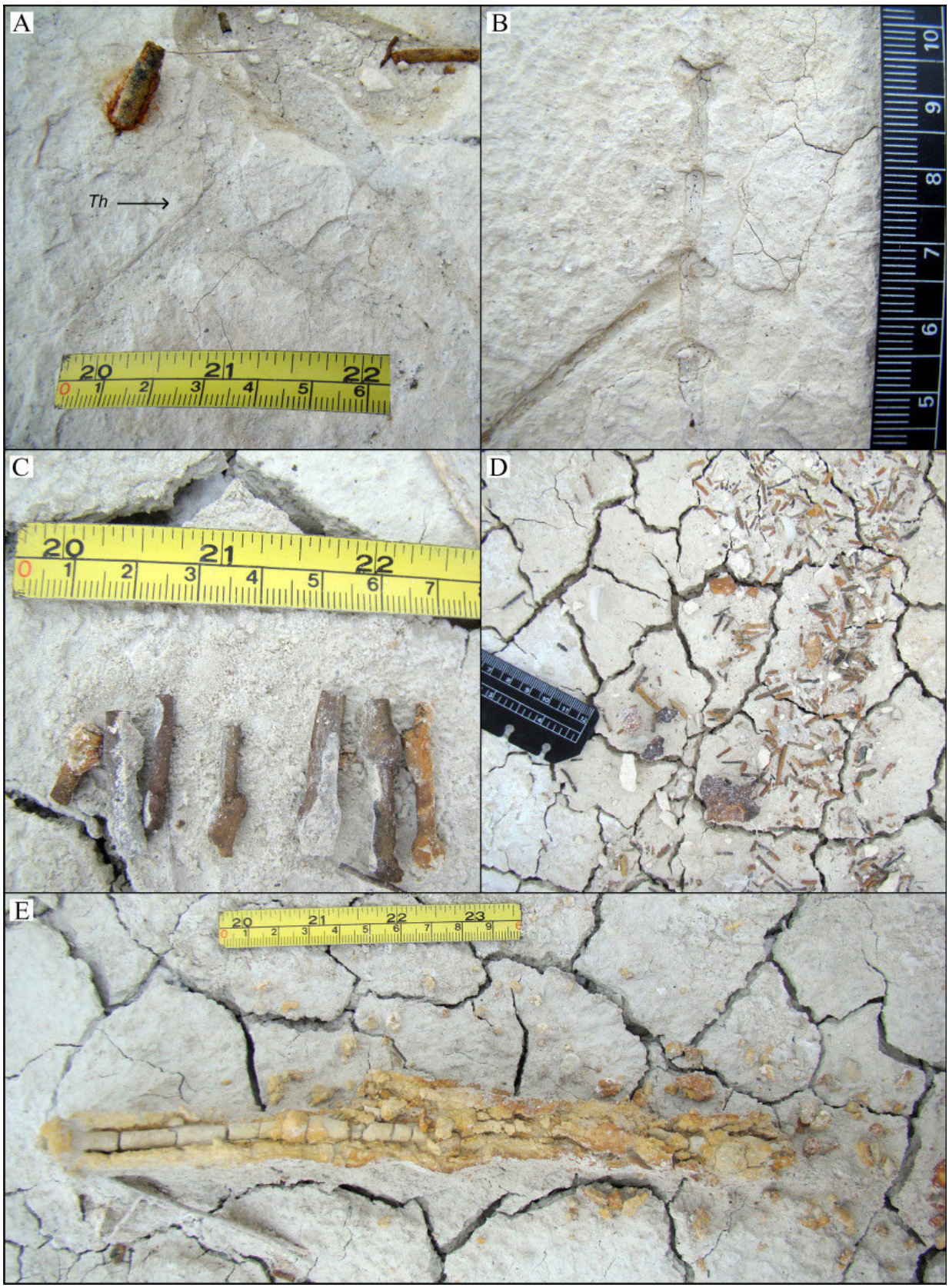


Fig. 4 - Examples of ichnofossils from the study area (Trubi Fm, Palizzi Marina). A: *Thalassinoides* isp. B: *Halimedides* isp.; C: mineralized fillings of *Halimedides* isp. D: weathered "lag" of the mineralized fillings (ferruginous and manganese oxides) of the tubular burrows and faecal pellets; E: mineralized long and narrow tubular burrow.
– *Esempi di icnofossili dell'area di studio (Fm dei Trubi, Palizzi Marina). A:* Thalassinoides *isp. B:* Halimedides *isp.; C: riempimenti mineralizzati di* Halimedides *isp. D: "*lag*" dei riempimenti mineralizzati (ossidi di ferro e manganese) di tane tubolari e pallottole fecali; E: lunga e stretta tana tubolare mineralizzata.*

REFERENCES

CASTRADORI D., RIO D., HILGEN F.J. & LOURENS L.J. (1998) – *The Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) of the Piacenzian Stage (Middle Pliocene)*. Episodes, **21**, 88-93.

CAVAZZA W., BLENKINSOP J., DECELLES P.G., PATTERSON R.T. & REINHARDT E. (1997) – *Stratigrafia e sedimentologia della sequenza sedimentaria oligocenica-quaternaria del bacino calabro-ionico*. Boll. Soc. Geol. It., **116**, 51-77.

CITA M.B. (1975) – *The Miocene/Pliocene boundary. History and definition*. In SAITO T. & BURKLE L. (Eds.), Late Neogene Epoch Boundaries. Micropaleontology Press, 1-30.

DE VISSER J.P, EBBING J.H.J., GUDJONSSON L., HILGEN F.J, JORISSEN F.J, VERHALLEN P.J.J.M. & ZEVENBOOM D. (1989) – *The origin of rhythmic bedding in the Pliocene Trubi Formation of Sicily, southern Italy*. Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., **69**, 45-66.

THUNELL R., RIO D., SPROVIERI R., & RAFFI I. (1991) – *Limestone-marl couplets; origin of the early Pliocene Trubi marls in Calabria, southern Italy***.** Jour. Sed. Res., **61**, 1109-1122.

Manoscritto ricevuto il 12 Agosto 2011; accettato il 1 Settembre 2011; responsabilità editoriale di Daniela Ruberti & Marco Vigliotti

PRELIMINARY ICHNOLOGICAL OBSERVATIONS ON THE TRUBI FORMATION (LOWER-MIDDLE PLIOCENE) NEAR THE VILLAGE OF PALIZZI MARINA (SOUTHERN IONIAN CALABRIA)

Claudia CARUSO (*), Maurizio SONNINO (*) & Alfred UCHMAN (**)

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, Cosenza - Italy

(**) Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Kraków - Polska

The Trubi Formation is a transgressive sedimentary body, of about 100 m in thickness, cropping out in the southern Ionian Calabria, and covering in onlap the older stratigraphic units (CAVAZZA *et alii*, 1997). The base of this formation is referred to the Miocene-Pliocene boundary (CITA, 1975). This formation is typically constituted by a rhythmic alternation of 20-30 cm thick limestones with intrabasinal white coloured carbonate components (predominantly foraminifers and coccoliths), and of marls with extrabasinal grey coloured siliciclastic components (CAVAZZA *et alii*, 1997). This rhythmic sedimentation, brought about by astronomical precession, could be originated from the alternate predominance of decreased carbonate production in the surface waters and increased dilution of riversupplied terrigenous material (grey beds), and of more arid and cooler conditions (white beds) (DE VISSER *et alii*, 1989).

According to THUNELL *et alii* (1991), the rhythmic sedimentation pattern is related to changes in surface water productivity and the white carbonate beds are related to intensified winds associated with precession maxima; these factors brought about an increased upwelling, higher productivity, and limestone deposition.

The study area (Figs. 1, 2) is located near the village of Palizzi Marina (GPS coordinates: N37°55.410'; E016°00.774' ± 4 m; altitude 43 m a.s.l.). In this outcrop, first observations on ichnological content were recently made.

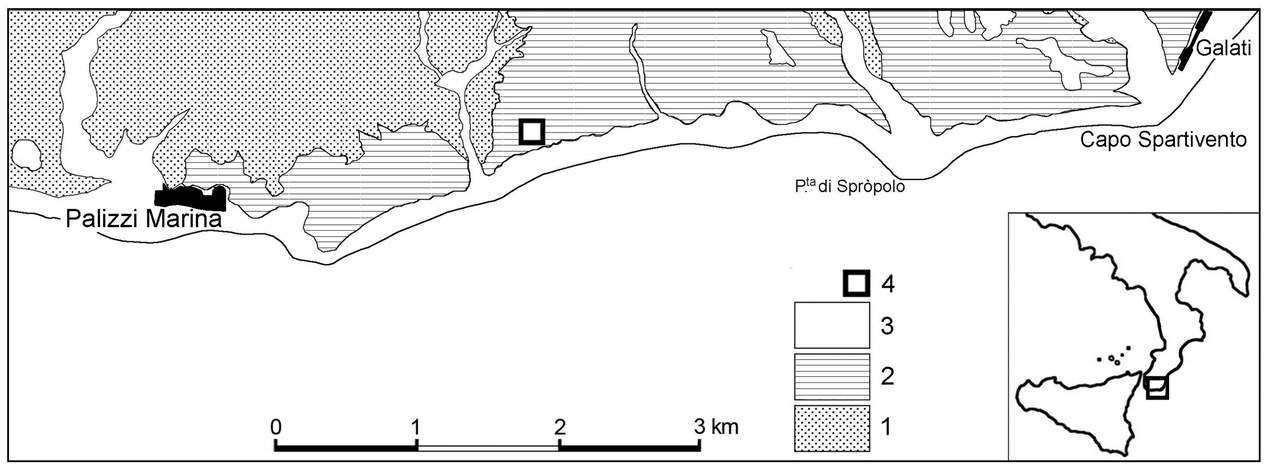


Fig. 1 - Geological sketch map of the southern tip of Calabria. 1: Miocene; 2: Pliocene (including the Trubi Fm); 3: Quaternary; 4: Study area.



Fig. 2 - Rhythmic alternation of limestones and marls, outcropping near the village of Palizzi Marina (RC).

ICHNOLOGY

First observations on the trace fossils recognized mainly at the central part of the rhythmites characterizing the Trubi Fm, were recently made along an outcrop located near Palizzi Marina village. This outcrop is fairly well known from a micropalaeontological and geochemical point of view (THUNELL *et alii*, 1991). In other outcrops of the Trubi Fm (mainly in Sicily), foraminiferal, palynological, stable isotope, geochemical, clay mineralogy and granulometric data were collected (DE VISSER *et alii*, 1989), as well as biomagnetostratigraphic and astrocyclostratigraphic ones (CASTRADORI *et alii*, 1998). The ichnoassemblage identified in the study area is quite rich; at least eight different ichnogenera have been recognized: *Chondrites*, *Halimedides*, *Pilichnus*, *Planolites*, *Rhizocorallium*, *Thalassinoides*, *Trichichnus* and *Zoophycos*. This ichnoassemblage seems to be typical of the *Zoophycos* ichnofacies.

The ichnogenera *Zoophycos* (Fig. 3A-D), *Rhizocorallium* (Fig. 3E-F), *Thalassinoides* (Fig. 4A), *Chondrites*, *Halimedides* (Fig. 4 B), *Pilichnus* and, *Planolites*, are mainly present at the top of the carbonate layers (white beds), while the mineralized (both ferruginous and manganese oxide) fillings of some *Halimedides* (Fig. 4 C), *Trichichnus*, the tubular burrows (Fig. 4 D-E), and the faecal pellets are present principally on the top of the marlstone layers (grey beds with siliciclastic components). Until now, no direct correlation have been made between the content of trace fossils and the Milankovitch climatic changes in the Trubi Fm. A first possible explanation could be that probably the high content of organic matter (*e.g.* planktonic and benthic foraminifers and coccoliths) in the carbonate white layers favoured the colonization of the substrate by endobenthic organisms.



Fig. 3 - Examples of ichnofossils from the study area (Trubi Fm, Palizzi Marina). A-D: four different expressions of *Zoophycos* isp.; E: *Rhizocorallium* isp. in cross cutting; F: *Rhizocorallium* isp.

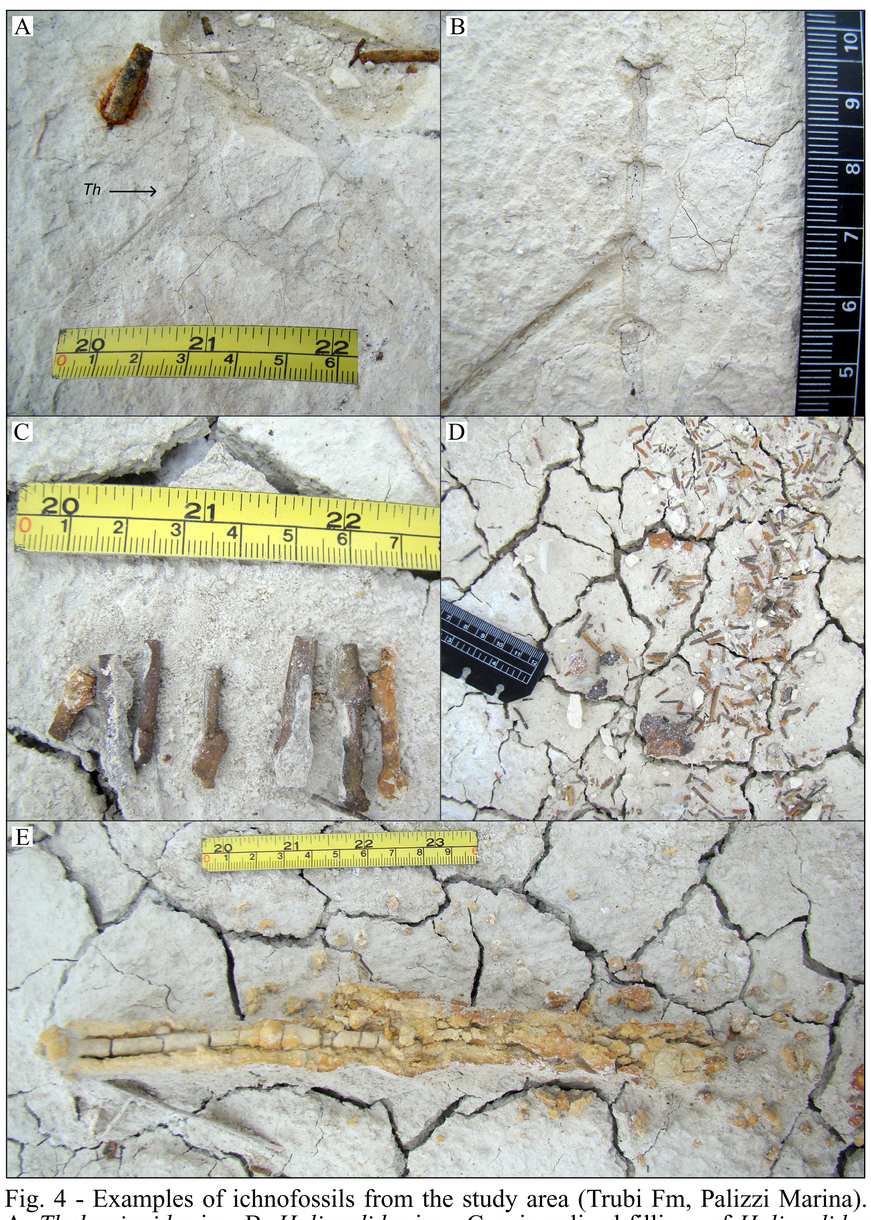


Fig. 4 - Examples of ichnofossils from the study area (Trubi Fm, Palizzi Marina). A: *Thalassinoides* isp. B: *Halimedides* isp.; C: mineralized fillings of *Halimedides* isp. D: weathered "lag" of the mineralized fillings (ferruginous and manganese oxides) of the tubular burrows and faecal pellets; E: mineralized long and narrow tubular burrow.

The ichnoassemblage seems to belong to the *Zoophycos* ichnofacies, so it confirms previous studies which proposed an open marine slope-basin depositional palaeoenvironment, at a depth of 800-1000 m, inferred on the basis of planktonic and benthic foraminifers (CASTRADORI *et alii*, 1998).

REFERENCES

CASTRADORI D., RIO D., HILGEN F.J. & LOURENS L.J. (1998). Episodes, 21, 88-93.

CAVAZZA W., BLENKINSOP J., DE CELLES P.G., PATTERSON R.T. & REINHARDT E. (1997). Boll. Soc. Geol. It., 116, 51-77.

CITA M.B. (1975). Micro-paleontology Press, 1-30.

DE VISSER J.P, EBBING J.H.J., GUDJONSSON L., HILGEN F.J, JORISSEN F.J, VERHALLEN P.J.J.M. & ZEVENBOOM D. (1989). Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., 69, 45-66.

THUNELL R., RIO D., SPROVIERI R., & RAFFI I. (1991). Jour. Sed. Res., 61, 1109-1122.

Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 17 (2011), pp. 59-61, 4 figs., (DOI: 10.3301/ROL.2011.23)
© Società Geologica Italiana, Roma 2011

Trace fossils in the Pleistocene arenites outcropping nearby the village of Bombile (southern Ionian Calabria)

C. Caruso (*), M. Sonnino (*) & A. Uchman (**)

RIASSUNTO

Tracce fossili nelle areniti (Pleistocene, Calabriano) affioranti a Bombile (Calabria ionica meridionale)

Nelle areniti di età calabriana, affioranti presso Bombile (Calabria), è presente un'intensa e pervasiva bioturbazione. Lo studio condotto su tali depositi, pur se di tipo preliminare, ha permesso di identificare almeno cinque icnogeneri: *Bichordites*, *Macaronichnus*, *Thalassinoides*, *Ophiomorpha* e *Conichnus*.

Parole chiave: *bioturbazione, icnologia, ichnofabric a Bichordites, Pleistocene, Calabriano, Calabria, Italia meridionale.*

ABSTRACT

In this paper, preliminary ichnological observations have been performed in the Pleistocene (Calabrian) arenites, outcropping nearby the village of Bombile (Calabria, Southern Italy). These deposits show an intense and pervasive bioturbation, the study of which allowed the identification of at least five ichnogenera: *Bichordites*, *Macaronichnus*, *Thalassinoides*, *Ophiomorpha* and *Conichnus*.

Key words: *bioturbation, Ichnology, Bichordites ichnofabric, Pleistocene, Calabriano, Calabria, Southern Italy.*

INTRODUCTION

Nearby the village of Bombile (Ardore, southern Ionian Calabria, Fig. 1), a wonderful Pleistocene outcrop of siliciclastic-bioclastic arenites, showing spectacular cross-bedding structures (sand-waves), occurs. The bioclasts include abraded bivalve shells, brachiopod shells and echinoderm fragments and foraminiferal tests (Cavazza *et alii*, 1997).

This outcrop is well exposed in a cliff, which is 40 m high. The bedding sets, about 3 m thick, separated each others by sharp erosive surfaces (Fig. 2), indicate unidirectional migration (palaeocurrent towards ESE) of large sand-waves with rectilinear crest (Cavazza *et alii*, 1997).

The ichnological observations have been carried out nearby the Grotta della Madonna locality, southwestern side of Bombile village; GPS coordinates: N38°12.23´; E016°10.22´ ± 8 m; altitude 270 m a.s.l.

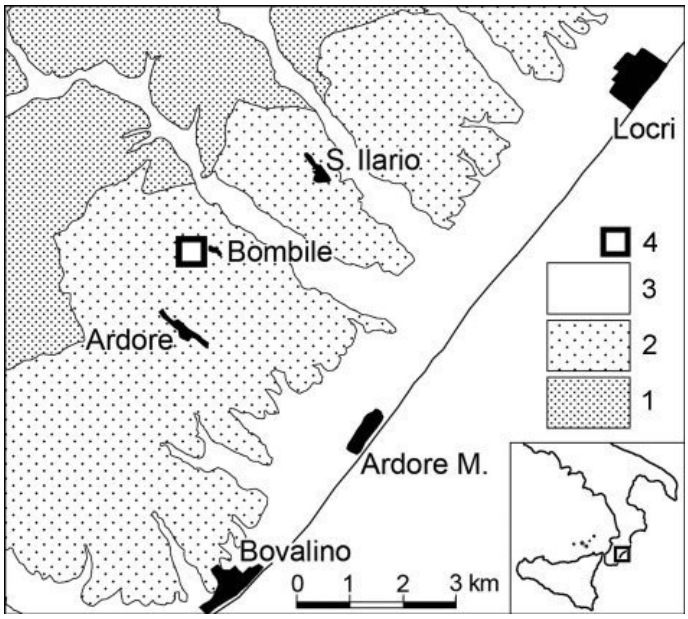


Fig. 1 - Geological sketch map of the central sector of the southern Ionian Calabria with the location of the study area. 1: Miocene; 2: Plio-Pleistocene; 3: Holocene; 4: Study area.
- Schema geologico del settore centrale della Calabria ionica meridionale con ubicazione dell'area di studio. 1: Miocene; 2: Plio-Pleistocene; 3: Olocene; 4: Area di studio.

ICHNOLOGY

Preliminary ichnological observations of the Bombile outcrop have allowed to recognize an intense and pervasive bioturbation due to the presence of *Bichordites* cf. *monastiriensis* (Fig. 3A), *Macaronichnus* cf. *segregatis*, *Thalassinoides* isp., *Ophiomorpha* isp. and *Conichnus* isp.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italy.
E-mail: claudia.caruso@unical.it; m.sonnino@unical.it
(**) Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, 30-063 Kraków, Poland. E-mail: alfred.uchman@uj.edu.pl



Fig. 2 - Partial view of the Bombile outcrop (Madonna della Grotta locality). Pleistocene cross-bedded siliciclastic-bioclastic arenites. The scale is 1 m long.
- Veduta parziale dell'affioramento di Bombile (località Madonna della Grotta). Areniti silico-bioclastiche a festoni (Pleistocene). La scala è 1 m.

(Fig. 3B). These trace fossils are attributed, in literature, to the activity of infaunal vagile deposit-feeding organisms (respectively: echinoids, polychaetes, decapod crustaceans) and to epifaunal predators (anemones).

In the Bombile outcrop, *Bichordites* cf. *monastiriensis* (grazing-crawling trace, produced by irregular echinoids, referred probably to *Echinocardium cordatum*), considered r-selected (Colella & D'Alessandro, 1988), is estimated to be the dominant ichnospecies. It follows the bedding surfaces, in places completely obliterating the physical primary structures (if present in origin) of the individual layer, while the other trace fossils cut the stratification casually. Because of the dominant presence of this ichnospecies, the primary sedimentary fabric is almost transformed into a new one, called the *Bichordites* ichnofabric (D'Alessandro & Uchman, 2007); this ichnofabric is related to a brief colonization window due to rapid progradation of the foresets (De Gibert, J.M., 2006; De Gibert & Goldring, 2008).

Many past studies considered the sand-waves and the meniscate trace fossils of spatangoid echinids as typical of a shallow marine environment (Colella & D'Alessandro, 1988; Uchman, 1995). The presence of *Macaronichnus* cf. *segregatis* could confirm that the deposition of the bioturbated sand-waves of Bombile occurred in a shallow subtidal palaeoenvironment (Clifton & Thompson, 1978). But Colella & D'Alessandro (1988) discovered bathyal corals and bathyal brachiopods, associated with echinoid meniscated burrows (*Bichordites*) in similar deposits nearby Monte Torre (southern Ionian Calabria), about 20 km away from the Bombile outcrop. So, the Bombile sand-waves could be interpreted as bathyal deposits, with high hydrodynamic energy, high sedimentation rate and high oxygen content, originated by strong currents in a palaeostrait between the Tyrrhenian and the Ionian Seas; this palaeostrait was probably active during the Calabrian. Similar conditions have been verified even in the present-day Strait of Messina (Colella & D'Alessandro, 1988; Santoro *et alii*, 2002). At the present time, similar environments are typically dominated by spatangoid echinids, which are adapted to the high hydrodynamic energy, getting food supply both from the continuous sedimentary deposition and from the deep water upwelling, conditions that occurred often in the strait areas (Colella & D'Alessandro, 1988).

