



Con il patrocinio di:



DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE DELLA TERRA  
**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA



# SCUOLA **ESTIVA** DI GEOMORFOLOGIA, ECOLOGIA E **BIOLOGIA** IN AMBIENTE MARINO E INSULARE **TERZA EDIZIONE**

**PONZA 20-23.09.2022**

Sala Comunale

# Riconoscimento e analisi quantitativa dei foraminiferi bentonici

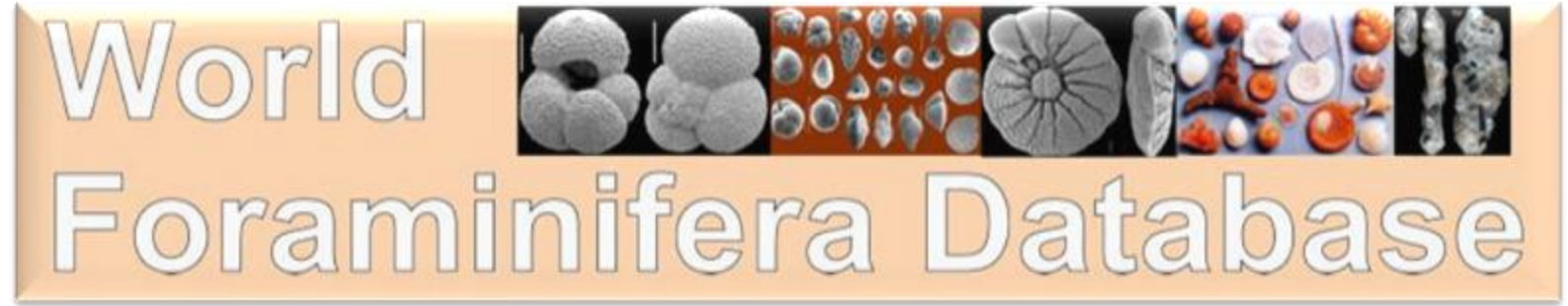
d.ssa Luisa Bergamin (ISPRA)

prof.ssa Letizia Di Bella (Sapienza, Università di Roma)



- **Regno** Chromista
- **Phylum** Foraminifera

# SISTEMATICA

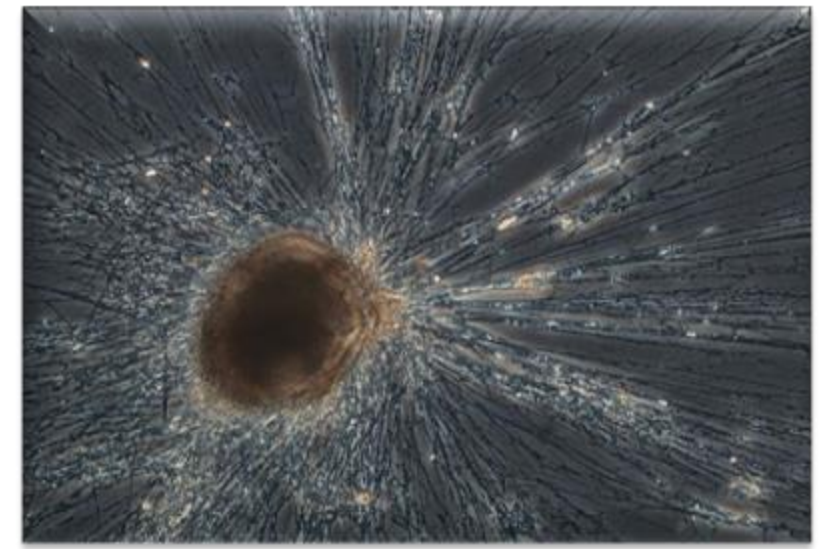


**I FORAMINIFERI** contano circa 9000 specie viventi e più di 40.000 specie fossili.

Sono organismi sia **plantonici** che **bentonici** e sono

- **unicellulari**, costituiti da una sola cellula che svolge tutte le funzioni vitali
- **eucarioti**, la loro cellula è provvista di nucleo
- **eterotrofi**, assumono sostanze nutritive dai tessuti animali o vegetali di cui si nutrono
- dotati di **pseudopodi** = filamenti di citoplasma cellulare che usano per spostarsi, attaccarsi al substrato e nutrirsi.

Vivono in tutti gli ambienti da quelli transizione (grotte marine, paludi, lagune, estuari) e marini (da costieri ad abissali).



## CRITERI PER LA CLASSIFICAZIONE: TIPO DI GUSCIO

La maggior parte di essi è provvista di un guscio mineralizzato che protegge la cellula e che si può conservare nel sedimento dopo la morte dell'organismo

### Guscio agglutinato



© Luisa Bergamin

Viene costruito dall'organismo raccogliendo i granuli di sabbia dall'ambiente in cui vive e cementandoli con una sostanza da lui stesso prodotta

### Guscio calcareo imperforato (porcellanaceo)



© Luisa Bergamin

Viene costruito dall'organismo secernendo un guscio di calcite spesso, opaco e privo di pori

### Guscio calcareo perforato (vitroialino)