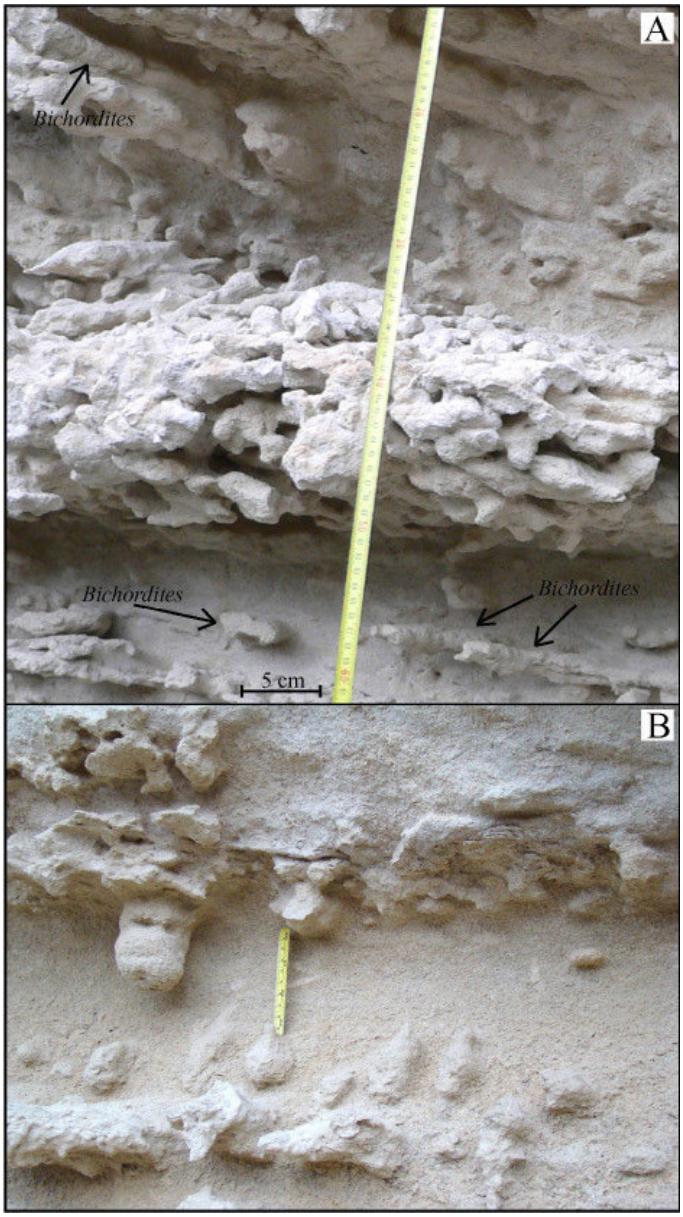


Fig. 3 - Intense bioturbation in the Bombile arenites. A: *Bichordites* cf. *monastiriensis*; B: *Conichnus* isp. The scale is 10 cm long.
- *Intensa bioturbazione nelle areniti di Bombile. A:* Bichordites *cf.* monastiriensis*; B:* Conichnus *isp. La scala è 10 cm.*



Fig. 4 - Bombile arenites. The small protusions are mostly different sections of *Bichordites* cf. *monastiriensis*. On the top left side of the picture, an unusual large vertical trace fossil is present. The scale is 1 m long.
- *Areniti di Bombile. Le piccole protrusioni sono per lo più sezioni differenti di* Bichordites *cf.* monastiriensis*. In alto a sinistra è presente una grande ed inusuale traccia fossile. La scala è 1 m.*

REFERENCES

Cavazza W., Blenkinsop J., De Celles P.G., Patterson R.T. & Reinhardt E.G. (1997) - *Stratigrafia e sedimentologia della sequenza sedimentaria oligocenico-quaternaria del Bacino Calabro-Ionico.* Boll. Soc. Geol. It., **116**, 51-77.

Clifton H. E. & Thompson J.K. (1978) – Macaronichnus segregatis*: a feeding structure of shallow marine polychaetes*. Jour. Sed. Res., **48**, 1293-1301.

Colella A. & D'Alessandro A. (1988) - *Sand waves,* Echinocardium *traces and their bathyal depositional setting (Monte Torre Palaeostrait, Plio-Pleistocene, southern Italy)*. Sedimentology, **35**, 219-237.

D'Alessandro A. & Uchman A. (2007) - Bichordites *and* Bichordites-Rosselia *ichnoassemblages from the Lower Pleistocene Tursi Sandstone (southern Italy)*. *In*: R.G. Bromley, L.A. Buatois, M.G. Mángano, J.F. Genise, and R.N. Melchor (eds.), Sediment-Organism Interactions: A Multifaceted Ichnology. SEPM Special Publication, **88**, 213-221.

De Gibert J.M (2006) - *Modes of preservation of spatangoid burrows with special emphasis on intensely-bioturbated* Bichordites *ichnofabrics in the Bateig Calcarenites (Miocene, SE Spain)*. Biotic - Sediment Interactions: A symposium in memory of Roland Goldring. Reading.

De Gibert J.M. & Goldring R. (2008) - *Spatangoid-produced ichnofabrics (Bateig Limestone, Miocene, Spain) and the preservation of spatangoid trace fossils*. Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., **270**, 299-310.

Santoro V.C., Amore E., Cavallaro, L., Cozzo, G., Foti, E. (2002) - *Sand Waves in the Messina Strait, Italy*. Jour. Coast. Res., Special Issue, **36**, 640-653.

Uchman A. (1995). *Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossils: the Marnoso-Arenacea Formation and associated facies (Miocene, Northern Apennines, Italy)*. Beringeria, **15**, 1-115.

Manoscritto ricevuto il 12 Agosto 2011; accettato il 1 Settembre 2011; responsabilità editoriale di Daniela Ruberti e Marco Vigliotti

TRACE FOSSILS IN THE PLEISTOCENE ARENITES OUTCROPPING NEARBY THE VILLAGE OF BOMBILE (SOUTHERN IONIAN CALABRIA)

Claudia CARUSO (*), Maurizio SONNINO (*) & Alfred UCHMAN (**)

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi della Calabria, Cosenza - Italy

(**) Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Kraków - Polska

Nearby the village of Bombile (Ardore, southern Ionian Calabria, Fig. 1), a wonderful Pleistocene outcrop of siliciclastic-bioclastic arenites, showing spectacular cross-bedding structures (sand-waves), occurs. The bioclasts include abraded bivalve shells, brachiopod shells and echinoderm fragments and foraminiferal tests (CAVAZZA *et alii*, 1997).

This outcrop is well exposed in a cliff, which is 40 m high. The bedding sets, about 3 m thick, separated each others by sharp erosive surfaces (Fig. 2, 3), indicate unidirectional migration (palaeocurrent towards ESE) of large sand-waves with rectilinear crest (CAVAZZA *et alii*, 1997).

The ichnological observations have been carried out nearby the Grotta della Madonna locality, southwestern side of Bombile village; GPS coordinates: N38°12.23′; E016°10.22′ ± 8 m; altitude 270 m a.s.l.

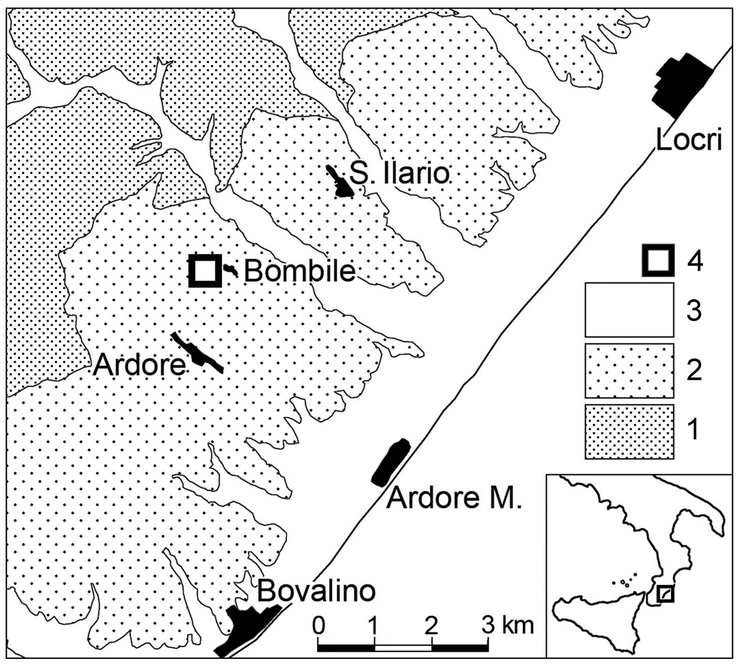


Fig. 1 - Geological sketch map of the central sector of the southern Ionian Calabria. 1: Miocene; 2: Plio-Pleistocene; 3: Holocene; 4: Study area.



Fig. 2 - Panoramic view of the Bombile outcrop (Madonna della Grotta locality). Pleistocene cross-bedded siliciclastic-bioclastic arenites.



Fig. 3 - Partial view of the Bombile outcrop (Madonna della Grotta locality). Pleistocene cross-bedded siliciclastic-bioclastic arenites. The scale is 1 m long.

ICHNOLOGY

Preliminary ichnological observations of the Bombile outcrop have allowed to recognize an intense and pervasive bioturbation due to the presence of *Bichordites* cf. *monastiriensis* (Fig. 4, 6, 7), *Macaronichnus* cf. *segregatis*, *Thalassinoides* isp., *Ophiomorpha* isp. and *Conichnus* isp. (Fig. 5). These trace fossils are attributed, in literature, to the activity of infaunal vagile deposit-feeding organisms (respectively: echinoids, polychaetes, decapod crustaceans) and to epifaunal predators (anemones).

In the Bombile outcrop, *Bichordites* cf. *monastiriensis* (grazing-crawling trace, produced by irregular echinoids, referred probably to *Echinocardium cordatum*), considered r-selected (COLELLA & D'ALESSANDRO, 1988), is estimated to be the dominant ichnospecies. It follows the bedding surfaces, obliterating the physical primary structures of the individual layer, while the other trace fossils cut the stratification casually.

Because of the dominant presence of this ichnospecies, the primary sedimentary fabric is almost transformed into a new one, called the *Bichordites* ichnofabric (D'ALESSANDRO & UCHMAN, 2007); this ichnofabric is related to a brief colonization window due to rapid progradation of the foresets (DE GIBERT, 2006; DE GIBERT & GOLDRING, 2008). In this outcrop, a remarkable unusual large vertical trace fossil has been recently observed (Fig. 7).

Many past studies considered the sand-waves and the meniscate trace fossils of spatangoid echinids as typical of a shallow marine environment (COLELLA & D'ALESSANDRO, 1988; UCHMAN, 1995). The presence of *Macaronichnus* cf. *segregatis* could confirm that the deposition of the bioturbated sand-waves of Bombile occurred in a shallow subtidal palaeoenvironment (CLIFTON & THOMPSON, 1978). But COLELLA & D'ALESSANDRO (1988) discovered bathyal corals and bathyal brachiopods, associated with echinoid meniscated burrows (*Bichordites*) in similar deposits nearby Monte Torre (southern Ionian Calabria), about 20 km away from the Bombile outcrop.

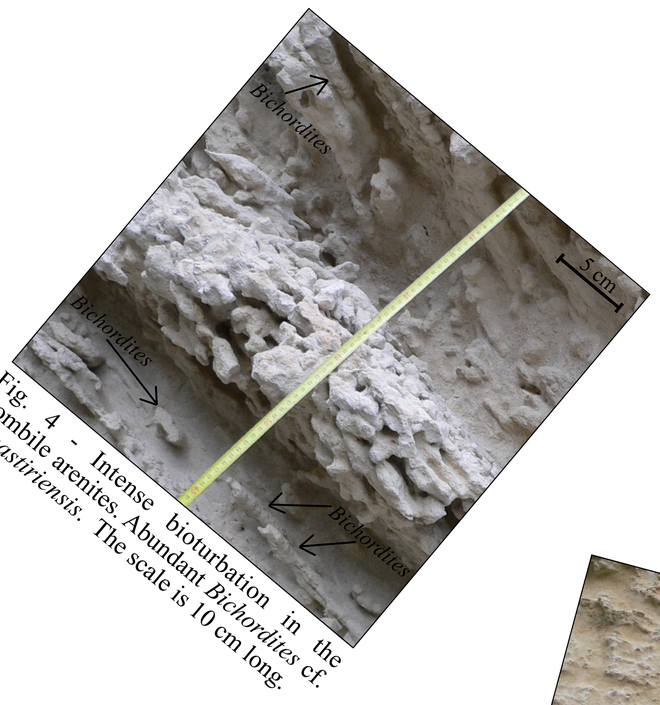


Fig. 4 - Intense bioturbation in the Bombile arenites. Abundant *Bichordites* cf. *monastiriensis*. The scale is 10 cm long.

So, the Bombile sand-waves could be interpreted as bathyal deposits, with high hydrodynamic energy, high sedimentation rate and high oxygen content, originated by strong currents in a palaeostrait between the Tyrrhenian and the Ionian Seas; this palaeostrait was probably active during the Calabrian. Similar conditions have been verified even in the present-day Strait of Messina (COLELLA & D'ALESSANDRO, 1988; SANTORO *et alii*, 2002). At the present time, similar environments are typically dominated by spatangoid echinids, which are adapted to the high hydrodynamic energy, getting food supply both from the continuous sedimentary deposition and from the deep water upwelling, conditions that occurred often in the strait areas (COLELLA & D'ALESSANDRO, 1988).

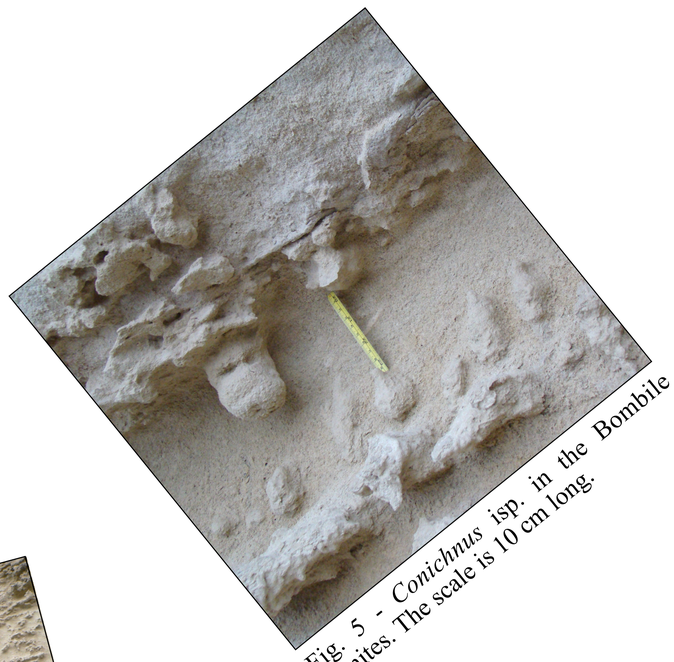


Fig. 5 - *Conichnus* isp. in the Bombile arenites. The scale is 10 cm long.

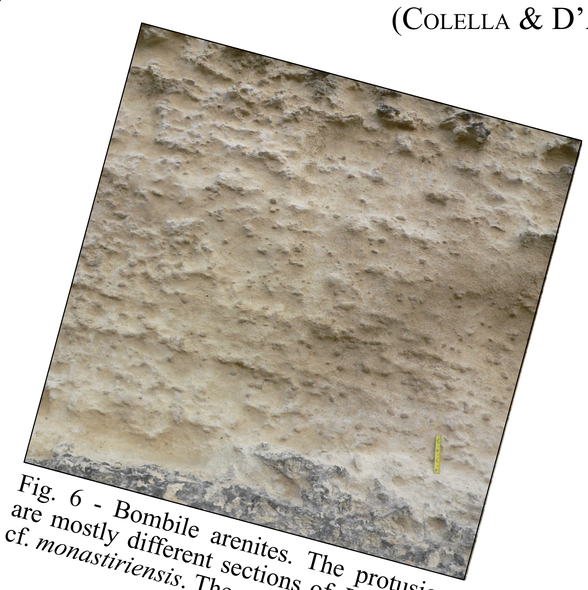


Fig. 6 - Bombile arenites. The protusions are mostly different sections of *Bichordites* cf. *monastiriensis*. The scale is 10 cm long.

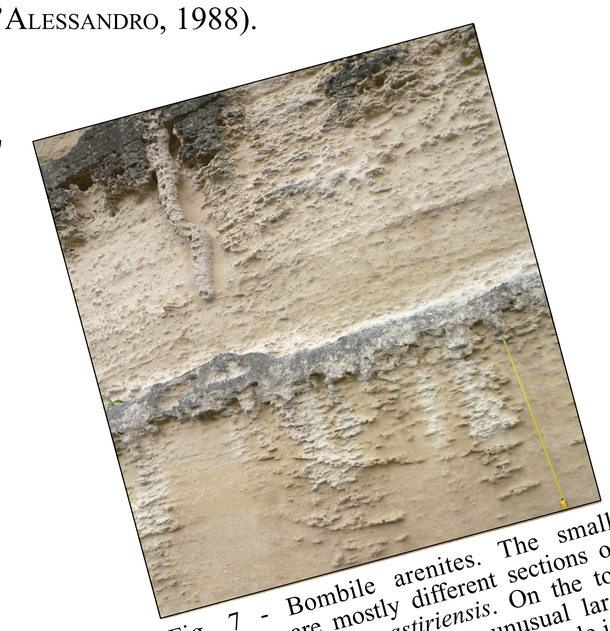


Fig. 7 - Bombile arenites. The small protusions are mostly different sections of *Bichordites* cf. *monastiriensis*. On the top left side of the picture, an unusual large vertical trace fossil is present. The scale is 1 m long.

REFERENCES (I)

CAVAZZA W., BLENKINSOP J., DE CELLES P.G., PATTERSON R.T. & REINHARDT E.G. (1997). Boll. Soc. Geol. It., 116, 51-77.

CLIFTON H. E. & THOMPSON J.K. (1978). Jour. Sed. Res., 48, 1293-1301.

COLELLA A. & D'ALESSANDRO A. (1988). Sedimentology, 35, 219-237.

D'ALESSANDRO A. & UCHMAN A. (2007). In: R.G. Bromley, L.A. Buatois, M.G. Mángano, J.F. Genise, and R.N. Melchor (eds.), Sediment-Organism Interactions: A Multifaceted Ichnology. SEPM Special Publication, 88, 213-221.

REFERENCES (II)

DE GIBERT J.M (2006). In: Biotic - Sediment Interactions: A symposium in memory of Roland Goldring. Reading.

DE GIBERT J.M. & GOLDRING R. (2008). Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., 270, 299-310.

SANTORO V.C., AMORE E., CAVALLARO L., COZZO G., FOTI E. (2002). Jour. Coast. Res., SI, 36, 640-653.

UCHMAN A. (1995). Beringeria, 15, 1-115.

Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia	volume 118	no. 2	pp. 313-324	July 2012

TAXONOMIC REVIEW OF *CHONDRITES AFFINIS* (STERNBERG, 1833) FROM CRETACEOUS-NEOGENE OFFSHORE-DEEP-SEA TETHYAN SEDIMENTS AND RECOMMENDATION FOR ITS FURTHER USE

ALFRED UCHMAN [1], CLAUDIA CARUSO [2] & MAURIZIO SONNINO [2]

Received: February 06, 2012; accepted: March 20, 2012

Key words: Ichnology, ichnotaxonomy, *Chondrites*, offshore-deep-sea sediments, Cretaceous, Italy.

Abstract. The branched trace fossil *Chondrites affinis* (Sternberg, 1833), synonymised so far with *C. targionii* (Brongniart, 1828), has been analyzed in an exceptionally well preserved specimen from the Saraceno Formation (?Upper Cretaceous; ?Eocene-Miocene) in the southern Italy, its holotype (Prague Museum), and in other materials. It appeared that *C. affinis* displays a smaller burrow system/burrow width ratio and a larger size (burrow width typically over 4 mm and burrow system width over 150 mm) than *C. targionii*, without continuity of the latter parameters between these ichnospecies. Therefore, *Chondrites affinis* is considered as a separate ichnospecies, and is recommended for further use. It occurs in Upper Cretaceous to Neogene offshore, deep-sea, mostly marly sediments, and its unquestionable occurrences are known so far from the European Alpides.

Riassunto. La traccia fossile ramificata *Chondrites affinis* (Sternberg, 1833) finora in sinonimia con *C. targionii* (Brongniart, 1828), è stata analizzata in un campione eccezionalmente ben conservato proveniente dalla Formazione del Saraceno (?Cretaceo sup. o ?Eocene-Miocene) in Italia meridionale, nel suo olotipo (custodito nel Museo di Praga) e in altri campioni. *C. affinis* mostra un ridotto rapporto tra sistema-tana e larghezza dei singoli tunnel e una dimensione maggiore (larghezza dei tunnel oltre i 4 mm e larghezza del sistema-tana oltre i 150 mm) rispetto a *C. targionii*, senza soluzione di continuità di questi ultimi parametri tra queste icnospecie. Quindi *Chondrites affinis* è considerata una icnospecie a se stante, che è raccomandata per usi successivi. Essa è presente in sedimenti cretacico-neogenici, prevalentemente marnosi, di piattaforma esterna e mare profondo, e la sua presenza è indiscutibilmente ben nota nelle catene alpine europee.

Introduction

About 150 ichnospecies of *Chondrites* von Sternberg, 1833 were synonymized with *Chondrites intricatus* (Brongniart, 1823), *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828), *Chondrites patulus* Fischer-Ooster, 1858 and *Chondrites recurvus* (Brongniart, 1823), which were considered as the only useful ichnospecies (Fu 1991). This synonymization is based on the mode of branching as the only taxonomic criterion, i.e. ichnotaxobase. Uchman (1999) pointed out that also the ratio of the burrow width to the radius of the burrow system expresses the morphology of *Chondrites* and can be used as an additional ichnotaxobase, which allowed distinguishing *Chondrites stellaris* Uchman, 1999. Also, this author mentioned that *Chondrites caespitosus* (Fischer-Ooster, 1858) is a distinct taxon. We propose here that the combination of the mode of branching and morphometric parameters is a compromise between the radical synonymization proposed by Fu (1991) about the poorly grounded distinguishing of many ichnospecies in 19th century in the "age of fucoids", when *Chondrites* was considered as an alga. Such a combination refers better to morphology and allows separation of ichnospecies that show a similar mode of branching, but differ considerably in their morphometric parameters.

In this study, we present *Chondrites affinis* (Sternberg, 1833) as a distinct ichnospecies on the basis of its holotype (?Late Cretaceous from the Wienerwald, National Museum in Prague), an exceptional specimen and other specimens from the Saraceno Formation (Late Cretaceous-Eocene) in the Southern Apennines in Italy, a few other European collections, above all from Brongniart's material in the Museum of the Natural History in Paris, and the literature data. The above mentioned spe-

1 Jagiellonian University, Institute of Geological Sciences, ul. Oleandry 2a, Pl-30-063 Kraków, Poland. E-mail: alfred.uchman@uj.edu.pl
2 Department of Earth Sciences, University of Calabria, via Ponte P. Bucci, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italy. E-mail: claudia.caruso@unical.it; m.sonnino@unical.it

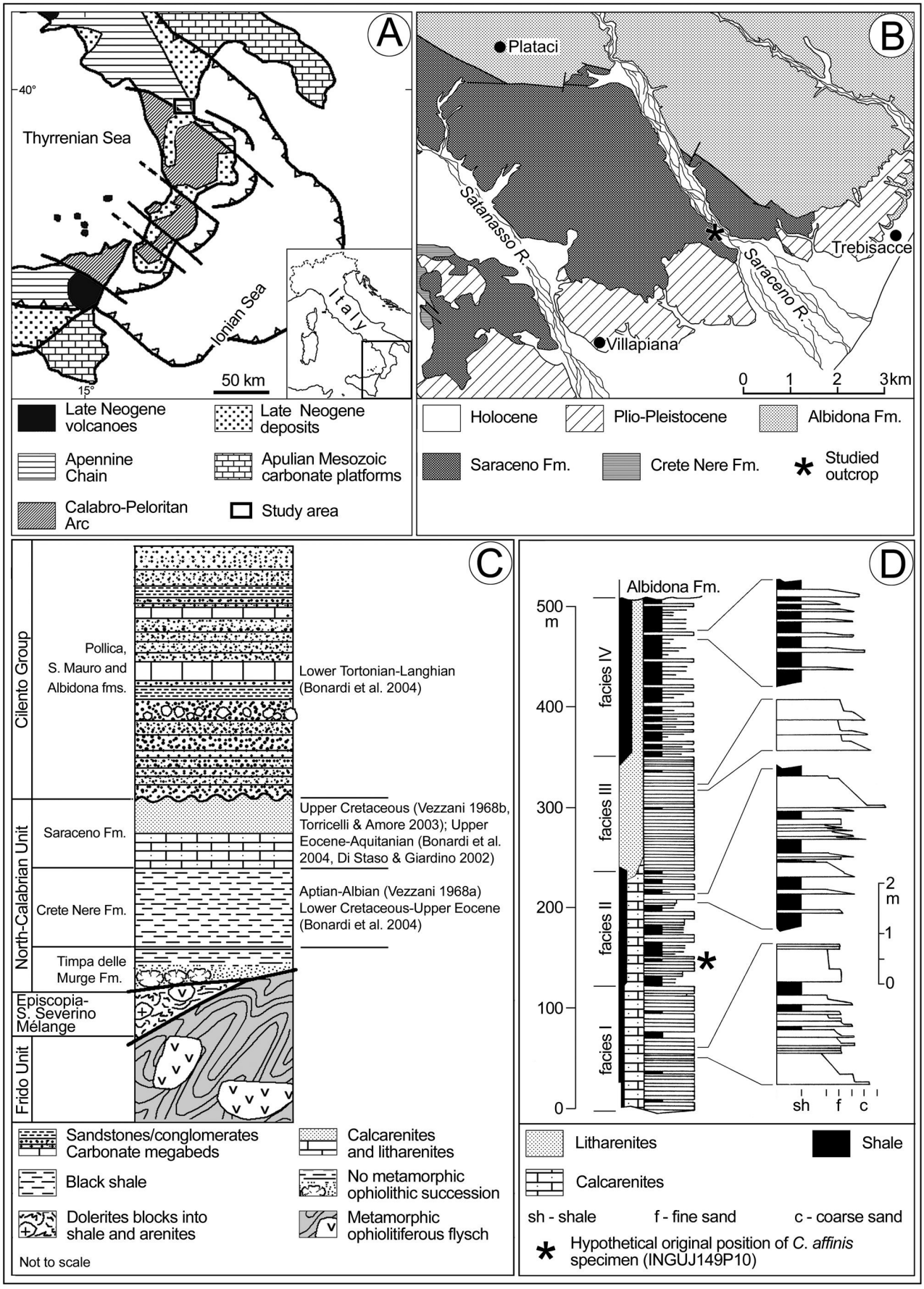


Fig. 1 - Location and stratigraphic sections of the Saraceno Formation. A) Structural sketch map of Southern Italy. B) Geological sketch map of the study area. C) General stratigraphic scheme of the Southern Apennine Chain. D) Schematic stratigraphic section (modified from Sonnino 1984) of the Saraceno Formation and some detailed portions of the four lithofacies.

cimen from the Saraceno Formation is the most complete example of this trace fossil, and allows better insight into its morphology than the less complete holotype and other specimens.

Geological setting of the Saraceno Formation

The Saraceno Formation (Selli 1962) is a lithostratigraphic unit in the Apennine Chain (Amodio-Morelli et al. 1976) in the North-Calabrian Unit (ex Liguride Complex; Ogniben 1969) and represents the final stage of the Neo-Tethys closure. It crops out between Calabria and Basilicata (Fig. 1A), mainly in the Saraceno and the Satanasso valleys on the Ionian coast (Fig. 1B). It overlies the Cretaceous black shales with sandstone beds of the Crete Nere Formation (Vezzani 1968a) and it is overlain unconformably by the calcareous and arenaceous-conglomerate megaturbidites of the Albidona Formation of the Cilento Group (Bonardi et al. 1988, 2004), which was dated to Oligocene-Miocene (Zuppetta et al. 1984) and emended to Eocene by Baruffini et al. (2000) (Fig. 1C). The Saraceno Formation was tectonically deformed before the deposition of the Albidona turbidites.

The Saraceno Formation, ~500 m thick, is subdivided into four main lithofacies (Sonnino 1984; D'Alessandro et al. 1986; fig. 1D), which show an increase of siliciclastics towards the top, from marls (locally with chert nodules) to calcarenites, litharenites and shales. They record an evolution from outer shelf to deep-sea fan deposits (Sonnino 1984) as confirmed by the presence of hummocky cross-stratification and symmetrical ripples in the lower part of the formation (Natoli 2010; Caruso et al. 2011) and turbidites in its upper part. This interpretation is in opposition to entirely turbiditic origin of the formation postulated by Vezzani (1968b), De Blasio et al. (1978), Di Staso & Giardino (2002) and Torricelli & Amore (2003).

The age of the Saraceno Formation is a matter of debate. According to Bonardi et al. (1988) and to Di Staso & Giardino (2002), its late Eocene-Aquitanian age is based on pelagic foraminifers and nannoflora. In contrary, Torricelli & Amore (2003) dated it to the Late Cretaceous on the basis of dinoflagellate cysts and calcareous nannofossils, in accordance with planktonic foraminiferal age determinations (Vezzani 1968b).

The studied outcrop occurs in the Saraceno River Valley (Fiumara Saraceno), type section of which has been already described by Vezzani (1968b), De Blasio et al. (1978), Sonnino (1984), D'Alessandro et al. (1986), Critelli (1993), Critelli & Le Pera (1994), Critelli et al. (1995), Natoli (2010), and Caruso et al. (2010, 2011). It is located about 3 km east of the village of Trebisacce, between Punta del Saraceno and Fosso Malodente (Fig. 1B), where beds, corresponding to the first and to the second lithofacies (Fig. 1D) defined by Sonnino (1984) and D'Alessandro et al. (1986), are upright or overturned due to intense folding.

The best specimen of *Chondrites affinis* was collected as a part of a loose block, about 30 cm thick, without traces of longer transportation, near a rocky wall corresponding to the second lithofacies (Fig. 1D) in the southern margin of the Saraceno Valley (GPS coordinates: N39°51.783′; E016°29.310′; ±18 m). Also other specimens of this ichnospecies have been noted nearby. The outcrop and nearby debris contain the trace fossils *Chondrites intricatus*, *C. targionii*, *C. stellaris*, *Taenidium dieslingi*, *Rhizocorallium* isp., *Zoophycos* isp., *Trichichnus* isp., *Pilichnus* isp., ?*Phymatoderma* isp., and *Planolites* isp.

In the Saraceno Formation, D'Alessandro et al. (1986) recognized nineteen ichnospecies, including five morphotypes of *Chondrites*, *Cosmorhaphe lobata*, *Fucusopsis* isp. (now named *Halopoa*), *Helminthoida labyrinthica* (now named *Nereites irregularis*), *Paleodictyon* isp., *Palaeophycus tubularis*, *Phycosiphon incertum*, *Rhizocorallium irregulare*, *Scolicia* isp., *Taenidium annulatum* (now named *Cladichnus fischeri*), *Muensteria* isp. (later named *Taenidium satanassi*, now *T. dieslingi*), *Teichichnus* isp., *Thalassinoides* isp., *Zoophycos* (two morphotypes). Caruso et al. (2011) added *Chondrites targionii*, *C. intricatus*, *C. stellaris*, *C. affinis*, *Phycosiphon hamata*, *Planolites* isp., ?*Phymatoderma* isp., *Pilichnus* isp. and *Trichichnus* isp. to the list.

Systematic Palaeontology

Chondrites Sternberg, 1833

Diagnosis: Regularly branching tunnel systems consisting of a small number of master shafts open to the surface which ramify at depth to form a dendritic network (after Osgood 1970; Fürsich 1974).

Chondrites affinis (Sternberg, 1833)

Figs 2-3

*v1833 *Sphaerococcites affinis* – Sternberg, p. 28, pl. 7, fig. 1 [included in *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) by Fu (1991) and Uchman (1999)].

?1833 *Caulerpites pyramidalis* – Sternberg, p. 21, pl. 7, fig. 2 [included in *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) by Fu (1991) and Uchman (1999)].

1841 *Sphaerococcites affinis* Sternb. – Unger, p. 28.

1845 *Sphaerococcites affinis* Sternb. – Unger, p. 13.

1849 *Chondrites affinis* Sternb. (*Sphaerococcites*) – Brongniart, p. 12.

1849 *Sphaerococcites affinis* Sternb. – Bronn, p. 8.

1850 *Chondrites affinis* Sternb. (*Sphaerococcites*) – Brongniart, p. 353.

1850 *Sphaerococcites affinis* Sternb. – Unger, p. 24.

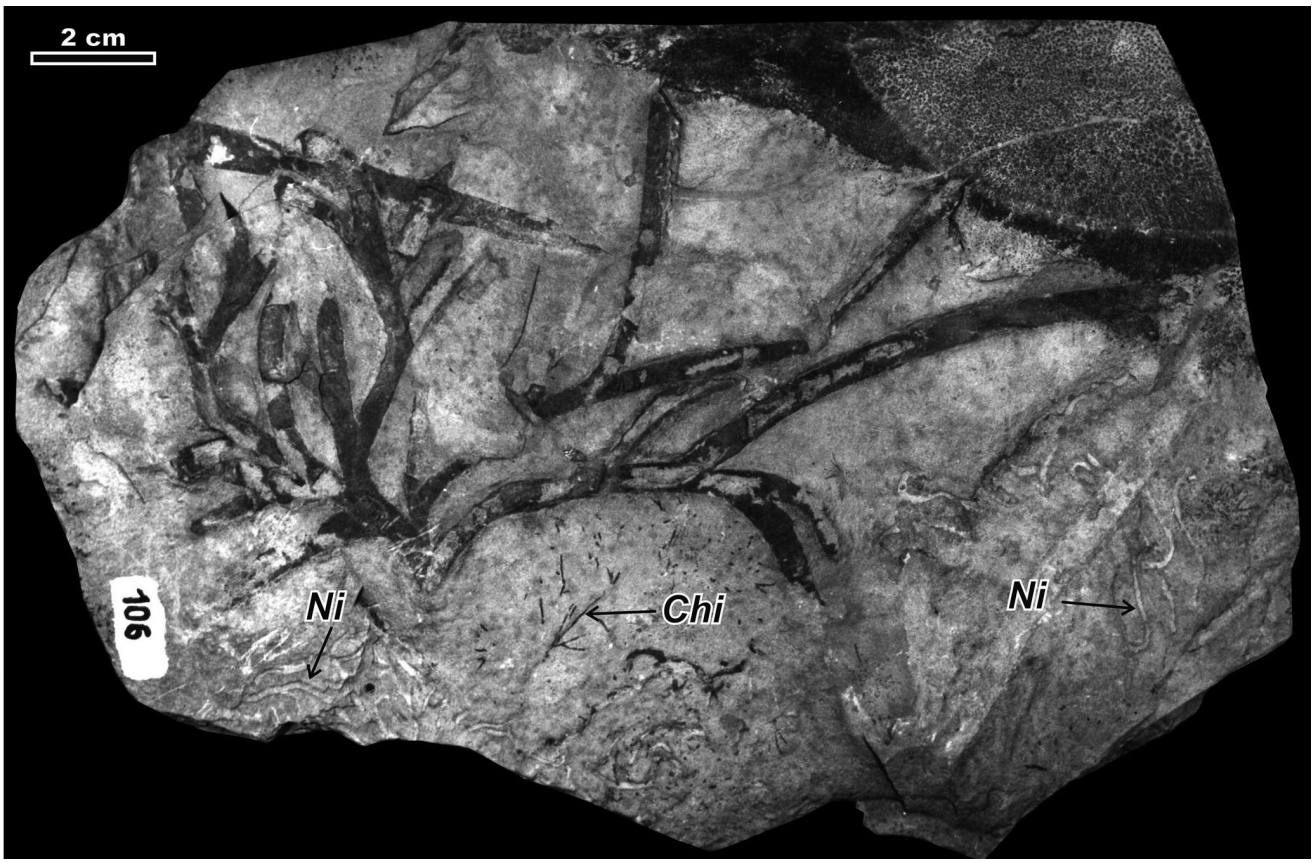


Fig. 2 - The holotype of *Chondrites affinis* (Sternberg, 1833). A) Specimen catalogue numbers 106, E11, Wienerwald, probably the Khalenberger Formation (Santonian-Maastrichtian, most possible the Campanian part), National Museum, Prague, Czech Republic. Associated trace fossils: *Chi* - *Chondrites intricatus*, *Ni* - *Nereites irregularis*. B) Copy of the original drawing by Sternberg (1833, pl. 7, fig. 1).

1851 *Fucoides* (*Chondrites*) *furcatus* Brongn. – Savi & Meneghini, p. 404.

1851 *Fucoides furcatus* Brongn. – Schafhäutl, p. 140, pl. 4, fig. 7, pl. 5, fig. 6 [included in *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) by Fu (1991) and Uchman (1999)].

1858 *Chondrites affinis* Brong. – Fischer-Ooster, p. 53, pl. 11, fig. 1.

1858 *Phycopsis* - Fischer-Ooster, p. 64.

1858 *Chondrites affinis* Brongn. var. *latitor* Fischer-Ooster, p. 54, pl. 11, fig. 2. [ascribed to *Halymenites flexuous* by Fischer-Ooster, 1858, appendix].

1859 *Sphaerococcites affinis* Sternb. – Debey & Ettinghausen, p. 210.

1863 *Chondrites affinis* Brongn. – Ettingshausen, p. 460.

1863 *Chondrites furcatus* Sternb. var. *affinis* Ettingshausen, p. 465.

?1865 *Chondrites furcatus* Sternb. – Sismonda, p. 10, pl. 2, fig. 2.

1873 *Chondrites affinis* Sternb. – Sordelli, p. 419.

1877 *Chondrites affinis* Sternb. – Heer, p. 153, pl. 59, figs. 1-2, pl. 60, figs. 1-4 (fig. 2 re-figured in Schimper & Schenk 1890, fig. 52), pl. 61, fig. 7.

1879 *Chondrites affinis* Sternb. – De Stefani, p. 448.

non 1881 *Chondrites affinis* Heer – De Gregorio, p. 48, pl. 3, fig. 4.

1883 *Chondrites affinis* (Sternb.) – Simonelli, p. 237.

1885 *Chondrites affinis* Sternb. – Fugger & Kastner, p. 68.

1887 *Chondrites ligurianus* sp. n. – Squinabol, p. 550, pl. 14, figs. 1-3, 8.

1890 *Chondrites affinis* Heer – Schimper & Schenk, p. 66, fig. 52.

1890 *Chondrites affinis* Sternb. – Squinabol, p. 176, pl. 9, fig. 1.

1891 *Chondrites affinis* Sternb. – Squinabol, p. 14, pl. A, fig. 1.

1892 *Chondrites affinis* Sternb. – Meschinelli & Squinabol, p. 42.

1893 *Chondrites affinis* Heer – Fuchs, p. 566.

?1896 *Phycopsis affinis* Sternb. – Rothpletz, p. 885, pl. 22, figs 1-2.

1897 Fucoiden [larger form] – Suess, p. 4, fig. 2.

1902 *Phycopsis* (*Chondrites*) *affinis* Sternb. – Rothpletz, fig. 10a.

1911 *Phycopsis affinis* Sternb. – Mylius, pp. 497, 555.

1914 *Chondrites affinis* Sternb. – Jaeger, p. 132.

1951 *Chondrites affinis* Brongn. – Venzo, p. 228.

1951 *Chondrites affinis* var. *latirol* Fisch.-Oost. – Venzo, p. 228.

1954 *Chondrites affinis* – Seilacher, p. 216.

v 1977 *Chondrites affinis* (Brongniart, 1849) – Książkiewicz, p. 78, pl. 4, fig. 11 [included in *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) by Uchman (1998)].

?non 1980 *Chondrites affinis* - Alexandrescu & Brustur, p. 20, pl. 1, fig. 1.

1986 *Chondrites* type 4 – D'Alessandro et al., p. 299, fig. 4D.

1991 *Chondrites affinis* - Leszczyński & Uchman, p. 282.

1991 *Chondrites affinis* – Uchman, p. 209.

1992 *Chondrites affinis* – Cieszkowski et al., p. 94.

1992 *Chondrites affinis* - Malata et al., p. 99.

1992 *Chondrites affinis* - Oszczypko et al., p. 102.

1992a *Chondrites affinis* – Uchman, p. 55.

1992b *Chondrites affinis* – Uchman, p. 431.

?1993 *Chondrites affinis* - Alexandrescu & Brustur, p. 18.

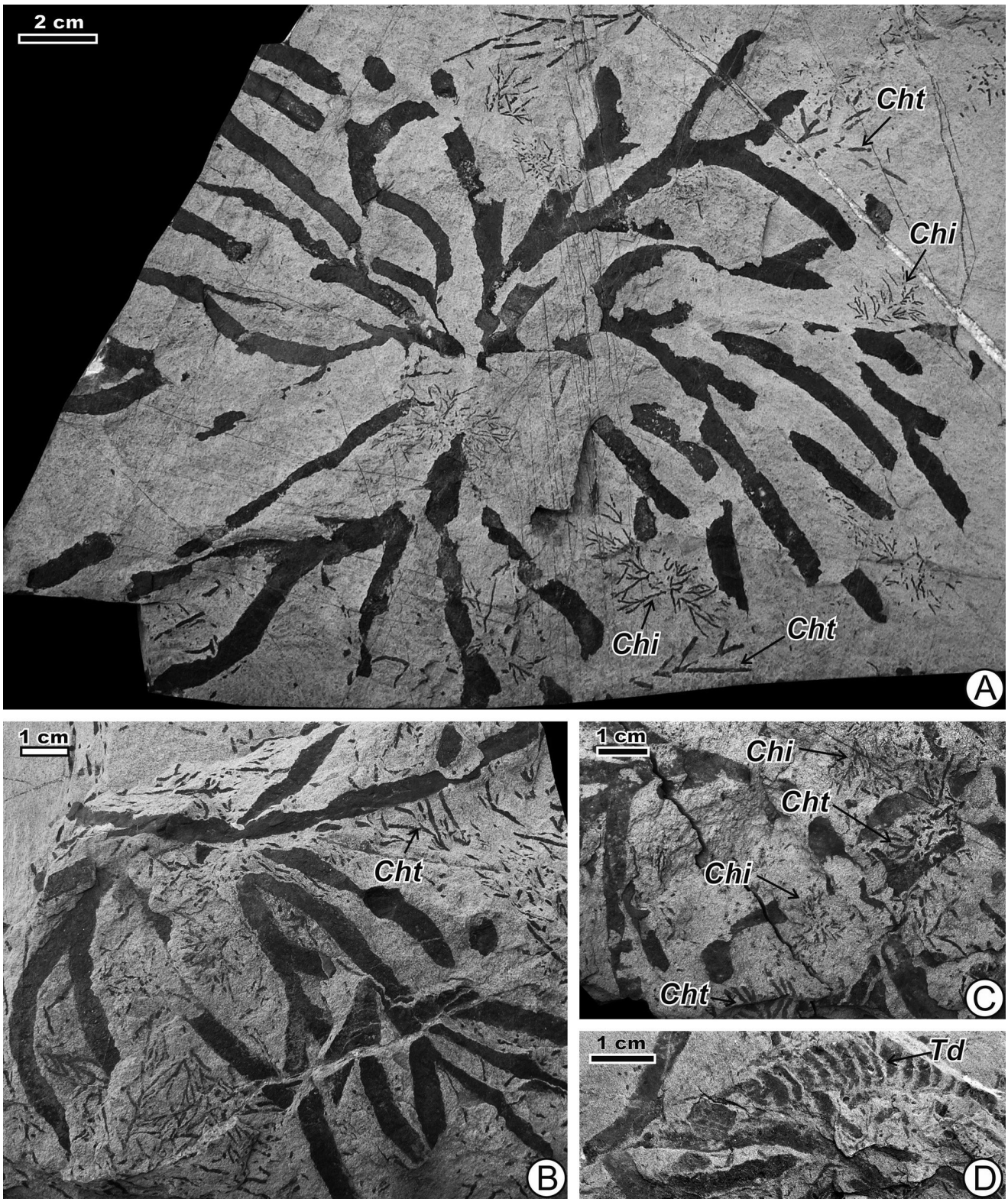


Fig. 3 - *Chondrites affinis* and associated trace fossils (*Chi* - *Chondrites intricatus*, *Cht* - *C. targionii*) from the second lithofacies of the Saraceno Formation in the Saraceno Fiumara type section, Southern Apennines, Italy. A) Upper surface of slab INGUJ149P10, housed in the Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, Kraków, Poland. B) A fragment of a slab showing *Chondrites targionii* (*Cht*) cross cut by *C. affinis*. Field photograph. C) A fragment of a slab showing *Chondrites targionii* (*Cht*) crossing *C. affinis*. Field photograph. D) *Taenidium dieslingi* (*Td*) cross cut *C. affinis*. Field photograph.

non 1993 *Chondrites affinis* Brongniart – Özkul, p. 19, fig. 3a.

?1994 *Chondrites* ichnosp. – Mikuláš, p. 78, fig. 1.

1999 *Chondrites affinis* – Cieszkowski et al., p. 335.

partim 1999 *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) – Monaco & Uchman, p. 43.

partim 1999 *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) – Uchman, p. 92, pl. 5, fig. 3, pl. 3, fig, 7.

2003 *Chondrites* isp. B – Leszczyński, p. 113, fig. 19-1.

?2003 *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) – Metz, p. 208, fig. 3A.

?2006 *Chondrites affinis* – Metz, p. 156.

partim 2007 *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) – Uchman, p. 987, fig. 3B.

partim 2009 *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) – Uchman, figs 31-32.

Diagnosis: *Chondrites* with branchings that are commonly slightly curved and with angles of branching that are usually sharp. Most of the tunnels are more than 4 mm wide. Burrow system is typically more than 150 mm wide.

Remarks. The discussed trace fossil was described as the new algal species *Sphaerococcites affinis* by Sternberg (1833, p. 28, pl. 7, fig. 1). Its Latin original description reads: "Fronde plana bipinnatim ramosa subdichotoma, ramis infimis divaricatis, reliquis patentibus, ramulis sparsis late linearibus obtusis aequilatis elongatis unci alibusque. In schisto calcareo griseo saxi arenacei viennensis". This translates as: "Flat bipinnate sub-dichotomous branched leaves, the lowest branches (of the leaves are) divaricate (spreading), the rest (are) patent (outspread, diverging from the axis at almost 90°), the branchlets are broadly linear blunt equal-sided and 1 inch long. In calcareous sandy shale of the Vienna sandstones".

The holotype. The holotype of *Sphaerococcites affinis* Sternberg (1833, p. 28, pl. 7, fig. 1) is housed in the National Museum in Prague, Czech Republic, under catalogue numbers 106 and E11, but was neither listed by Mikuláš & Straková (1994) nor by Mikuláš (2006) who reviewed and catalogued trace fossils in the Sternberg collection. However, it was seen and photographed (Fig. 2A) by A. Uchman in the museum in 1994. The drawing by Sternberg (1833, pl. 7, fig. 1) shows the same specimen (Fig. 2B). This is a thin slab of silty marlstone-marlstone, which apart from *C. affinis* contains also fragmentary preserved *Chondrites intricatus* and *Nereites irregularis*. The locality is unknown, but the lithology is very similar to other trace fossils from the Sternberg collection having close collection numbers, which derive from Weidling (or Weidlingbach) and Halterbuch, where the Campanian "fucoidal marls" of the Khalenberger Formation crop out (see Mikuláš & Uchman 1996). It is confirmed that *C. affinis* occurs in this deep-sea turbiditic formation in the Wienerwald area (Uchman 1999; see the synonymy list).

The holotype of *C. affinis* is a structure composed of almost horizontal, flat, unlined, branched tunnels, which are 4-5 mm wide. The branched tunnels form three twigs running within a half circle from the same stem. The structure is up to 169 mm wide. Taking into account that the complete trace fossil is more or less symmetrical, the total width can be double. Up to three-orders of branching are present. They are almost straight to slightly, gently curved in one side, 10-134 mm long. The segments without branching are up to 85 mm long. The branches never cross (phobotaxis). The branches protruding farther from the stem truncate those which are closer, i.e. they are protrusive (see Fu 1991 and Seilacher 2007 for protrusive/retrusive mode of *Chondrites*). The tunnel terminations are rounded. The filling is massive, composed of dark mudstone, deriving probably from the overlying background sediments.

Material from the Saraceno Formation. The large slab (INGUJ149P10; Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University) of calcarenite, 10 cm thick, collected from ~30 cm thick calcarenite-marlstone bed from the Saraceno Formation, contains *Chondrites affinis* and *C. intricatus* (Fig. 3A). *C. affinis* is here much more complete than the holotype. It is composed of four or five twigs running outward from an empty centre. The twigs are composed of branched tunnels, which are almost straight or slightly curved, 4-6 mm wide. Up to three-order branches are present. The burrow system is at least up to 252 mm wide, however 20-30 mm should be added because the most distal parts of the tunnels are broken. As in the holotype, the branches are also protrusive.

Moreover, at least ten, less complete specimens have been found nearby, photographed and left in the field. Their tunnels are 4 to 7.5 mm wide, and the complete burrow system may attain 340 mm across. *C. affinis* cross cuts *C. intricatus* and *C. targionii* (Fig. 3B) but locally *C. targionii* cross cuts *C. affinis* (Fig. 3C). In some slabs *C. affinis* is cross cut by *Taenidium dieslingi* (Fig. 3D).

Comments to the synonymy list. *Sphaerococcites affinis* Sternberg was included in *Chondrites* Sternberg as *Chondrites affinis* by Brongniart (1849). Fischer-Ooster (1858) proposed the new genus *Phycopsis* for this trace fossil, but this recommendation was rarely followed and it can be proposed as a junior subjective synonym of *Chondrites*. Fuchs (1909) noted that *C. affinis* is a burrow (see Bather 1910). Generally, *Chondrites affinis* was quite popular in 19th century and almost forgotten after first decade of the 20th century (see the synonymy list). Fu (1991), who took shape of branching as an expression of behaviour and the only ichnotaxobase, included it in *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828). This idea was followed by Uchman (1998) but is revised in this paper.

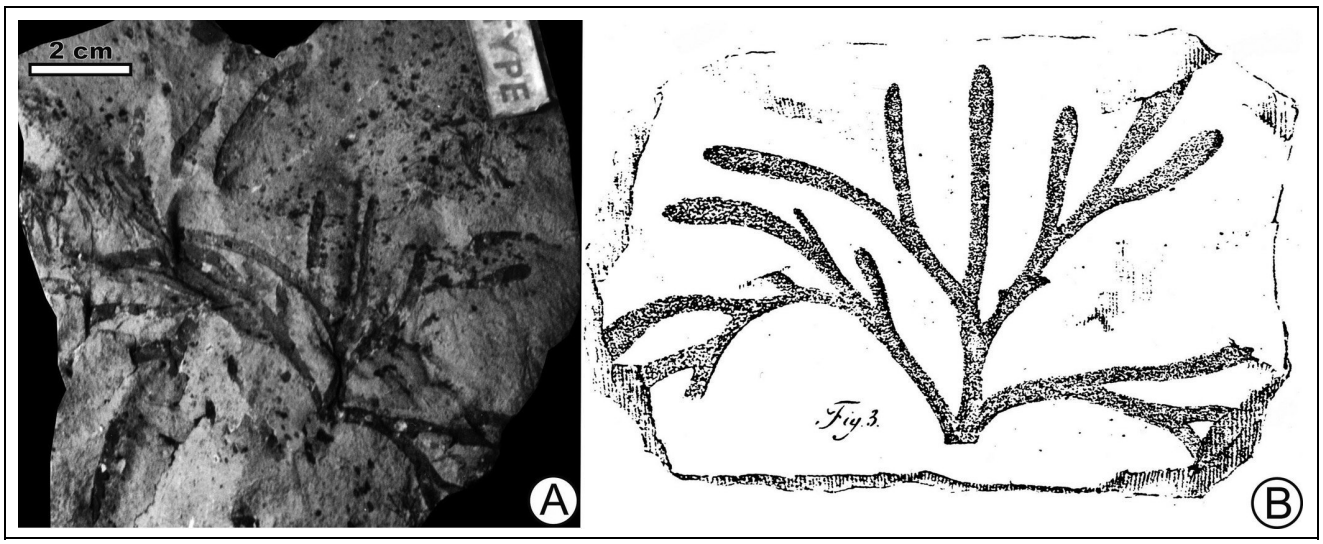


Fig. 4 - The holotype of *Chondrites furcatus* (Brongniart, 1823). A) Specimen R54446, grey limestone, Neocomian, Vernasca, Piacenza, Northern Italy. Natural History Museum, Paris. B) A copy of the original lithography (mirror expression) from Brongniart (1823, pl. 19, fig. 3).

Squinabol (1887, 1890, 1891) and Meschinelli & Squinabol (1892) presented longer synonymy list of *Chondrites affinis*, in which *Fucoides recurvus* Brongniart, 1823 (Brongniart 1823, p. 309, pl. 19, fig. 4) was placed with reservation expressed by a question mark, but inconsistently, without reservation, the same species illustrated later by Brongniart (1828, p. 62, pl. 5, fig. 2) was placed therein. The Squinabol's (1891) synonymy list contains also *Fucoides furcatus* Brongniart, 1823 but only with reference to two specimens illustrated by Brongniart (1828, p. 62, pl. 3, fig. 2, pl. 5, fig. 1). However one of them (the one cited in Brongniart's pl. 5, fig. 1), which is the holotype of *F. furcatus*, was treated inconsistently because as illustrated in the original paper by Brongniart (1823, p. 309, pl. 19, fig. 3) and in Schimper (1869, p. 169, pl. 3, fig. 8; here already as *Chondrites furcatus*) it was not included in the list. The holotype of *C. furcatus* is housed in the Museum of Natural History in Paris but its photography (Fig. 4A) has so far never been published. It is a *Chondrites* displaying 2-3 mm wide branches and its burrow system is at least 130 mm wide. It fits better to *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828) and can be consider as its junior subjective synonym, in agreement with the opinion of Fu (1991). The second specimen *of F. furcatus* from Squinabol's (1891) list, illustrated by Brongniart (1828, p. 62, pl. 3, fig. 2), is a fragment of a rather tubular, branched trace fossil with "granules", probably part of the crustacean trace fossil *Thalassinoides*, which according to the original description by Brongniart derives from "calcaires oolitoques schisteux de Stonesfield". At Stonesfield near Oxford, England, Middle Jurassic deposits bearing dinosaur remains crop out (e.g. Benson 2009), which conform such an interpretation. The same specimen was re-figured by Pilla (1846, p. 19, pl. 2, fig. 3), who however noted the occurrence of *Fucoides furcatus* in "argille scagliose" in the Bologna Apennines, together with *F. targionii* and *F. intricatus*. It was placed in Squinabol's synonymy list of *C. affinis*. Probably, Pilla noted real *Chondrites*, but referred to the wrong type.

Occurrences. Unquestionable *Chondrites affinis* has so far been noted only in the European Alpides, mainly in the Apennines, Alps and the Carpathians, exclusively in deep-sea turbiditic deposits. The occurrence of *C. affinis* in the Turonian of southern Chile (Cecioni 1957) is not confirmed. Bronn (1849) listed it in the "Middle Molasse" of the pre-Alpine foredeep, but no more details are known relating to this matter. The ichnospecies name was used for some ?*Chondrites* from shallow subtidal Silurian (Metz 2006) and shallow subtidal Devonian (Metz 2003), both in New Jersey, USA, but it is not convincing that this is *C. affinis*. Concerning the stratigraphic range, Ksiazkiewicz (1977) noted *C. affinis* in the Berriasian-Oligocene units of the Polish Carpathians, however the Lower Cretaceous specimens are rare and Oligocene occurrences are not documented by specimens. Judging from the literature and field observations, this trace fossil is most common in the Campanian-Paleocene, especially in marly turbiditic deposits.

Discussion and concluding remarks

The plot of the width of tunnels versus the width of the burrow system (Fig. 5) was prepared for *Chondrites intricatus, C. stellaris, C. targionii*, and *C. affinis*, which show a similar branching type. The plot shows that all these ichnospecies occupy separate fields. For the purpose of this paper, the most important is the

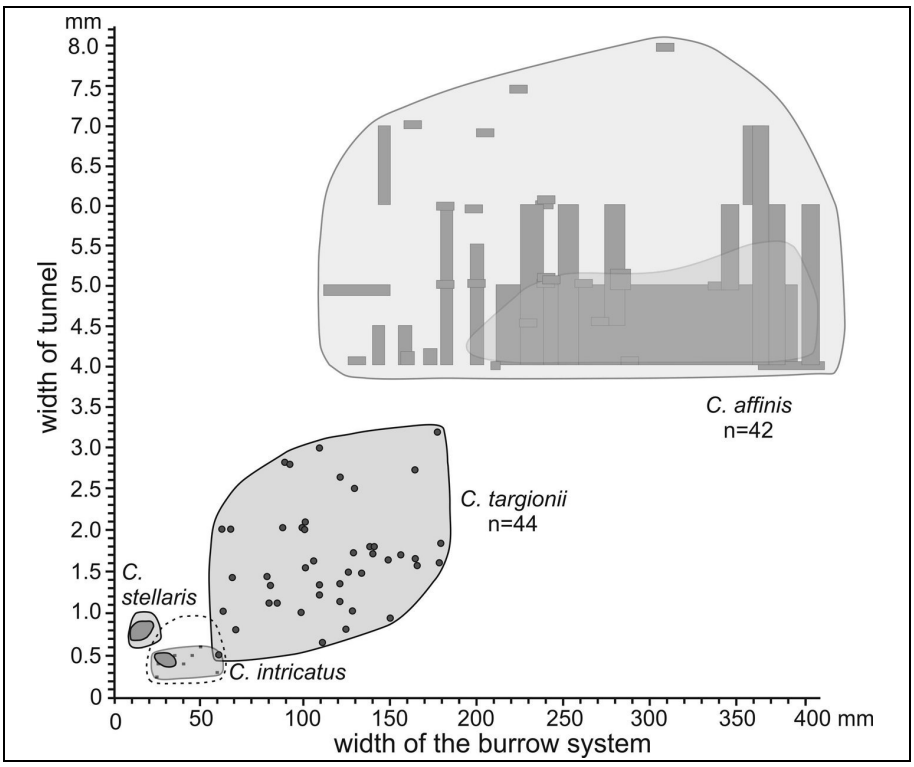


Fig. 5 - Diagram of relations between some *Chondrites* ichnospecies. The darker stippling indicates fields of clustered measurements. The dashed line indicates a possible range of *C. intricatus* based on incomplete specimens. The data on *Chondrites stellaris* and *Chondrites intricatus* from Uchman (1999).

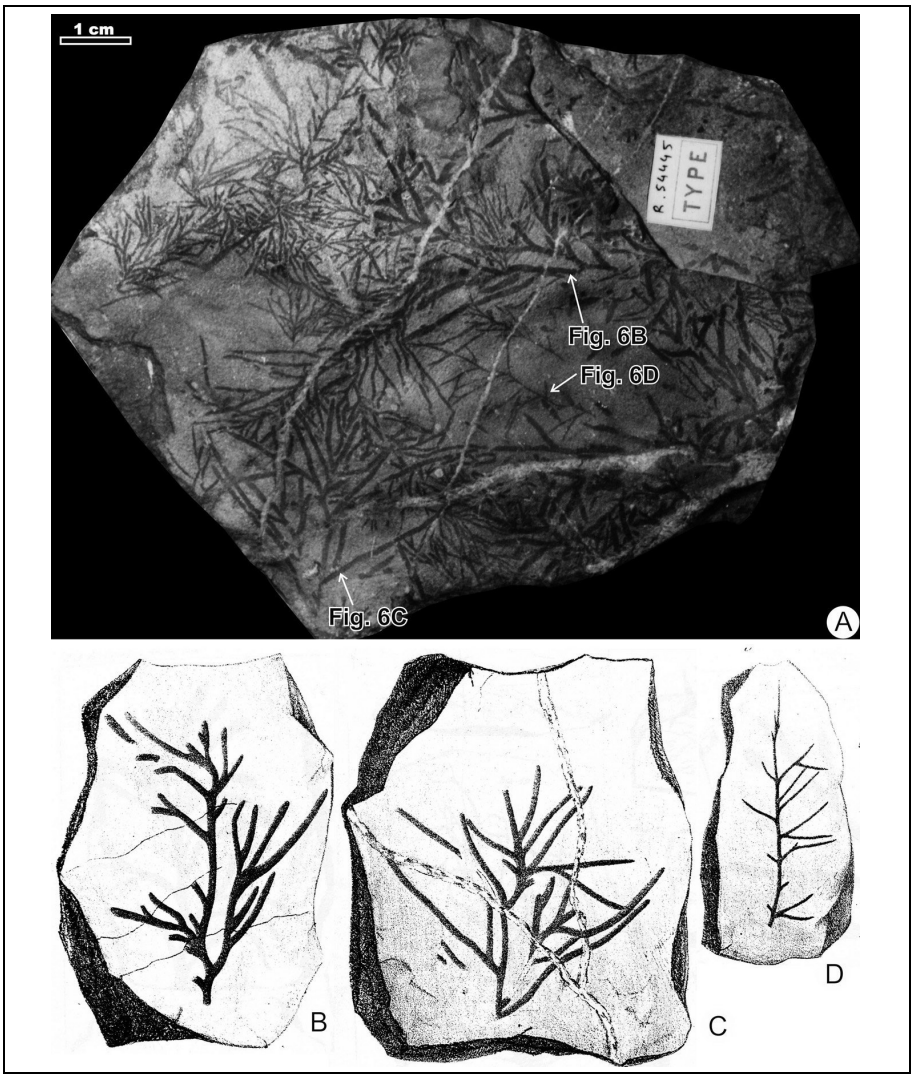


Fig. 6 - The type of *Chondrites targionii* (Brongniart, 1828). A) Specimen R54445, Museum of Natural History, Paris; upper surface of a turbiditic sandstone bed, Lower Cretaceous, Doccia di Ginori, Toscana, Italy. Individual trace fossils have been illustrated by Brongniart (1828) (see B-C). The trace fossils in the left side can be assigned to *C. intricatus*. B-D) Copy of original illustrations of *C. targionii* by Brongniart (1828, pl. 5); B – pl. 5, fig. 2. This is the holotype by the illustration order priority; C – pl. 5, fig. 3; D – pl. 5, fig. 6. Note that all the three illustrations are mirror lithography of originals shown in A and that edges of individual trace fossils are artistic artefacts.

difference between *C. targionii* and *C. affinis*; these two ichnospecies have been so far synonymised (Fu 1991; Uchman 1999). Their mode of branching (acute angle of branching, slightly curved or winding branches) is the same but the morphometric parameters are different. This concerns also the holotype of *C. targionii* (Brongniart, 1828), which is housed in the Museum of Natural History in Paris, but the photograph of which (Fig. 6) has so far never been published. There is a gap in the width of tunnels between these two ichnospecies between 3 and 4 mm. Tunnels in most specimens of *C. targionii* are 1.5-2.5 mm wide, while tunnels of most specimens of *C. affinis* are 4-5.5 mm wide. Brongniart (1828: 56, pl. 5, fig. 6) included in *C. targionii* also specimens whose tunnels are about 0.5 mm wide and overlap in size parameters with those of *C. intricatus* (Fig. 6A, C). The latter, however, displays straight or almost straight branches (see Fu 1991; Uchman 1999).

The width of the burrow system/burrow width ratio in *C. affinis* and *C. targionii* partly overlaps but generally it is smaller in *C. affinis*, which is more stout. If the differences in size parameters between these two ichnospecies are related to ontogenic growth of the trace-maker, a gap in the burrow width is not expected. The gap is probably rooted in taxonomic differences between trace-makers. This causes a dilemma between the recommendations by Bertling et al. (2006), according to which size is not the ichnotaxobase, but it is recommended to find morphological criteria as much as related to biological aspects. However, the width of the burrow system/burrow width ratio does not express pure size parameters but foremost shape, i.e. it expresses in fact morphology. Therefore, we consider that the recommendations are followed and *Chondrites affinis* (Sternberg, 1833) can be recommended for further use. The separation of *C. affinis* and *C. targionii* increases the precision of ichnological information, bringing a benefit that should not be neglected.

Acknowledgements. AU, including his study visit in the National Museum in Prague was supported from the Jagiellonian University (DS funds). The field work was supported by the University of Calabria. Study visit of AU in the National Museum of History in Paris was supported by the EU Col Par Syst Program (2004). Domenico Natoli assisted in the field work. Radek Mikuláš (Prague) and Paolo Monaco (Perugia) kindly reviewed the paper. Michal K. Kaminski (Dharan) improved the text. Liliana Bernardo translated the Latin sentence.

REFERENCES

Alexandrescu G. & Brustur T. (1980) - Aspura unor urme de activitate organică (trace fossils) din flişul Carpaţilor orientali (partea I) (Sur des traces organique (trace fossils) du flysch des Carpates Orientales (I^{ére} partie). *Dări Seamă Şedinţ. Instit. Geol. Geof. Paleont.*, 65 (for 1977-1978): 17-30.

Alexandrescu G. & Brustur T. (1993) - Biogenic sedimentary structures in the Cârnusiclau Formation from the Uzu Valley (East Carpathians). *Bul. Soc. Geol. Rom.*, s. 4, 14: 15-21.

Amodio Morelli L., Bonardi G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippolito F., Liguori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Piccarretta G., Russo M., Scandone P., Zanettin Lorenzoni E. & Zuppetta A. (1976) - L'Arco Calabro-Peloritano nell'orogeno Appennino-Maghrebide. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 17: 1-60.

Baruffini L., Lottaroli F., Torricelli S. & Lazzari D. (2000) - Stratigraphic revision of the Eocene Albidona Formation in the type locality (Calabria, Southern Italy). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 106: 73-98.

Bather F.A. (1910) - Some fossil annelid burrows. *Geol. Mag.*, ser. 5, 7: 114-116.

Benson R.B.J. (2009) - An assessment of variability in theropod dinosaur remains from the Bathonian (Middle Jurassic) of Stonesfield and New Park Quarry, UK and taxonomic implications for *Megalosaurus bucklandii* and *Iliosuchus incognitus*. *Palaeontology*, 52(4): 857-877.

Bertling M., Braddy S., Bromley R.G., Demathieu G.D., Genise J.F., Mikuláš R., Nielsen J.-K., Nielsen K.S.S., Rindsberg A.K., Schlirf M. & Uchman A. (2006) - Names for trace fossils: a uniform approach. *Lethaia*, 39: 265-286.

Bonardi G., Amore F.O., Ciampo G., De Capoa P., Miconnet P. & Perrone V. (1988) - Il Complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sulla sua evoluzione pre-appenninica ed i suoi rapporti con l'Arco Calabro. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 41: 17-35.

Bonardi G., Caggianelli A., Critelli S, Messina A. & Perrone V. (2004) - P66: Geotraverse across the Calabria-Peloritani Terrane (Southern Italy). 32nd Inter. Geol. Congr., Firenze, 6: 1-60.

Brongniart A.T. (1823) - Observations sur les Fucoïdes, et sur quelques autres plantes marines fossiles. *Soc. Hist. Natur. Paris*, *Mém.*, 1: 301-320.

Brongniart A.T. (1828) - Histoire des Végétaux Fossiles ou Recherches Botaniques et Géologiques sur les Végétaux Renfermés dans les Diverses Couches du Globe, V. 1 of 136 pp., G. Dufour & E. d'Ocagne, Paris.

Brongniart A.T. (1849) - Tableau des genres de végétaux fossiles considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique. Dictionnaire universel d'histoire naturelle, 13: 1-27 (52-176), Paris.

Brongniart A.T. (1850) - Chronological exposition of the periods of vegetation and the different floras which

have successively occupied the surface of the Earth. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 32: 73-85, 193-203, 348-370.

Bronn H.G. (1849) - Handbuch einer Geschichte der Natur, 3 Band, IV Theil: Organisches leben (Schluß). Index palaeontologicus. B. Enumerator palaeontologicus: Systematische Zusammenstellung. IV. Theil. V. of 1106 pp. Vernunftleben, Schweizerbart Verlag, Stuttgart.

Caruso C., D'Alessandro A., Natoli D. & Sonnino M. (2010) - Ichnofossils protection and conservation in the Saraceno Valley (northern Calabria, Southern Italy). Giornate di Paleontologia, X ed. *Abstract Book*: 61. Arcavacata di Rende (CS).

Caruso C., Natoli D. & Sonnino M. (2011) - Sedimentology and ichnology of the lower part of the Saraceno Formation (Cretaceous?, Miocene?) (northern Ionian Calabria). *Rend. Online Soc. Geol. Ital.*, 17: 31.

Cecioni G. (1957) - Cretaceous flysch and molasse in Departimento Ultima Esperanza, Magallanes Province, Chile. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 41: 538-564.

Cieszkowski M., Egger H., Oszczypko N. & Schnabel W. (1999) - The Zasadne Section of the Magura Nappe (Western Outer Carpathians, Poland) and its relation to the Rhenodanubian Flysch (Eastern Alps, Austria). *Abh. Geol. Bundest.*, 56(1): 333-336.

Cieszkowski M., Oszczypko N., Zuchiewicz W. & Uchman A. (1992) - Stop A.2.4. Lubomierz. Stratygrafia, sedymentologia i tektonika warstw z Kaniny oraz piaskowców ze Szczawiny. In: *Przewodnik LXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*: 89-94, Kraków [In Polish].

Critelli S. (1993) - Sandstone detrital modes in Paleogene Liguride complex, accretionary wedge of the southern Apennines (Italy). *J. Sedim. Petrol.*, 63: 464-476.

Critelli S. & Le Pera E. (1994) - Detrital modes and provenance of Miocene sandstones and modern sands of the southern Apennines thrust-top basins (Italy). *J. Sedim. Res.*, 64: 824-835.

Critelli S., Le Pera E., Perrone V. & Sonnino M. (1995) - Le successioni silicoclastiche nell'evoluzione tettonica cenozoica dell'Appennino meridionale. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1995(2): 155-165.

D'Alessandro A., Ekdale A.A. & Sonnino M. (1986) - Sedimentologic significance of turbidite ichnofacies in the Saraceno Formation (Eocene), Southern Italy. *J. Sedim. Petr.*, 56: 294-306.

Debey M.H. & Ettinghausen C.R. (1859) - Die urweltlichen Thallophyten des Kriedegebirges von Aachen und Maastricht. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.- nat. Kl.*, 16: 131-214.

De Blasio I., Lima A., Perrone V. & Russo M. (1978) - Studio petrografico e biostratigrafico di una sezione della Formazione del Saraceno nell'area tipo (Calabria nord-orientale). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 84: 947-972.

De Gregorio A. (1881) - Sulla Fauna delle Argille Scagliose di Sicilia (Oligocene-Eocene) e sul Miocene di Nicosia. V. of 59 pp. Tipografia del Tempo, Palermo.

De Stefani C. (1879) - La Montagnola Senese, studio geologico. VI. Delle Eufotidi e delle altre rocce appartenenti all'Eocene superiore. *Boll. R. Comit. Geol. d'Italia*, 10: 431-460.

Di Staso A. & Giardino G. (2002) - New integrate biostratigraphic data about the Saraceno Formation (North-Calabrian Unit; Southern Apennines). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, vol. spec. 1: 517-526.

Ettingshausen C.R. (1863) - Die fossilien Algen des Wiener und des Karpathen-Sandsteins. *Sitzungber. Akad. Wiss. Wien., math.-nat. Kl., Abt.* 1, 48: 444-467.

Fischer-Ooster C. (1858) - Die fossilen Fucoiden der Schweizer-Alpen, nebst Erörterungen über deren geologisches Alter. V. of 72 pp. Huber, Bern.

Fu S. (1991) - Funktion, Verhalten und Einteilung fucoider und lophoctenoider Lebensspuren. *Courier Forsch. Instit. Senck.*, 135: 1-79.

Fuchs T. (1893) - Beiträge zur Kenntniss der Spirophyten und Fucoiden. *Sitzungsber. mat.-nat. Cl. k. Akad. Wissensch.*, 102(9): 552-570. Wien.

Fuchs T. (1909) - Ueber einige neuere Arbeiten zur Afklärung der Natur der Alectoruriden. *Mitt. Geol. Gesellsch. Wien*, 2: 333-350.

Fugger E. & Kastner K. (1885) - Naturwissenschafliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. V. 131 pp. Herm. Kerber, Salzburg.

Fürsich F. T. (1974) - Corallian (Upper Jurassic) trace fossils from England and Normandy. *Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B (Geol. Paläont.)*, 13: 1-51.

Heer O. (1877) - Flora Fossilis Helvetiae. Vorweltliche Flora der Schweiz. V. of 182 pp. J. Wurster, Comp., Zürich.

Jaeger R. (1914) - Grundzüge einer stratigraphischen Gliederung Flyschbildungen des Wienerwalds. *Mitt. Geol. Gesell. Wien*, 7: 122-172.

Książkiewicz M. (1977) - Trace fossils in the Flysch of the Polish Carpathians. *Palaeont. Polon.*, 36: 1-208.

Leszczyński S. (2003) - Bioturbation structures in the Holovnia Siliceous Marls (Turonian - Lower Santonian) in Rybotycze (Polish Carpathians). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 73: 103-122.

Leszczyński S. & Uchman A. (1991) - To the origin of variegated shales. *Geol. Carpath.*, 42(5): 279-289.

Malata E., Oszczypko N. & Uchman A. (1992) - Stop A.2.5. Zasadne. Stratygrafia górnej kredy i dolnego paleogenu strefy sadeckiej. In: *Przewodnik LXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*: 95-99, Kraków [In Polish].

Meschinelli L. & Squinabol S. (1892) - Flora Tertiaria Italica. V. of 575 pp. Seminario, Padova.

Metz R. (2003) - Lower Devonian trace fossils from shallow marine deposits, Shawnee Island Member of the Coeymans Formation, northwestern New Jersey. *Northeast. Geol. Environ. Sci.*, 25(3): 206-214.

Metz R. (2006) - Trace fossil research in the Delaware Water Gap National Recreation Area, New Jersey. *Geol. Soc. Amer., Abstr. Progr.*, 38(7): 156.

Mikuláš R. (1994) - Největší dosud známy jedinec ichnorodu *Chondrites* Sternberg, 1833 (The largest known specimen of the ichnogenus *Chondrites* Sternberg, 1833). *Zprávy o geologických výzkumech v roce*: 78-79.

Mikuláš R. (2006) - Trace Fossils in the Collections of the Czech Republic (with Emphasis in the Type Material). A Special Publication for the Workshop on Ichnotaxonomy - III, Prague and Moravia, September 2006. Institute of Geology, AS CR, Prague, 137 pp.

Mikuláš R. & Straková M. (1994) - Trace fossils in "Flora der Vorwelt" by K. Sternberg and in Sternberg's palaeontological collection (National Museum, Prague). *Acta Mus. Nation. Pragae*, 49B:143-150.

Mikuláš R. & Uchman A. (1996) - Note on rediscovered type and figured material relating to *Muensteria* Sternberg, 1833. *Ichnos*, 4:305-309.

Monaco A. & Uchman A. (1999) - Deep-sea ichnoassemblages and ichnofabrics in the Eocene Scisti varicolori beds in the Trasimeno area, Western Umbria, Italy. In: Farinacci A. & Lord A.R. (Eds) - Depositional Episodes and Bioevents. *Palaeopelagos Spec. Publ.*, 2: 39-52.

Mylius H. (1911) - Jura, Kreide und Tertiär zwischen Hochblanken und Hohen Ifen. *Mitt. Geol. Gesel.*, (4): 483-618.

Natoli D. (2010) - Analisi sedimentologica e petrografica della porzione inferiore della Formazione del Saraceno (Oligo-Miocene, Calabria Settentrionale). University of Calabria, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Unpub. Thesis, 142 pp.

Ogniben L. (1969) - Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano. *Geol. Romana*, 8: 453-763.

Osgood R.G. (1970) - Trace fossils of the Cincinnati Area. *Palaeontogr. Am.*, 6: 193-235.

Oszczypko N., Uchman A. & Aleksandrowski P.(1992) - Stop A.2.6. Zbludza. Stratygrafia tektonika formacji łupków z Łabowej i formacji beloweskiej. In: *Przewodnik LXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*: 99-105, Kraków [In Polish].

Özkul M. (1993) -Kirkgeçit formasypnu'nda (Eosen, Elaziğ) fliş iz fosilleri ve ortamsal dağilmlari (Flysch trace fossils from Kirkgeçit Formation (Eocene, Elaziğ) and environmental distribution). *J. Isparta Eng. Fac. Akadeniz University*, 7: 15-30. [In Turkish, English abstract].

Pilla L. (1846) - Descrizione dei caratteri del terreno etrurio. *Il Cimento*, 4(1): 189-217.

Rothpletz A. (1896) - Über die Flysch-Fucoiden und einige andere fossile Algen sowie über lassiche, Diatomeen führende Hornschwämme. *Z. Deutsch. Geol. Gesell.*, 48: 854-914.

Rothpletz A. (1902) - Geologischer Führer durch die Alpen. I. Das Gebiet der zwei grossen rhätischen Ueberschiebungen zwischen Bodensee und dem Engadin. Sammlung geologischer Führer, 10, V. of 256 pp. Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Savi P. & Meneghini G.G. (1851) - Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche concernenti la geologia della Toscana e dei paesi limitrofi. - Appendix. In: Murchison, R.I. - Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Appennini e dei Carpazi: 246-528.

Schafhäutl K.E. (1851) - Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. V. of 208 pp. Literarisch-artistische Anstalt, München.

Schimper W.P. (1869) - Traité de Paléontologie végétale ou la flore du monde primitif. V. of 740 pp. J.B. Bailliére et fils, Paris.

Schimper W.P. & Schenk A. (1890) - II. Abteilung. Palaeophytologie. In: Zittel K.A. (Ed.) - Handbuch der Palaeontologie: V. of 958 pp. Oldenbourg, München und Leipzig.

Seilacher A. (1954) - Die geologische Bedeutung fossiler Lebensspuren. *Z. Deut. Geol. Gess.*, 105: 213-237.

Seilacher A. (2007) - Trace Fossil Analysis. V. of 226 pp. Springer, Berlin-Heidelberg.

Selli R. (1962) - Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia centro-meridionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 3: 737-789.

Simonelli V. (1883) - Il Monte della Verna e i suoi fossili. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 2: 235-283.

Sismonda E. (1865) - Materiaux pour servir a la Paléontologie du terrain tertiaire du Piémont. *Mem. Reale Accad. Sci. Torino*, 2(22): 257-361.

Sonnino M. (1984) - Un example d'évolution de dépôts de plateforme à dépôts de bassin: la Formation du Saraceno (Eocène moyen-sup., Italie du Sud). 5ème Congr. Europ. Sédim., Marseille, Abstr.: 479-480.

Sordelli F. (1873) - Descrizione di alcuni avanzi vegetali delle argille plioceniche Lombarde coll'aggiunta di un elenco delle piante fossili finora conosciute in Lombardia. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, 16: 350-429.

Squinabol S. (1887) - Contribuzioni alla flora fossile dei terreni terziari della Liguria. I. Fucoidi ed Elmintoidee. *Boll. Soc. Geol. Ital.* 6: 545-561.

Squinabol S. (1890) - Alghe e pseudoalghe fossili italiane. *Atti Soc. Linguist. Sci. Nat. Geogr.* 1: 29-49, 166-199.

Squinabol S. (1891) - Contribuzioni alla flora fossile dei terreni terziari della Liguria. I. Algae. V. of 25 pp. Tipografia R. Istituto Sordo-Muti, Genova.

Sternberg G.K. von (1833) - Versuch einer geognostisch - botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. IV Heft. V. of 48 pp. C.E. Brenck, Regensburg.

Suess E. (1897) - Der Boden der Stadt. V. of 26 pp. Alterthumsverein zu Wien, Wien.

Torricelli S. & Amore M.R. (2003) - Dinoflagellate cyst and calcareous nannofossils from the Upper Cretaceous Saraceno Formation (Calabria, Italy): implications about the history of the Liguride Complex. *Riv. It. Paleont. Strat.* 109: 499-516.

Uchman A. (1991) - Skamieniałości śladowe z warstw inoceramowych oraz utworów formacji szczawnickiej (fm) w strefie krynickiej i bystrzyckiej płaszczowiny magurskiej (Trace fossils of the Inoceramian beds and the Szczawnica Formation in the Krynica and Bystrzyca Zones of the Magura Nappe). *Przegląd Geol.*, 39(4): 207-212.

Uchman A. (1992a) - Stop A.1.5. Łąkcica. Ichnofauna formacji szczawnickiej w Łąkcicy. In: *Przewodnik LXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*: 55, Kraków [In Polish].

Uchman A. (1992b) - Skamieniałości śladowe w eoceńskim cienko- i średnioławicowym fliszu strefy bystrzyckiej płaszczowiny magurskiej (Trace fossils of the Eocene thin- and medium-bedded flysch of the Bystrica Zone

of the Magura Nappe in Poland). *Przegląd Geol.*, 40(7): 430-435.

Uchman A. (1998) - Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: Revision of the Marian Książkiewicz collection and studies of complementary material. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 68: 105-218.

Uchman A. (1999) - Ichnology of the Rhenodanubian Flysch (Lower Cretaceous-Eocene) in Austria and Germany. *Beringeria*, 25: 67-173.

Uchman A. (2007) - Deep-sea trace fossils from the mixed carbonate-siliciclastic flysch of the Monte Antola Formation (Late Campanian-Maastrichtian), North Apennines, Italy. *Cretaceous Res.*, 28(6): 980-1004.

Uchman A. (2009) - Deep-Sea Life in the Geological Past: Body Fossils and Trace Fossils of the Monte Antola Formation, Northern Apennines. V. of 85 pp. Fondazione Luigi, Cesare e Liliana Bertora, Genova.

Unger F. (1841) - Chloris Protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt. V. of 110 pp. Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Unger F. (1845) - Synopsis Plantarum Fossilium. V. of 330 pp. Voss, Lipsiae.

Unger F. (1850) - Genera et Species Plantarum Fossilium. V. of 627 pp. Apud Wilhelm Braumüller, Vindbonae.

Venzo S. (1951) - Ammoniti e vegetali albiano-cenomanini nel Flysch del Bergamasco occidentale. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Milano*, 90: 175-236.

Vezzani L. (1968a) - Studio stratigrafico della Formazione delle Crete Nere (Aptiano-Albiano) al confine calabro-lucano. *Atti Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania*, 6(20): 189-222.

Vezzani L. (1968b) - Distribuzione, facies e stratigrafia della Formazione del Saraceno (Albiano-Daniano) nell'area compresa tra il Mare Jonio e il Torrente Frido. *Geol. Romana*, 7: 229-275.

Zuppetta A., Russo M., Turco E. & Gallo L. (1984) - Età e significato della Formazione di Albidona in Appennino Meridionale. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 103: 159-170.

Journal of Mediterranean Earth Sciences

Sedimentology and ichnology of Plio-Pleistocene marine to continental deposits in Broglio (Trebisacce, northern ionian Calabria, Italy)

Claudia Caruso, Rocco Ceravolo, Giuseppe Cianflone, Rocco Dominici, Maurizio Sonnino

Dipartimento DiBEST (Biologia, Ecologia e Scienze della Terra), Università della Calabria, Arcavacata di Rende, Cosenza, Italy

INTRODUCTION

The marine terraces outcropping along Ionian Sea coastline of northern Calabria represent a result of an uplift during Middle-Upper Pleistocene, related to a regional-scale process and also to a smaller-wavelength component of shortening, interpreted by Ferranti et al. (2009) as local tectonic structures.

Several Authors suggest that the terraced marine deposits form several orders of terraces related to alluvial and nearshore-marine environments (Cucci and Cinti, 1998; Santoro et al., 2009).

Preliminary results of a sedimentological-stratigraphic study, integrated with ichnological data and well-logs analyses, are herein introduced, in order to improve the comprehension of sedimentary processes and stratigraphic setting of the study area.

GEOLOGICAL SETTING

The study area is located on the northern Ionian coast of Calabria, SW of Trebisacce village, in Broglio Hill, between the Saraceno "Fiumara" and the Marzuca "canale" (Fig. 1). In Broglio Hill an important archeological site of the Middle Bronze Age is present.

The Plio-Pleistocene succession overlies the Saraceno Fm. (SaFm) (Cretaceous?, Miocene? in age) which represents an arenaceous-pelitic alternation, intensely bioturbated (Caruso et al., 2011). The SaFm is overlaid, along an angular unconformity surface, by Marly Clays of Torrente Straface (Pliocene-Lower Pleistocene) which passing upward to continental-marine lithofacies related to terrace marine deposits.

In Broglio area, Santoro et al. (2009) mapped 5 marine terraces from 200-220 m asl (t6) to 33-50 m asl (t2).

The type-section of the terrace 6 includes, above a lag conglomerate, massive fine sand grading to a pebble conglomerate with laminated sand intercalations. These deposits are attributed to a beach environment, and are abruptly surmounted by few meters of alluvial or fan conglomerate. The terrace 5 is strongly eroded and locally reduced to narrow ridge-tops underlain by the Lower Pleistocene claystone. The terraces 4 displays larger-scale interfingering between the various beach depositional environments, and is marked by a characteristic 2 m-thick layer of alluvial conglomerate within the upper-beach pebble conglomerate wedge. The type-section of terraces 3 is formed by a regressive-transgressive cycle which includes massive fossiliferous sand, attributed to a lower shoreface environment, unconformably covered by an alluvial conglomerate. The continental deposit is in turn surmounted by a beach pebble conglomerate.

The base of terrace 2 deposits is marked by lag conglomerate above Pleistocene claystone. The lag conglomerate contains large blocks, which is covered by a regressive sequence including, moving from bottom to top, massive clayey sand and laminated medium to coarse sand.

DATA ANALYSES

This work consisted in a geological survey (scale 1:5000) and a sedimentological-ichnological analyses of 14 stratigraphic sections and of 4 vertical well-logs. In the study area, the Plio-Pleistocene succession could be represented by a composite type section (Fig. 2) characterized by 4 lithofacies, organized in two Unconformity-Bounded Stratigraphic Units (UBSU).

The base of the first UBSU is a mudstones and silty mudstones (lithofacies A). It's characterized by homogeneous grey to dark mudstone containing bioclasts.

This mudstone has been observed at the base of the stratigraphic sections 1 and 6, and inside the vertical logs, where it reaches 73 m in thickness (L2); the mudstone overlay the Saraceno Fm. The lithofacies A is interpreted as a deposit of an outer shelf, evolving to nearshore system.

The lithofacies A is overlain by a thin bioturbated sandy layer, which passing upward to lag conglomerate formed by aligned, rounded pebble-cobble to boulder gravel (lithofacies B) (Fig. 3a); lithofacies B evolves upward to medium-coarse sand, characterized by wavy, cross and herringbone-like laminations (lithofacies C). The lithofacies A ends with a 1 m-thick silty-mustone layer. Stratification is totally absent, probably obliterated by the intense bioturbation (Ichnofabric Index is 40-60% according to Droser and Bottjer, 1989). This layer

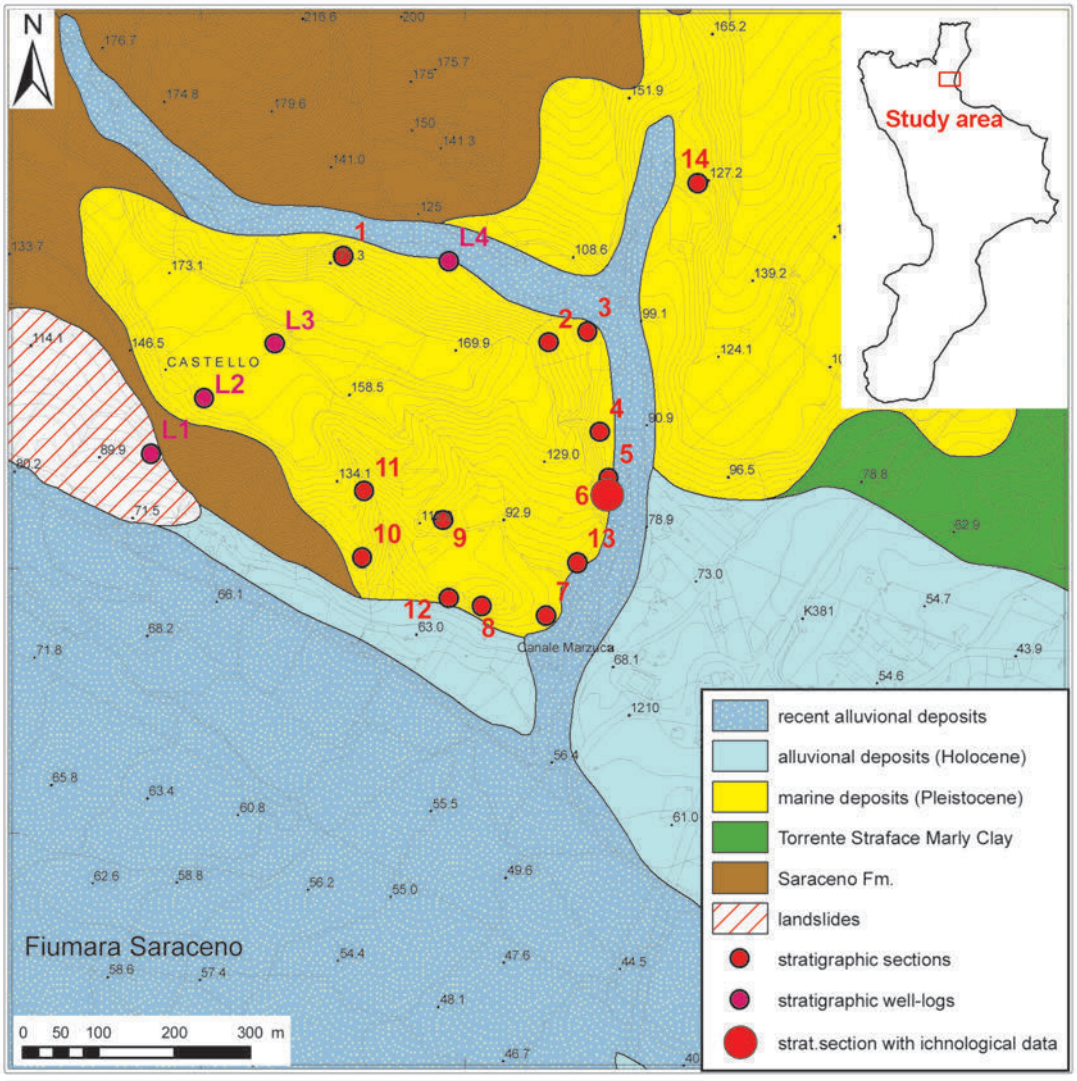


Fig. 1 - Geological schetch map of the study area with the location of stratigraphic sections and well-logs.

contains sparse body fossils, among which pectinids (*?Chlamys* sp.), gastropoda (*?Turritella* sp.) and serpulids (*Ditrupa* sp.) are prevalent. In this layer, a rich number of trace fossils is also present. Trace fossils penetrate from the overlying sandstone bed, and reach the base of the mudstone layer, until about 1 m deep.

Burrows are arranged typically vertical, horizontal or steeply inclined with a "J"-shaped morphology (Fig. 3 b-c). Cross-sectional shape of the burrows is sub-circular. Some burrows show blunt rounded blind terminations. Absence of any compaction of the burrows suggests that the sediment was still stiff/firm when burrowing started. Ichnodensity is relatively high; burrows are about 15 cm far each others.

Ichnodiversity is very low; the recognizable trace fossils belong only to *?Spongeliomorpha* isp. and *Thalassinoides* isp. in the mudstone layer, and *Ophiomorpha* cf. *nodosa* in the overlying coarse sand layer.

Trace fossils are filled with sandstones (*Spongeliomorpha*) or microconglomerate (*Thalassinoides*) deriving from the overlying beds. Burrow diameter is a proxy for body size. *Thalassinoides* burrows reach about 8 cm in diameter and several cm in lenght. *Spongeliomorpha* burrows are smaller: diameters range from about 0.8 cm up to 2 cm. Almost all trace fossils seem to be not branched (except some *Thalassinoides*). All *Spongeliomorpha* burrows are completely oxidated. The outer surfaces of the burrows are covered by scratches (bioglyphs), even if poorly preserved, which appear as sharp ridges, without the classical rhomboidal pattern. These scratches preserved on the tunnel walls suggest that the tunnels were dug in stiff mud. Possible trace-makers: stomatopods and marine astacideans which construct simpler burrows with limited branching (De Gibert and Ekdale, 2010) or ghost schrimps.

The UBSU is closed by medium to fine sand with wavy lamination and graded cm-thick sand levels with some dm-thick beds of oriented sub-angular/sub-rounded pebbles and cobble with a poorly sorted matrix of granule, sand, silt, and mud (lithofaces D). The lithofacies B and C are interpreted as lower foreshore deposits evolving to shoreface deposits, influenced by occasional high-energy stream events (lithofacies D).

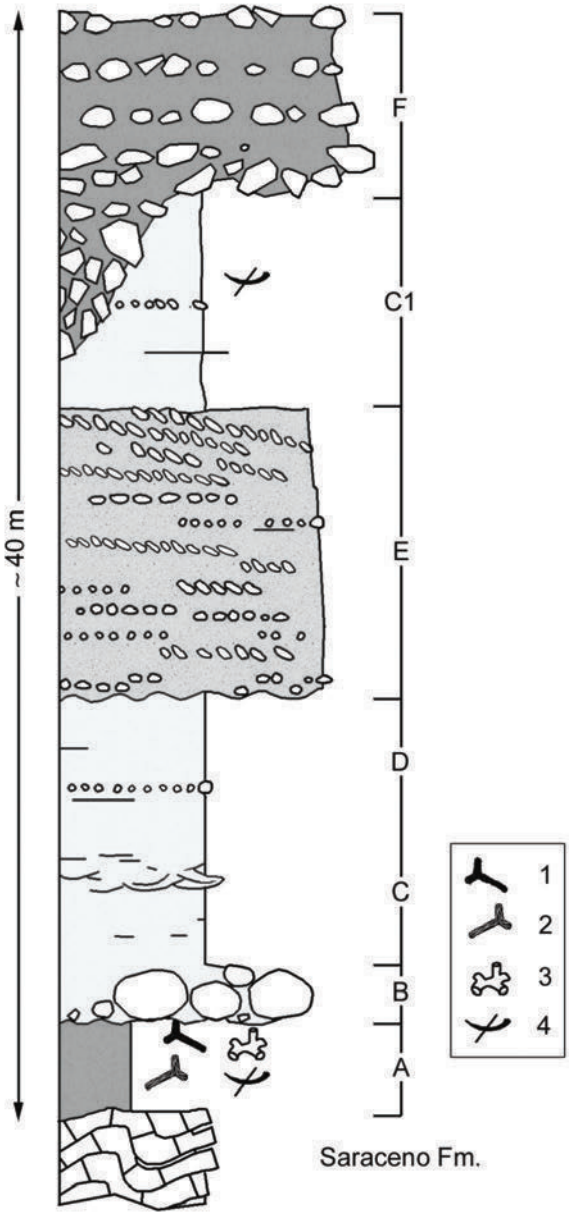


Fig. 2 - Composite type section of the deposits outcropping in the study area. 1 = *Ophiomorpha* isp., 2 = *Spongeliomorpha* isp.; 3 = *Thalassinoides* isp.; 4 = bioclasts.

The UBSU-1 is closed by an abrupt erosional surface which marked the onset of the UBSU-2.

It starts with a conglomerate clast- and matrix-supported (coarse sand) which is characterized by rounded and discoidal aligned and imbricated pebbles, cluster structure, and vertically oriented clasts (lithofacies E).

The lithofacies E passes upward to poorly laminated medium sand with some graded cm-thick bed of bioclastic sand and rounded aligned and imbricated small pebbles (lithofacies C-1). The lithofacies E and C1 represent the second cycle, which is characterized by a well-developed foreshore deposits (lithofacies E) and a shoreface not influenced by stream feed (lithofacies C1).

The UBSU-1 and UBSU-2 are truncated by a prominent erosional surface related to a clast-supported and poorly sorted (pebbles to boulders) breccia (lithofacies F). There is a general imbrication NW diping.

The lithofacies F represents an alluvial fan system.

CONCLUSIONS

Integrated analysis of surface and subsoil data has allowed to define the complex geologic-stratigraphic setting of Broglio Hill. In this work, 2 UBSU are reconstructed, related to nearshore and alluvial fan environments controlled by relative sea-level change. In details, in the UBSU-1 the shoreface shows an influence by stream flow and the foreshore deposits are less developed rather than UBSU-2. The well-logs data show an irregular and tectonized contact between Torrente Straface Marly-Clay and Saraceno Fm.

Trace fossils allow to recognize a depositional hiatus as consequence of relative sea-level changes and sedimentation recovery in shoreface environment. Mudstone bed is completely colonized by trace-makers, which reached considerable deep (about 1 m) in search of organic matter to ingest, and in order to locate protective domiciles, far from the hight hydrodinamic energy of the water-sediment interface.

The presence of *Spongeliomorpha* suggests that the trace-makers organisms penetrated from soft sediment (sand - lithofacies B) into a firmground mud (lithofacies A).

The dimensions and deep tier of the burrows, as well as the low ichnodiversity, may suggest that an high hydrodinamic energy and an high oxygen content characterized the stressed paleoenvironment, in which only opportunistic trace-makers could colonize the sediments.

REFERENCES

Caruso C., Natoli D., Sonnino M. 2011. Sedimentology and ichnology of the lower part of the Saraceno Formation (Cretaceous?, Miocene?) (northern Ionian Calabria). Rendiconti Online Società Geologica Italiana: 17, 31.

Cucci L., Cinti F.R. 1998. Regional uplift and local tectonic deformation recorded by the Quaternary marine terraces on the Ionian coast of the Northern Calabria (southern Italy). Tectonophysics: 292, 67-83.

De Gibert J.M., Ekdale A.A. 2010. Paleobiology of the crustacean trace fossil *Spongeliomorpha iberica* in the Miocene of southeastern Spain. Acta Palaeontologica Polonica: 55, 733-740.

Droser M.L., Bottjer D.J. 1986. A semiquantitative field classification of ichnofabrics. Journal of Sedimentary Petrology: 56, 558-559.

Ferranti L., Santoro E., Mazzella M.E., Monaco C., Morelli D. 2009. Active transpression in the northern Calabria Apennines, southern Italy. Tectonophysics: 476, 226-251.

Santoro E., Mazzella M.E., Ferranti L., Randisi A., Napolitano E., Rittner S., Radtke U. 2009. Raised coastal terraces along the Ionian Sea coast of northern Calabria, Italy, suggest space and time variability of tectonic uplift rates. Quaternary International: 206, 78-101.



Fig. 3 - a. Close-up view of the bioturbated silty-mudstone bed (upper part of lithofacies A and bottom of lithofacies B), Canale Marzuca. b. *Thalassinoides* isp.; c. *Spongeliomorpha* isp.

Sedimentology and ichnology of Plio-Pleistocene marine to continental deposits in Broglio (Trebisacce, Northern Ionian Calabria, Italy)

Claudia Caruso (*), Rocco Ceravolo (*), Giuseppe Cianflone (*#), Rocco Dominici (*), Maurizio Sonnino (*)

(*) Dipartimento DiBEST (Biologia, Ecologia e Scienze della Terra), Università degli Studi della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende (CS), Italy

(*#) congress sponsored by ENI

claudia.caruso@unical.it; ceravolorocco.geo@libero.it; giuseppe.cianflone@unical.it; rocco.dominici@unical.it; maurizio.sonnino@unical.it.

Geological setting

The study area is located on the northern Ionian coast of Calabria, SW of Trebisacce village, in Broglio Hill, between the Saraceno "Fiumara" and the Marzuca "canale" (Fig. 1). In Broglio Hill an important archeological site of the Middle Bronze Age is present.
The Plio-Pleistocene succession overlies the Saraceno Fm. (SaFm) (Cretaceous?, Miocene? in age) which represents an arenaceous-pelitic alternation, intensely bioturbated (Caruso et al., 2011). The SaFm is overlaid, along an angular unconformity surface, by Marly Clays of Torrente Straface (Pliocene-Lower Pleistocene) which passing upward to continental-marine lithofacies related to terrace marine deposits.
In Broglio area, Santoro et al. (2009) mapped 5 marine terraces from 200-220 m asl (t6) to 33-50 m asl (t2).

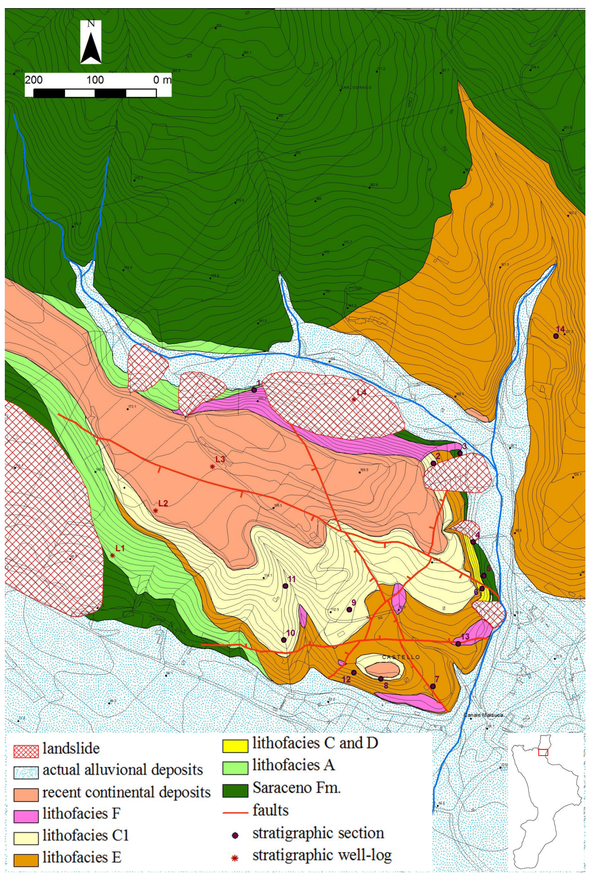


Fig. 1. Geological map of the study area (scale 1:5000)

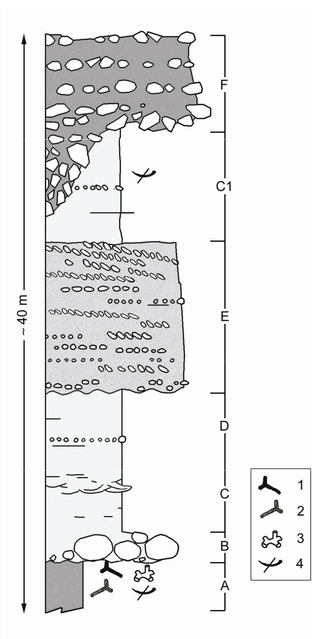


Fig. 2. Composite type section of the deposits outcropping in the study area.
1 = *Ophiomorpha* isp.,
2 = *Spongeliomorpha* isp.;
3 = *Thalassinoides* isp.;
4 = bioclasts

Data analyses

This work consisted in a geological survey (scale 1:5000) and a sedimentological-ichnological analyses of 14 stratigraphic sections and of 4 vertical well-logs. In the study area, the Plio-Pleistocene succession could be represented by a composite type section (Fig. 2) characterized by 7 lithofacies.
Lithofacies A is characterized by homogeneous grey to dark mudstone and silty mudstone containing bioclasts. This lithofacies is interpreted as a deposit of an outer shelf, evolving to nearshore system.
The lithofacies A ends with a 1m-thick silty-mustone layer. Stratification is totally absent, probably obliterated by the intense bioturbation. This layer contains sparse fragments of body fossils, among which pectinids (?*Chlamys* sp.), gastropoda (?*Turritella* sp.) and serpulids (*Ditrupa* sp.) are prevalent. In this layer, a rich number of trace fossils is also present. Trace fossils penetrate from the overlying sandstone bed, and reach the base of the mudstone layer, until about 1 m deep. Burrows are arranged typically vertical, horizontal or steeply inclined with a "J"-shaped morphology.
Cross-sectional shape of the burrows is sub-circular. Some burrows show blunt rounded blind terminations. Absence of any compaction of the burrows suggests that the sediment was still stiff/firm when burrowing started. Ichnodensity is relatively high; burrows are about 15 cm far each others. Ichnodiversity is very low; the recognizable trace fossils belong only to ?*Spongeliomorpha* isp. and *Thalassinoides* isp. in the mudstone layer, and *Ophiomorpha* cf. *nodosa* in the overlying coarse sand layer.
The lithofacies A is overlain by a thin bioturbated sandy layer, which passing upward to lag conglomerate formed by aligned, rounded pebble-cobble to boulder gravel (lithofacies B) .
Lithofacies B evolves upward to lithofacies C, formed by medium-coarse sand, characterized by wavy, cross and herringbone-like laminations. The last lithofacies passes at the top to lithofaces D, medium to fine sand with wavy lamination and graded cm-thick sand levels with some dm-thick beds of oriented sub-angular/sub-rounded pebbles and cobble with a poorly sorted matrix of granule, sand, silt, and mud.
The lithofacies B and C are interpreted as lower foreshore deposits evolving to shoreface deposits, influenced by occasional high-energy stream events (lithofacies D).

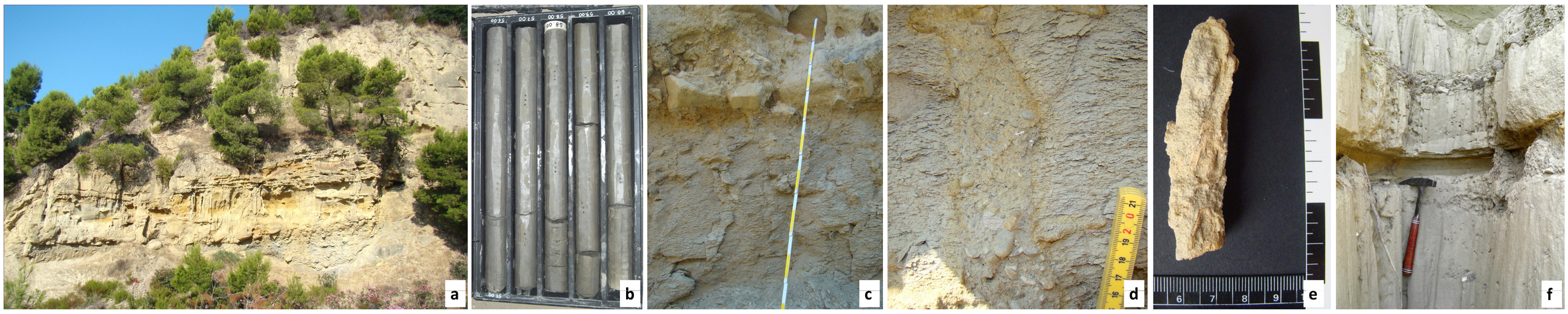


Fig. 3. **a)** "Canale Marzuca" outcrop; lithofacies A, B, C and D, that is the bottom of the sedimentary succession. **b)** Lithofacies A in logL2 (the core segments are 1m in lenght). **c)** Close-up view of the lithofacies A-B boundary. **d)** *Thalassinoides* isp. **e)** *Spongeliomorpha* isp. **f)** dm-thick beds of oriented sub-angular/sub-rounded pebbles and cobble inside lithofacies D.

The top of lithofacies D is characterized by an abrupt erosional surface cover by a conglomerate clast- and matrix-supported (coarse sand), with rounded and discoidal aligned and imbricated pebbles, cluster structure, and vertically oriented clasts (lithofacies E). The lithofacies E passes upward to poorly laminated medium sand with some graded cm-thick bed of bioclastic sand and rounded aligned and imbricated small pebbles (lithofacies C-1). These two lithofacies represents a well-developed foreshore deposits (lithofacies E) and a shoreface not influenced by stream feed (lithofacies C1).
The sedimentary succession are truncated by a prominent erosional surface related to a clast-supported and poorly sorted (pebbles to boulders) breccia (lithofacies F), with a general imbrication NW diping. It represents an alluvial fan system.

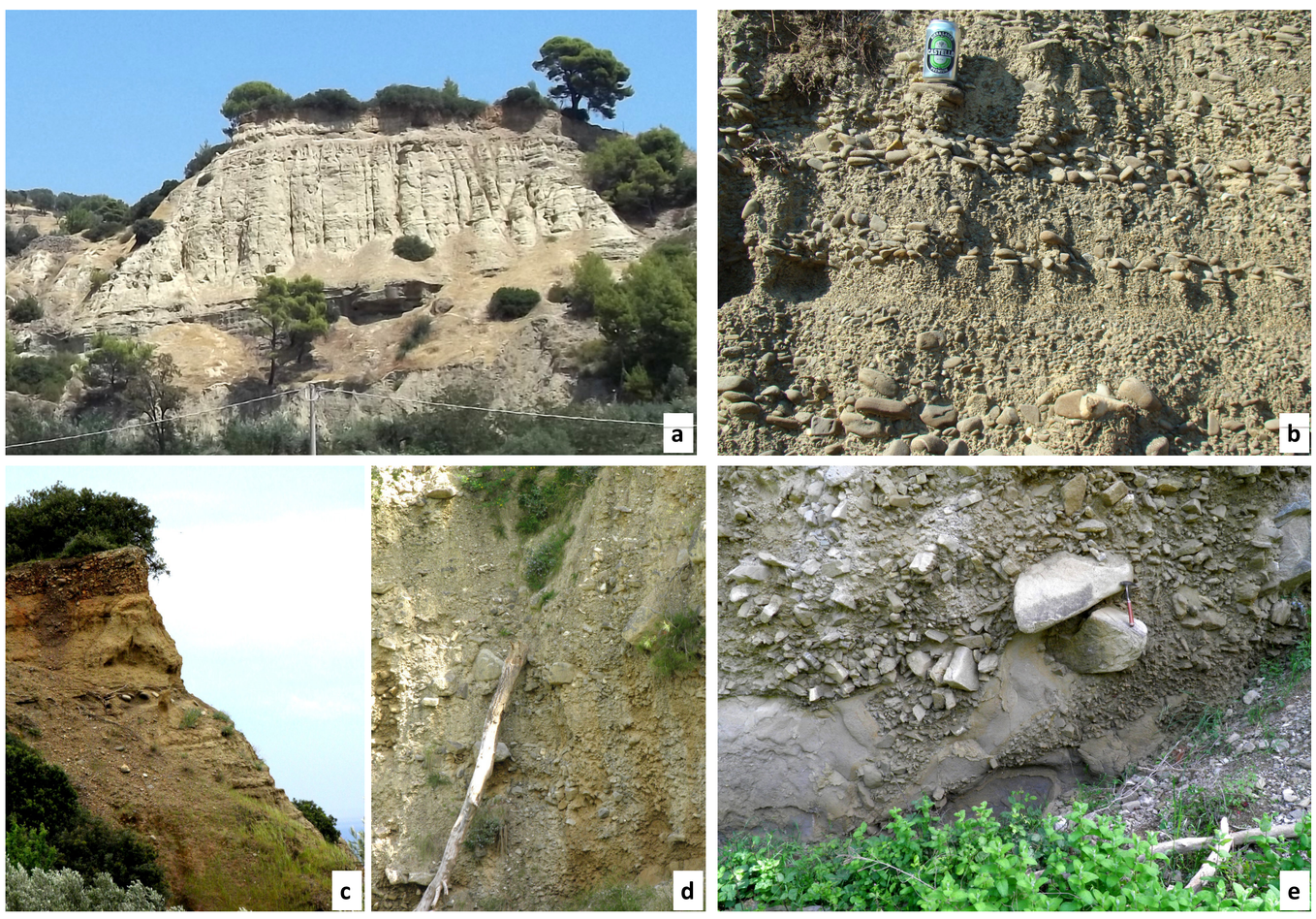


Fig. 4. **a)** "Castello" outcrop (left side of the Saraceno Valley); lithofacies E and C1. **b)** Close-up view of the lithofacies E. **c)** Top of the "Castello" outcrop; lithofacies C1 passing upward to continental conglomerate. **d)** Close-up view of the lithofacies F. **e)** Erosional bottom of the lithofacies F on the lithofacies A.

Conclusions

Integrated analysis of surface and subsoil data has allowed to define the complex geologic-stratigraphic setting of Broglio Hill. In this work, 2 UBSU are reconstructed, related to nearshore and alluvial fan environments controlled by relative sea-level change. In details, in the UBSU-1 (lithofacies B-D) the shoreface shows an influence by stream flow and the foreshore deposits are less developed rather than UBSU-2 (lithofacies E-C1). The well-logs data show an irregular and tectonized contact between Torrente Straface Marly-Clay and Saraceno Fm.
Trace fossils allow to recognize a depositional hiatus as consequence of relative sea-level changes and sedimentation recovery in shoreface environment. Mudstone bed is completely colonized by trace-makers, which reached considerable deep (about 1 m) in search of organic matter to ingest, and in order to locate protective domiciles, far from the hight hydrodinamic energy of the water-sediment interface.
The presence of *Spongeliomorpha* suggests that the trace-makers organisms penetrated from soft sediment (sand - lithofacies B) into a firmground mud (lithofacies A).
The dimensions and deep tier of the burrows, as well as the low ichnodiversity, may suggest that an high hydrodinamic energy and an high oxygen content characterized the stressed paleoenvironment, in which only opportunistic trace-makers could colonize the sediments.

REFERENCES

Caruso C., Natoli D., Sonnino M. (2011). Rendiconti Online Società Geologica Italiana: 17, 31. **Cucci L., Cinti F.R.** (1998). Tectonophysics: 292, 67–83. **De Gibert J.M., Ekdale A.A.** (2010). Acta Palaeontologica Polonica: 55, 733-740. **Droser M.L, Bottjer D.J.** (1986). Journal of Sedimentary Petrology: 56, 558-559. **Ferranti L., Santoro E., Mazzella M.E., Monaco C., Morelli D.** (2009). Tectonophysics: 476, 226-251. **Santoro E., Mazzella M.E., Ferranti L., Randisi A., Napolitano E., Rittner S., Radtke U.** (2009). Quaternary International: 206, 78–101.

Journal of Mediterranean Earth Sciences

"IchnoApp and "IchnoWiki": Ichnological mobile database-applications for field use

Claudia Caruso[1], Francesco Calimeri[2]

[1] *Dipartimento DiBEST (Biologia, Ecologia e Scienze della Terra), Università della Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italy*
[2] *Dipartimento di Matematica e Informatica, Università della Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italy*

A framework for the development of an ichnological database, called "IchnoBase" is herein introduced. It consists on a number of digital applications focusing on the main trace fossils discovered in some sedimentary formations outcropping in Calabria, Southern Italy. The framework aims at designing and implementing an advanced database and knowledge system that combines high-resolution images with appropriate meta-data, making use of textual information, computer vision and pattern matching algorithms. The main features of the resulting applications consist of computer-aided insertion and querying of data concerning sedimentary formations and related trace fossils, and (semi)automatic image classification.

The ichno-database paves the way to the implementation of a wide set of digital applications, based on different platforms and interfaces, such as displaying and systematically describe trace fossils discovered, for example, in the Stilo - Capo d'Orlando Formation, Saraceno Fm., Albidona Fm., Trubi Fm, "Gerace-Bombile Calcarenites", "Le Castella Calcarenites" and so on. Scientific full-text publications about ichnology and sedimentology can be downloaded via external links.

The two main applications based on IchnoBase are "IchnoWiki" and "IchnoApp".

IchnoWiki is a web-based system for the cooperative classification and the storage of ichnological information, on a global scale. The system is open to all ichnologists (Researchers and Ph.D. students), and might lead to one of the major and largest collection of ichnological data. To our knowledge, currently there is no such complete ichno-database available worldwide.

IchnoApp is an application for mobile devices (smartphones/tablets) that can be distributed via the main online stores; it is closely related to IchnoWiki, since it allows one to access the wide ichnological database on the move, and can be used as a powerful and versatile tool while "working on the field". For instance, when discovering a new or unknown ichnofossil, a scientist can take a picture by means of his mobile device, and automatically make IchnoApp classify it by means of proper comparison between the trace fossils images already stored in the database; the new ichnospecies/ichnogenenus (i.e., picture and systematic description) can be inserted into the IchnoBase on the fly.

IchnoApp is addressed to ichnologists and students of Earth Sciences, but on the scientific bases the aim of popularizing the discipline should lead to include a wider range of users.

As an application, IchnoBase implies provides management costs, like any other. Development and updates require a significant amount of funds, in order to ensure a free distribution, especially among institutions and students. Ichnology is a relatively young discipline, almost unknown to the general public, and poorly taught in universities; thus, such a mobile, user-friendly, easily accessible database will be an important tool for scientific and popularization purposes.

“IchnoApp" and “IchnoWiki”: Ichnological mobile database-applications for field use

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Dip. Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST)

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA
Dipartimento di Matematica e Informatica

Claudia CARUSO [1] **& Francesco CALIMERI** [2]

[1] Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST) & [2] Dipartimento di Matematica e Informatica
Università della Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italy

A framework for the development of an ichnological database, called “IchnoBase” is herein introduced.
It consists on a number of digital applications focusing on the main trace fossils discovered in some sedimentary formations outcropping in Calabria, Southern Italy.
The framework aims at designing and implementing an advanced database and knowledge system that combines high-resolution images with appropriate meta-data, making use of textual information, computer vision and pattern matching algorithms. The main features of the resulting applications consist of computer-aided insertion and querying of data concerning sedimentary formations and related trace fossils, and (semi)automatic image classification.
The ichno-database paves the way to the implementation of a wide set of digital applications, based on different platforms and interfaces, such as displaying and systematically describe trace fossils discovered, for example, in the Stilo - Capo d’Orlando Formation, Saraceno Fm., Albidona Fm., Trubi Fm, “Gerace-Bombile Calcarenites”, “Le Castella Calcarenites” and so on.
Scientific full-text publications about ichnology and sedimentology can be downloaded via external links.

Viene qui presentato un framework per la realizzazione di un database icnologico (“IchnoBase”) a partire da alcune delle formazioni sedimentarie presenti in Calabria (Italia meridionale), e di una serie di applicazioni su esso basate.
Il framework prevede la progettazione e la realizzazione di un sistema di basi di dati e conoscenza avanzato, che combina immagini ad alta risoluzione con appropriati meta-dati, e fa uso di informazioni di tipo testuale e di algoritmi di visione artificiale e pattern matching. Le principali funzioni offerte consistono nell’inserimento assistito di formazioni geologiche e tracce fossili esistenti all’interno della base di dati e nell’interrogazione assistita della stessa, e nella classificazione (semi)automatica di immagini. Il database così costituito si presta alla implementazione di una vasta gamma di applicazioni, basate su piattaforme ed interfacce diverse, a partire dalla visualizzazione di immagini e descrizioni sistematiche delle tracce fossili rinvenute nelle Formazioni di Stilo - Capo d’Orlando, Saraceno, Albidona, Trubi, “Calcareniti di Gerace-Bombile” e “Calcareniti di Le Castella”. Pubblicazioni full-text in formato .pdf possono essere scaricate tramite link esterni.
Le due applicazioni principali sono “IchnoWiki” e “IchnoApp”.
IchnoWiki è un sistema web-based per la classificazione e la conservazione collaborativa di informazioni icnologiche. Il sistema, aperto a tutti gli esperti e gli studiosi del settore, consente, in linea di principio, la realizzazione della più grande collezione di informazioni del genere esistente.
A nostra conoscenza, niente del genere è, ad oggi, disponibile.
IchnoApp è un’applicazione per dispositivi mobili (smartphone/tablet), distribuibile attraverso i negozi online dei principali produttori, che si interfaccia ad IchnoWiki e consente di fruire, in mobilità, tanto della vasta base di informazioni icnologiche già citate quanto di un potente e versatile strumento per la ricerca “sul campo”. Si pensi al caso in cui si incontra una traccia fossile di difficile attribuzione sistematica: è possibile scattare una foto con il proprio smartphone e, grazie ad IchnoApp, procedere ad una classificazione automatica, alla verifica di alcune ipotesi tramite il confronto “fianco a fianco” con le immagini simili già classificate, all’inserimento “al volo” di una nuova icnospecie/icnogenere, e così via.
IchnoApp è principalmente pensata per gli studiosi di tracce fossili e per gli studenti dei corsi di icnologia, sedimentologia e paleontologia; le tipologie di utenti potrebbero tuttavia essere molto più ampie, dato che, sulla base scientifica, si declinano espliciti intenti divulgativi.
Come tutte le Applicazioni, anche IchnoApp prevede dei costi di gestione. Per lo sviluppo degli aggiornamenti dell’IchnoApp sono necessari finanziamenti esterni (magari dalle principali associazioni geologiche presenti in ambito nazionale ed internazionale) in modo da garantire la totale fruibilità gratuita agli utenti (in special modo agli studenti).
L’Icnologia è una disciplina giovane, ancora poco conosciuta sia al vasto pubblico e sia in ambito accademico, per cui un database portatile e facilmente accessibile può rappresentare un valido contributo ai fini della divulgazione.

The two main applications based on IchnoBase are “IchnoWiki” and “IchnoApp”. IchnoWiki (Fig. 1) is a web-based system for the cooperative classification and the storage of ichnological information, on a global scale. The system is open to all ichnologists (Researchers and Ph.D. students), and might lead to one of the major and largest collection of ichnological data. To our knowledge, currently there is no such complete ichnodatabase available worldwide.



Fig. 1 - An example of "IchnoWiki": Facebook Page "Ichno Italia. L'Icnologia italiana", created together with prof. Paolo Monaco (Perugia University).
Fig. 1 - Un esempio di "IchnoWiki": pagina facebook "Ichno Italia. L'Icnologia italiana". La pagina fb è stata creata il 30 luglio 2013, in collaborazione con il prof. Paolo Monaco (Università di Perugia) con lo scopo di divulgare foto ed informazioni sulle tracce fossili di invertebrati marini rinvenuti nelle formazioni sedimentarie italiane.

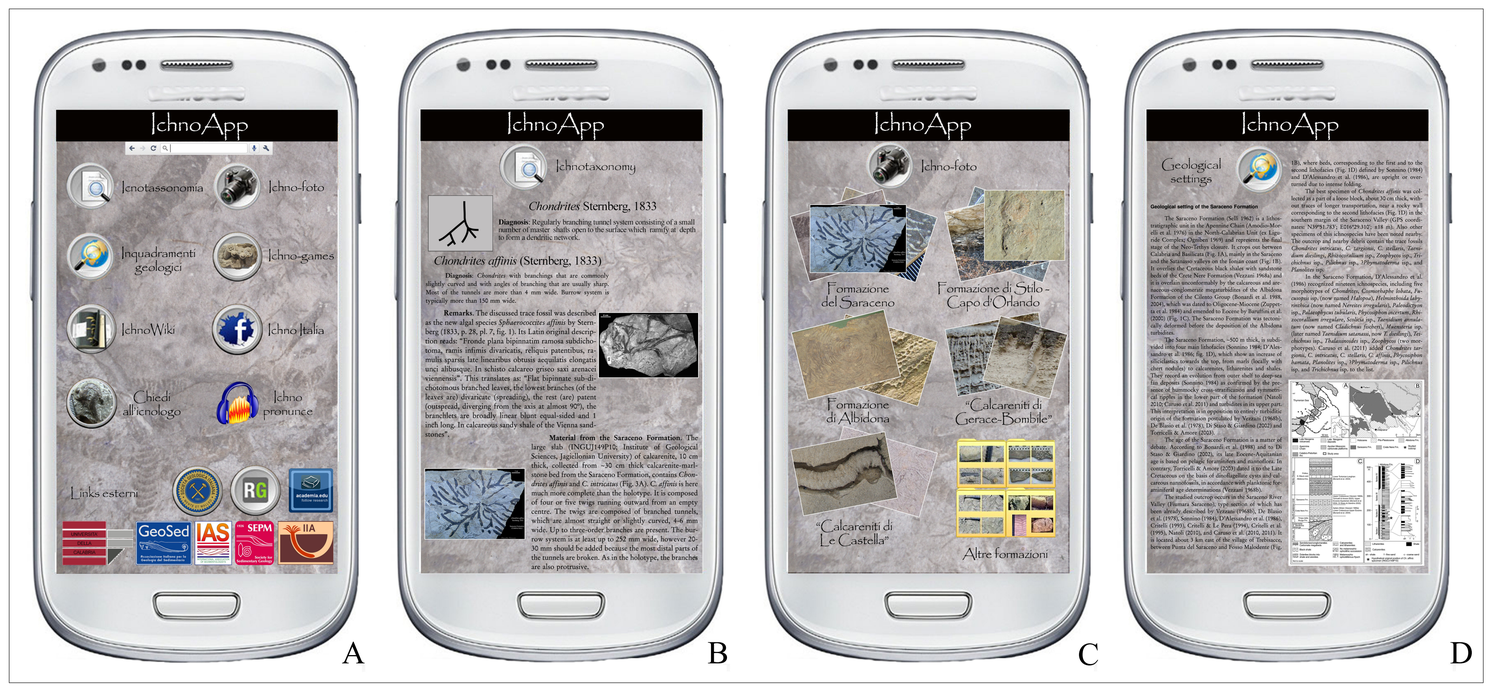


Fig. 2 - Data-base application for mobile-devices "IchnoApp", available in Italian and English languages. A. Homepage; B. Ichnotaxonomy menu; C. Ichno-pictures menu; D. Geological settings menu.
Fig. 2 - Applicazione "IchnoApp" su smartphone, disponibile in italiano e in inglese. A. Homepage; B. Menu icnotassonomia; C. Menu icno-foto; D. Menu inquadramenti geologici.

IchnoApp (Fig. 2) is an application for mobile devices (smartphones/tablets) that can be distributed via the main online stores; it is closely related to IchnoWiki, since it allows one to access the wide ichnological database on the move, and can be used as a powerful and versatile tool while “working on the field”. For instance, when discovering a new or unknown ichnofossil, a scientist can take a picture by means of his mobile device, and automatically make IchnoApp classify it by means of proper comparison between the trace fossils images already stored in the database; the new ichnospecies/ichnogenenus (i.e., picture and systematic description) can be inserted into the IchnoBase on the fly.
IchnoApp is addressed to ichnologists and students of Earth Sciences, but on the scientific bases the aim of popularizing the discipline should lead to include a wider range of users.

Furthermore, inside the IchnoApp some didactic videogames are included. For example, the "ichno-solitaire" (Fig. 3) which is based on the classical digital solitaire, but using modified playing card; the playing cards show ichnological symbols, with an easy correspondence between the classical Neapolitan suits and the ichnological one.
Another videogame is the "ichno names & symbols" (Fig. 4); the player has to associate the "ichno-symbols" with the ichnogenera names.

Fig. 3 - Videogame included in IchnoApp. Solitaire using modified playing cards!
Fig. 3 - Videogioco a corredo di IchnoApp. Solitario con carte da gioco "icnologico-napoletane"!

Fig. 4 - Videogame included in IchnoApp. The player has to associate the "ichno-symbols" with the ichnogenera names.
Fig. 4 - Videogioco a corredo di IchnoApp. Il giocatore deve associare gli "icno-simboli" con i nomi degli icnogeneri.

As an application, IchnoBase implies provides management costs, like any other. Development and updates require a significant amount of funds, in order to ensure a free distribution, especially among institutions and students. Ichnology is a relatively young discipline, almost unknown to the general public, and poorly taught in universities; thus, such a mobile, user-friendly, easily accessible database will be an important tool for scientific and popularization purposes.

Journal of Mediterranean Earth Sciences

Continental to marine deposits of the Stilo-Capo d'Orlando Formation (Oligo-Miocene) in the area of Agnana Calabra (southern ionian Calabria, Italy); inferred from sedimentological and ichnological data

Claudia Caruso[1], Giuseppe Cianflone[1], Rocco Dominici[1], Maurizio Sonnino[1], Massimo Veltri[2]

[1] *Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria, Arcavacata di Rende, Cosenza, Italy*
[2] *Via Isonzo 28, 87100 Cosenza, Italy*

The Stilo - Capo d'Orlando Formation (FmSCO) crops out along a narrow zone extending from the central Ionian Calabria (Fig. 1) up to the Peloritanian Mounts in Sicily; according to Bonardi et al. (1980) this sedimentary sequence is placed between the tectonical units, belonging to the crystalline basement, and the Argille Varicolori, and its age ranges from Upper Aquitanian to Langhian. The FmSCO is distinguishable into a continental conglomerate-arenaceous lower member and a marine pelitic-arenaceous upper member, which is intensely bioturbated (Dominici and Sonnino, 2009; Dominici et al., 2001; Caruso et al., 2010; 2011).

In Agnana Calabra these two members are separated by a chaotic breccia layer, ranging from 1.20 m up to 7 m in thickness; it marks the passage between the continental facies and the bluntly marine one. In the Vallone Luria nearby Agnana Calabra village, the sedimentary succession (Fig. 2) starts from bioturbated sandstones in which *Ophiomorpha nodosa* is the only recognized ichnospecies; these sandstones are alternated with continental lignite layers, centimeter to decimeter (up to 80 cm) in thickness; an high ichnodensity of

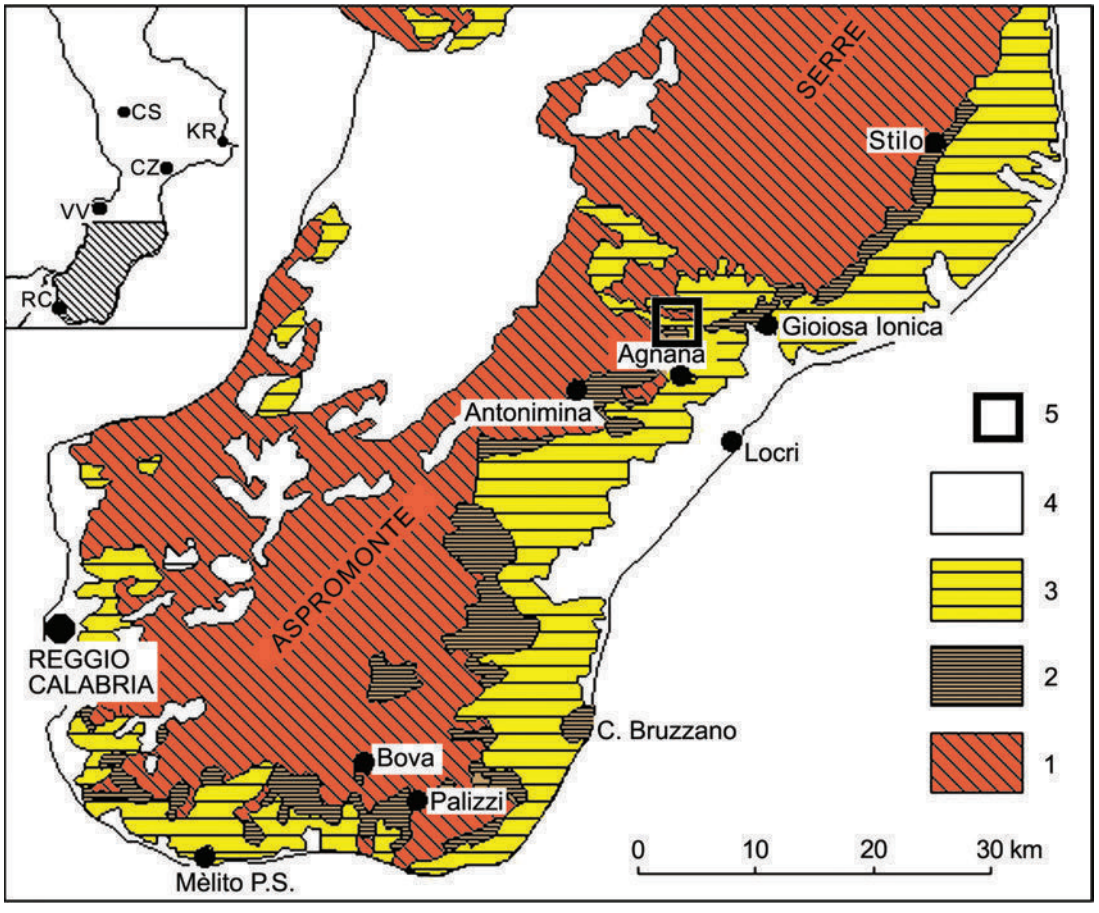


Fig. 1 - Geological schetch map of Southern Calabria and location of the study area.

Thalassinoides isp. burrows marks these lignite layers. Towards the top, shallow marine deposits start, consisting of a body sandstone, 2 m thick, intensely bioturbated with *Ophiomorpha nodosa* and *Thalassinoides* isp., up to 10 cm in diameter (Fig. 3a); these ichnofossils are preserved both in cross-section and in positive "false hypichnia" (sensu Monaco andCaracuel, 2007) with three-dimensional interlace net.

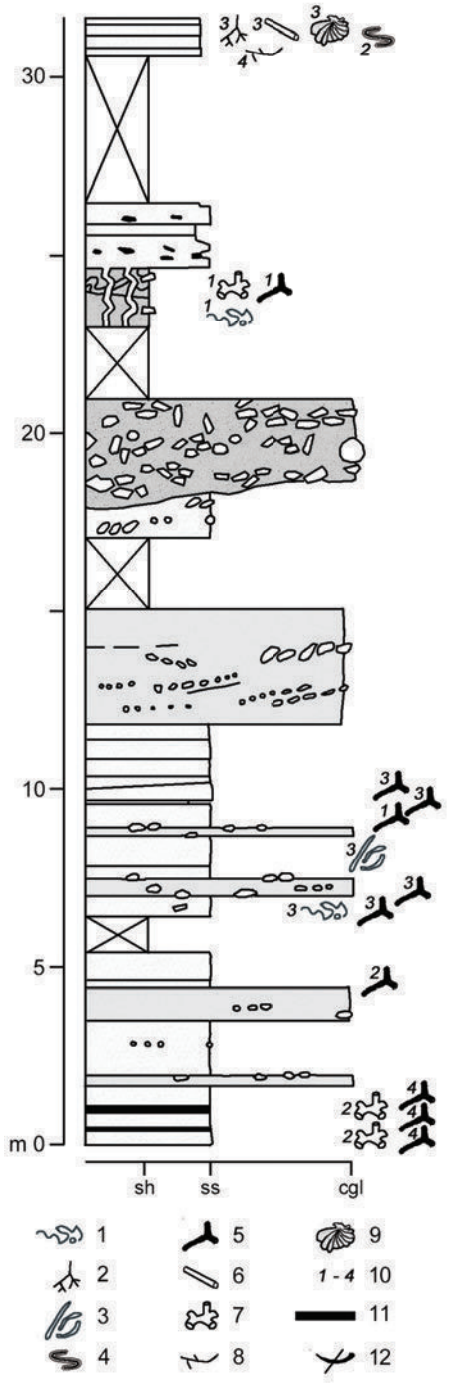


Fig. 2 - Stratigraphical section of Vallone Luria, Agnana Calabra. 1 = indistinct bioturbation: 2 = *Chondrites* isp.; 3 = *Macaronichnus* cf. *segregatis*; 4 = *Nereites irregularis*; 5 = *Ophiomorpha*; 6 = *Planolites* isp.; 7 = *Thalassinoides* isp.; 8 = *Trichichnus* isp.; *Zoophycos* isp.; 10 = ichnodensity (1 = rare; 2 = present; 3 = frequent; 4 = abundant); 11 = coal; 12 = bioclasts.

Thalassinoides burrows, inside the lignite layers, are passively filled by arenite, while *Ophiomorpha* burrows, in the sandstone bed, are lined by a coal wall (Fig. 3a). In both lithologies, burrows have elliptical cross-section shape, probably due to sediment compaction. Trace-makers could be crabs or lobsters, which reached the base of the marine sandstone event bed, in search of organic material buried in the swamp deposits. Similar suites of *Thalassinoides* isp. and *Ophiomorpha nodosa* have been discovered in comparable lithofacies (Upper Cretaceous Ferron Sandstone, Muddy Creek Canyon, Utah), interpreted by Hasiotis (2011) as delta front shoreface deposits capping coastal plain swamp deposits. This poor ichnoassemblage may belong to the *Teredolites/Skolithos Ichnofacies*.

Upwards, ichnoassemblages and deposits evolve toward beach deposits, about 7 m thick, constituted by several layers in which imbricate pebbles are frequent, and arenites, showing oblique lamination. The last one are moderately bioturbated; *Thalassinoides* isp., *Macaronichnus* cf. *segregatis* (Fig. 3b) and *Ophiomorpha* isp. (Fig. 3c) are the only ichnotaxa recognizable. According to Kotake (2007), this ichnofossil might suggest shoreface deposits. Furthermore, *M. segregatis* was reported both in shallow marine sandy sediments, affected by high hydrodynamic energy, in tropical environments, and also in medium-high latitude intertidal deposits (especially in present-day environments). Probably, his presence is linked to seasonal upwelling of food rich cold waters. So, *M. segregatis* may be a good palaeoclimatic indicator (Quiroz et al., 2010).

The sedimentary succession continues with conglomerates, of about 3 m in thickness, and very coarse sandstones, 2 m thick, not bioturbated, containing thin layers of oriented pebbles. These deposits are followed by breccia deposits, that here (in the Vallone Luria succession) reach about 2.40 m in thickness; breccias are followed by pelitic-arenaceous chaotic deposits (mud flow and debris flow) containing decimeter angular lithic fragments of phyllite and some injection dickes; these deposits and are bioturbated with *Thalassinoides* cf. *suevicus* and *Ophiomorpha* isp. (Fig. 3d).

These last deposits may be interpreted as a phase of tectonic instability.

On the top, and suddenly, the sedimentary succession evolves toward bluntly marine deposits, constituted by interbedded pelitic-arenaceous deposits; they are rich in trace fossils (high ichnodensity), even if the ichnodiversity is relatively low. The main recognizable ichnotaxa are: *Ophiomorpha* isp. (Fig. 3e, 3i), *Nereites irregularis* (Fig. 3f), *Zoophycos* isp. (Fig. 3g), *Trichichnus* isp. (Fig. 3h), *Chondrites* isp., *Planolites* isp. Physical features and ichnoassemblage suggest a deposition below wave base, in stable conditions and in proximal shelf environment (Dominici and Sonnino, 2009; Caruso et al., 2010; 2011).

The sedimentary sequence of Agnana ends with thin facies, predominantly bioturbated shales.

So, the Vallone Luria deposits may represent a swamp-coast-basin paleoenvironment, formed as a result of a

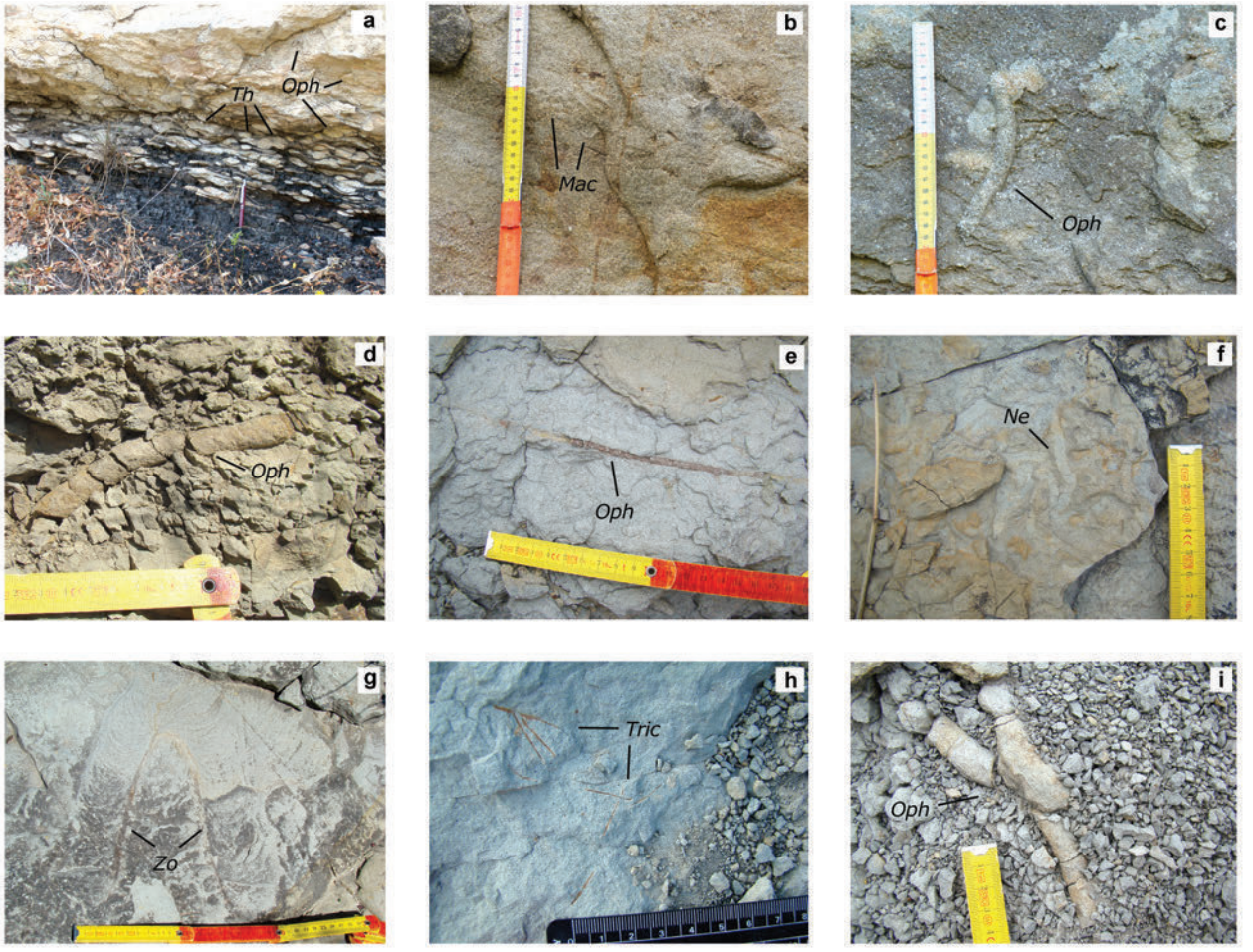


Fig. 3 - Main ichnofossils discovered in Vallone Luria. a) Th = *Thalassinoides* isp., Oph = *Ophiomorpha nodosa* ; b) Mac = *Macaronichnus* cf. *segregatis*; c-d-e-i) Oph = *Ophiomorpha* isp.; f) Ne = *Nereites irregularis*; g) Zo = *Zoophycos* isp.; h) Tric = *Trichichnus* isp.

rapid transgression, probably induced by tectonics.

Thus the sedimentary and ichnological features evidence rapid and significant drowning of the study area during the Oligo-Miocene age.

REFERENCES

Bonardi G., Giunta G., Perrone V., Russo M., Zuppetta A., Ciampo G. 1980. Osservazioni sull'evoluzione dell'arco calabro-peloritano nel Miocene inferiore: la Formazione di Stilo-Capo d'Orlando. Bollettino della Società Geologica Italiana: 99, 365-393.

Caruso C., D'Alessandro A., Leszczyński S., Sonnino M. 2010. Facies of Stilo-Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy), inferred from sedimentological and ichnological investigations: preliminary interpretations. Atti Convegno GeoSed 2010, Torino, Volume dei riassunti, 16.

Caruso C., Dominici R., Sonnino M. 2011. Relazioni tra sedimentologia e icnologia nella Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Agnana Calabra (Calabria ionica meridionale). Rendiconti Online Società Geologica Italiana: 17, 33.

Dominici R., Sonnino M. 2009. The Stilo - Capo d'Orlando Formation (Miocene, Southern Italy). 27th Meeting IAS, Abstracts Volume, 500.

Dominici R., Sonnino M., Veltri M. 2001. Depositi di piattaforma nella Formazione di Stilo-Capo d'Orlando (Oligo-Miocene) nell'area di Agnana Calabra (Locride, Calabria ionica). GeoSed 2001, Atti Riunione Gruppo Informale Sedimentologia CNR, 47-48.

Hasiotis S. 2011. Thalassinoides. http://web.ku.edu/~hasiotis/tfimages/tfimages/thalassinoides/033.html

Kotake N. 2007. *Macaronichnus* isp. associated with *Piscichnus waitemata* in the Miocene of Yonaguni-jima Island, Southwest Japan. In: Trace Fossils, concepts, problems, prospects. In: Miller W. III(Ed.), Elsevier: 492-501.

Monaco P., Caracuel J.E. 2007. Il valore stratinomico delle tracce fossili negli strato-evento (event bed) del registro geologico: esempi significativi da Italia e Spagna. Studi e Ricerche - Associazione Amici del Museo - Museo Civico "G. Zannato", Montecchio Maggiore (Vicenza), 14, 43-60.

Quiroz L.I., Buatois L.A., M. Mángano G., Jaramillo C.A., Santiago N. 2010. Is the trace fossil *Macaronichnus* an indicator of temperate to cold waters? Exploring the paradox of its occurrence in tropical coasts. Geology: 38, 651-654.

Continental to marine deposits of the Stilo - Capo d'Orlando Formation (Oligo-Miocene) in the area of Agnana Calabra (southern ionian Calabria, Italy); inferred from sedimentological and ichnological data

Claudia CARUSO, Giuseppe CIANFLONE, Rocco DOMINICI, Maurizio SONNINO & Massimo VELTRI

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST)
Università degli Studi della Calabria, Arcavacata di Rende (CS) - Italy

The Stilo - Capo d'Orlando Formation (FmSCO) crops out along a narrow zone extending from the central Ionian Calabria (Fig. 1) up to the Peloritanian Mounts in Sicily; according to Bonardi et al. (1980) this sedimentary sequence is placed between the tectonical units, belonging to the crystalline basement, and the Argille Varicolori, and its age ranges from Upper Aquitanian to Langhian. The FmSCO is distinguishable into a continental conglomerate-arenaceous lower member and a marine pelitic-arenaceous upper member, which is intensely bioturbated (Dominici & Sonnino, 2009; Dominici et al., 2001; Caruso et al., 2010; 2011).

In Agnana Calabra these two members are separated by a chaotic breccia layer, ranging from 1,20 m up to 7 m in thickness; it marks the passage between the continental facies and the bluntly marine one. In the Vallone Luria nearby Agnana Calabra village, the sedimentary succession (Fig. 2) starts from bioturbated sandstones in which *Ophiomorpha nodosa* is the only recognized ichnospecies; these sandstones are alternated with continental lignite layers, centimeter to decimeter (up to 80 cm) in thickness; an high ichnodensity of *Thalassinoides* isp. burrows marks these lignite layers. Towards the top, shallow marine deposits start, consisting of a body sandstone, 2 m thick, intensely bioturbated with *Ophiomorpha nodosa* and *Thalassinoides* isp., up to 10 cm in diameter (Fig. 3a); these ichnofossils are preserved both in crosssection and in positive "false hypichnia" (sensu Monaco & Caracuel, 2007) with three-dimensional interlace net. *Thalassinoides* burrows, inside the lignite layers, are passively filled by arenite, while *Ophiomorpha* burrows, in the sandstone bed, are lined by a coal wall (Fig. 3a). In both lithologies, burrows have elliptical cross-section shape, probably due to sediment compaction.

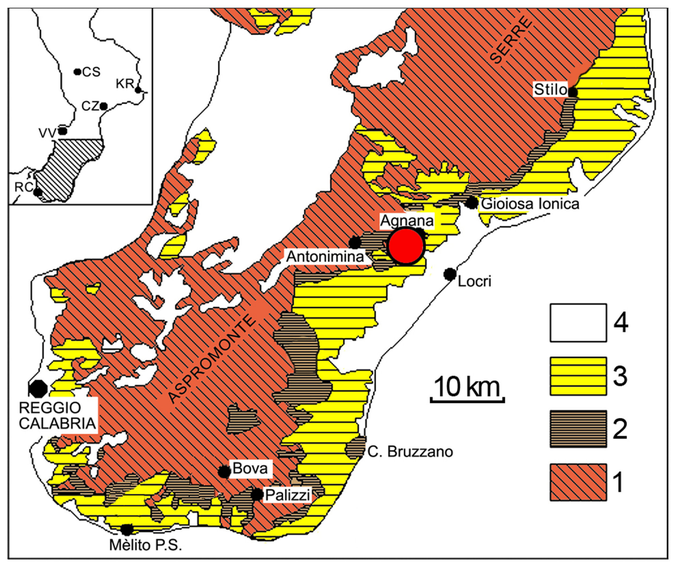


Fig. 1 - Geological schetch map of the southern Calabria
1: Basament and sedimentary covers;
2: FmSCO (Oligo-Miocene);
3: Miocene - Pliocene;
4: Quaternary.

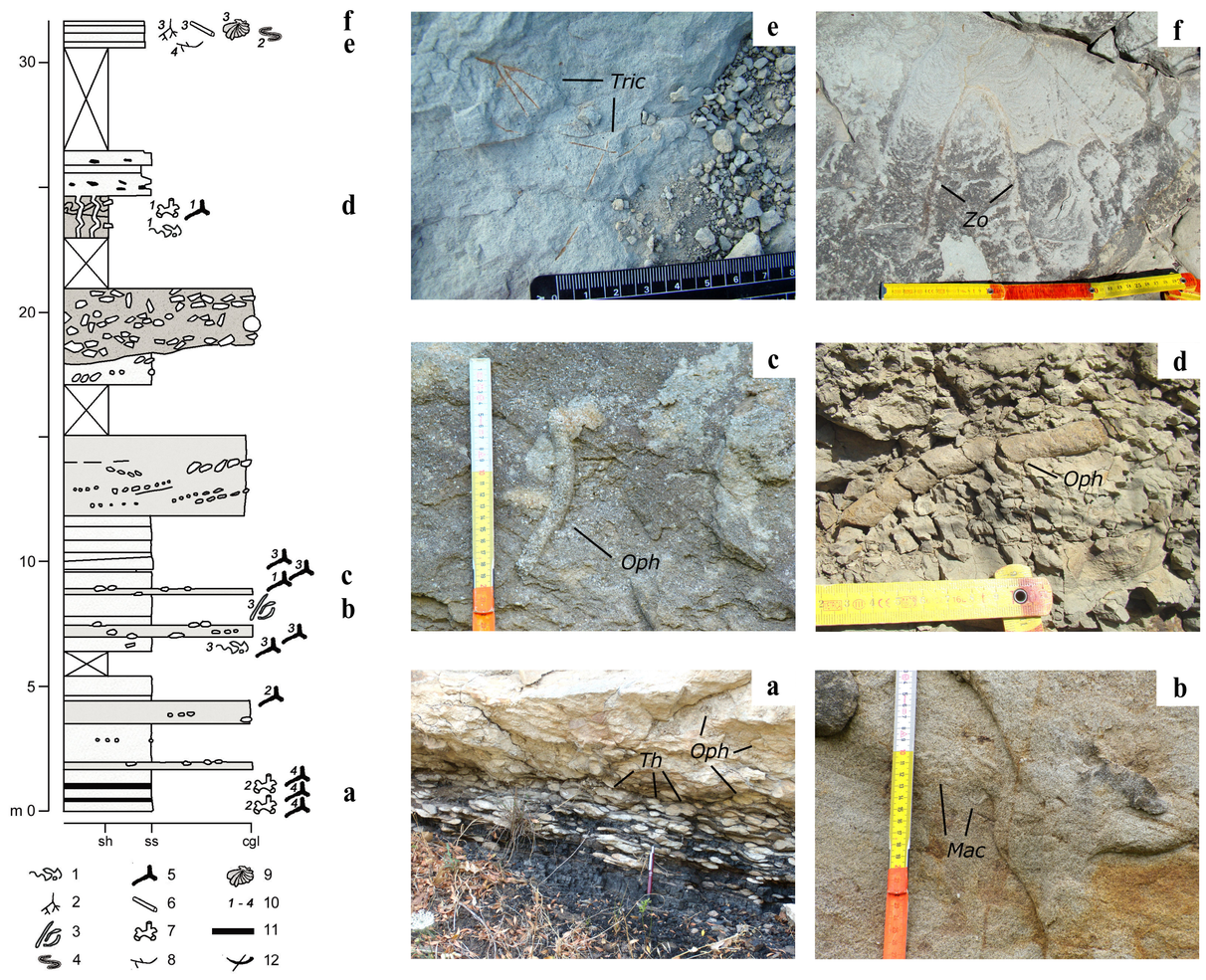


Fig. 2 - Stratigraphic section of Vallone Luria, Agnana Calabra and ichnofauna.
1 = indistinct bioturbation: 2 = *Chondrites* isp.; 3 = *Macaronichnus segregatis;* 4 = *Nereites irregularis*; 5 = *Ophiomorpha*; 6 = *Planolites* isp.; 7 = *Thalassinoides* isp.; 8 = *Trichichnus* isp.; *Zoophycos* isp.; 10 = ichnodensity (1 = rare; 2 = present; 3 = frequent; 4 = abundant); 11 = coal; 12 = bioclasts.
a. *Thalassinoides* isp. and *Ophiomorpha nodosa*; b. *Macaronichnus segregatis*; c-d. *Ophiomorpha* isp.; e. *Trichichnus* isp.; f. *Zoophycos* isp.

La Formazione di Stilo - Capo d'Orlando (FmSCO), che si estende dalla Calabria centrale ionica sino ai Monti Peloritani in Sicilia, è stata definita da Bonardi et al. (1980) come la successione sedimentaria compresa tra le unità tettoniche del basamento cristallino e le Argille Varicolori, di età Aquitaniano-Langhiano. La FmSCO è divisibile in un membro inferiore conglomeratico-arenaceo, di ambiente continentale, ed un membro superiore pelitico-arenaceo intensamente bioturbato, di ambiente marino (Dominici & Sonnino, 2009; Caruso et al., 2010; 2011).
Ad Agnana Calabra (RC) i due membri della FmSCO sono separati da un livello di brecce caotiche di potenza variabile da 7 m a 1,20 m che segna il passaggio tra le facies continentali e quelle schiettamente marine. Nel Vallone Luria la successione sedimentaria (Fig. 2) inizia con arenarie bioturbate ad *Ophiomorpha nodosa*, alternate a livelli continentali da centimetrici a decimetrici (fino a 80 cm) di lignite, intensamente bioturbati a *Thalassinoides* isp. Superiormente si instaurano depositi di mare basso, rappresentati da un corpo arenitico potente circa 2 m, intensamente bioturbato ad *Ophiomorpha nodosa* e a *Thalassinoides* isp. (Fig. 2a); gli icnofossili sono osservabili sia in sezione trasversale, sia in iporilievo convesso alla base dell'intervallo arenitico. Le tracce fossili (probabilmente tane di gamberi) sono passivamente riempite da arenite negli intervalli lignitici, mentre nell'intervallo arenitico è possibile distinguere le tane, riempite dalla stessa arenite, poiché mostrano una parete composta da lignite (Fig. 2a). In entrambe le litologie, le tane hanno forma ellittica, dovuta alla compattazione dei sedimenti. Si può quindi supporre che i crostacei si cibassero del materiale organico seppellito in depositi paludosi. Queste forme di *Thalassinoides* isp. associate ad *Ophiomorpha nodosa* sono state rinvenute in litofacies simili (Upper Cretaceous Ferron Sandstone, Muddy Creek Canyon, Utah), interpretate da Hasiotis (2011) come depositi di fronte deltizio che ricoprono depositi di palude di piana costiera. L'icnoassociazione, seppur povera, è riferibile alla *Teredolites/Skolithos* Ichnofacies. I depositi e le icnoassociazioni evolvono verso l'alto a depositi di spiaggia sommersa (potenti circa 7 m), con livelli a ciottoli embriciati e areniti a laminazione obliqua contenenti (in ordine di comparsa) *Thalassinoides* isp., *Macaronichnus segregatis* (Fig. 2b) ed *Ophiomorpha* isp. (Fig. 2c). La presenza di *Macaronichnus* cf. *segregatis* potrebbe suggerire un ambiente *shoreface* (Kotake, 2007). In letteratura, *M. segregatis* è stato segnalato in sedimenti sabbiosi di mare basso, in ambienti tropicali ad alta energia; la sua presenza è però stata riscontrata abbondantemente (anche nel corrispettivo attuale) in depositi intertidali delle medie-alte latitudini. Probabilmente la sua presenza è legata all'*upwelling* stagionale di acque fredde ricche in nutrienti. *Macaronichnus* rappresenta quindi un indicatore paleoclimatico e paleoceanografico (Quiroz et al., 2010).
La successione sedimentaria prosegue con circa 3 m di conglomerati, seguiti da 2 m di arenarie grossolane, non bioturbate, con sottili livelli di ciottoli isorientati appiattiti. Seguono depositi di brecce, che nella successione di Vallone Luria sono potenti 2,40 m; essi sono seguiti da depositi caotici pelitico-arenitici (*mud flow e debris flow*) bioturbati a *Thalassinoides* cf. *suevicus* ed *Ophiomorpha* isp. (Fig. 2d); i depositi caotici sono tagliati da filoni sedimentari a riempimento arenitico. Questi ultimi intervalli possono essere interpretati come un momento di instabilità tettonica. Superiormente ed istantaneamente la successione evolve a depositi schiettamente marini costituiti da un'alternanza arenaceo-pelitica, ad alta icnodensità di tracce fossili ma relativamente bassa icnodiversità rappresentata da *Ophiomorpha* isp., *Nereites irregularis*, *Trichichnus* isp. (Fig. 2e), *Zoophycos* isp. (Fig. 2f), *Chondrites* isp., *Planolites* isp. L'icnoassociazione suggerisce una deposizione al di sotto dell'influenza delle onde, in ambiente stabile e relativamente poco profondo (Dominici & Sonnino, 2009; Caruso et al., 2010; 2011). Verso il top la successione evolve verso facies fini, essenzialmente pelitiche.
I depositi di Vallone Luria, presso Agnana Calabra, possono rappresentare un paleoambiente di palude-costa-bacino, costituitosi a seguito di una rapida trasgressione.

Trace-makers could be crabs or lobsters, which reached the base of the marine sandstone event bed, in search of organic material buried in the swamp deposits. Similar suites of *Thalassinoides* isp. and *Ophiomorpha nodosa* have been discovered in comparable lithofacies (Upper Cretaceous Ferron Sandstone, Muddy Creek Canyon, Utah), interpreted by Hasiotis (2011) as delta front shoreface deposits capping coastal plain swamp deposits. This poor ichnoassemblage may belong to the *Teredolites/Skolithos* Ichnofacies.
Upwards, ichnoassemblages and deposits evolve toward beach deposits, about 7 m thick, constituted by several layers in which imbricate pebbles are frequent, and arenites, showing oblique lamination. The last one are moderately bioturbated; *Thalassinoides* isp., *Macaronichnus* cf. segregatis (Fig. 3b) and *Ophiomorpha* isp. (Fig. 3c) are the only ichnotaxa recognizable. According to Kotake (2007), this ichnofossil might suggest shoreface deposits. Furthermore, *M. segregatis* was reported both in shallow marine sandy sediments, affected by high hydrodynamic energy, in tropical environments, and also in medium-high latitude intertidal deposits (especially in present-day environments). Probably, his presence is linked to seasonal upwelling of food rich cold waters. So, M. segregatis may be a good palaeoclimatic indicator (Quiroz et al., 2010).
The sedimentary succession continues with conglomerates, of about 3 m in thickness, and very coarse sandstones, 2 m thick, not bioturbated, containing thin layers of oriented pebbles. These deposits are followed by breccia deposits, that here (in the Vallone Luria succession) reach about 2,40 m in thickness; breccias are followed by pelitic-arenaceous chaotic deposits (mud flow and debris flow) containing decimeter angular lithic fragments of phyllite and some injection dickes; these deposits are bioturbated with *Thalassinoides* cf. *suevicus* and *Ophiomorpha* isp. (Fig. 2d).
These last deposits may be interpreted as a phase of tectonic instability.

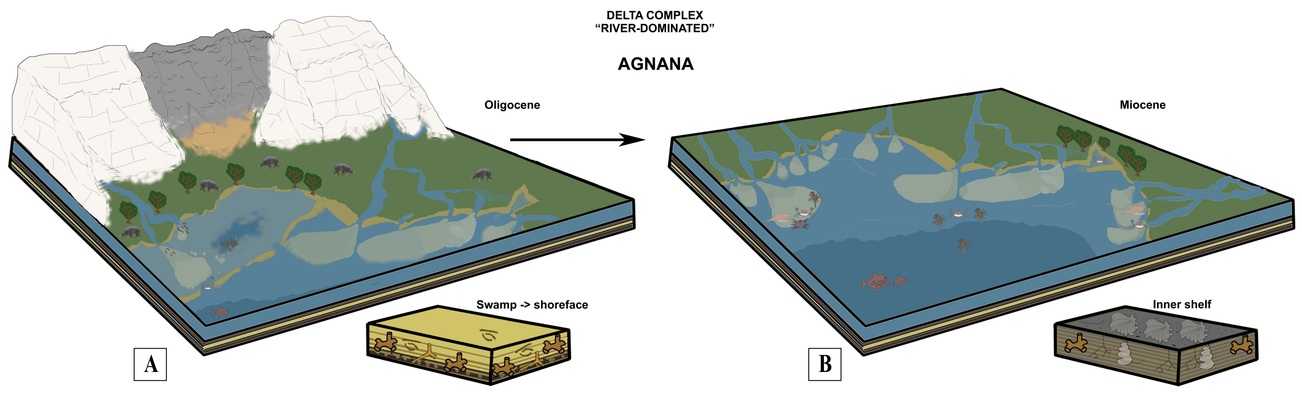


Fig. 3 - Palaeoenvironment reconstruction of the Agnana area during the Oligocene (A) and the Miocene (B).

On the top, and suddenly, the sedimentary succession evolves toward bluntly marine deposits, constituted by interbedded pelitic-arenaceous deposits; they are rich in trace fossils (high ichnodensity), even if the ichnodiversity is relatively low. The main recognizable ichnotaxa are: *Ophiomorpha* isp., *Nereites irregularis*, *Trichichnus* isp. (Fig. 3e), *Zoophycos* isp. (Fig. 3f) *Chondrites* isp., *Planolites* isp. Physical features and ichnoassemblage suggest a deposition below wave base, in stable conditions and in proximal shelf environment (Dominici & Sonnino, 2009; Caruso et al., 2010; 2011).
The sedimentary sequence of Agnana ends with thin facies, predominantly bioturbated shales.
So, the Vallone Luria deposits may represent a swamp-coast-basin paleoenvironment (Fig. 3), formed as a result of a rapid transgression, probably induced by tectonics. Thus the sedimentary and ichnological features evidence rapid and significant drowning of the study area during the Oligo-Miocene age.

REFERENCES

Bonardi G., Giunta G., Perrone V., Russo M., Zuppetta A., Ciampo G. 1980. Boll. Soc. Geol. It.: 99, 365-393.
Caruso C., D'Alessandro A., Leszczynski S., Sonnino M. 2010. Atti Convegno GeoSed 2010, Torino, Vol. riass. 16.
Caruso C., Dominici R., Sonnino M. 2011. Rend. On. Soc. Geol. It.: 17, 33.
Dominici R., Sonnino M. 2009. 27th Meeting IAS, Abs., Book 500.
Dominici R., Sonnino M, Veltri M. 2001. GeoSed 2001, Atti Riun. Gr. Inf. Sedim. CNR, 47-48.
Hasiotis S. (2011) - http://web.ku.edu/~hasiotis/tfimages/tfimages/thalassinoides/033.html
Kotake N. 2007. In: Trace Fossils, concepts, problems, prospects (ed. W. Miller, III). Elsevier: 492-501.
Monaco P, Caracuel J.E. 2007. Museo Civico "G. Zannato", Montecchio Maggiore (Vicenza), 14 , 43-60.
Quiroz L.I., Buatois L.A., M. Mangano G., Jaramillo C.A., Santiago N. 2010. Geology: 38, 651-654.

ACKNOWLEDGEMENTS

The autor C. Caruso wishes to thank ENI for sponsoring her attendance to the GeoSed Congress.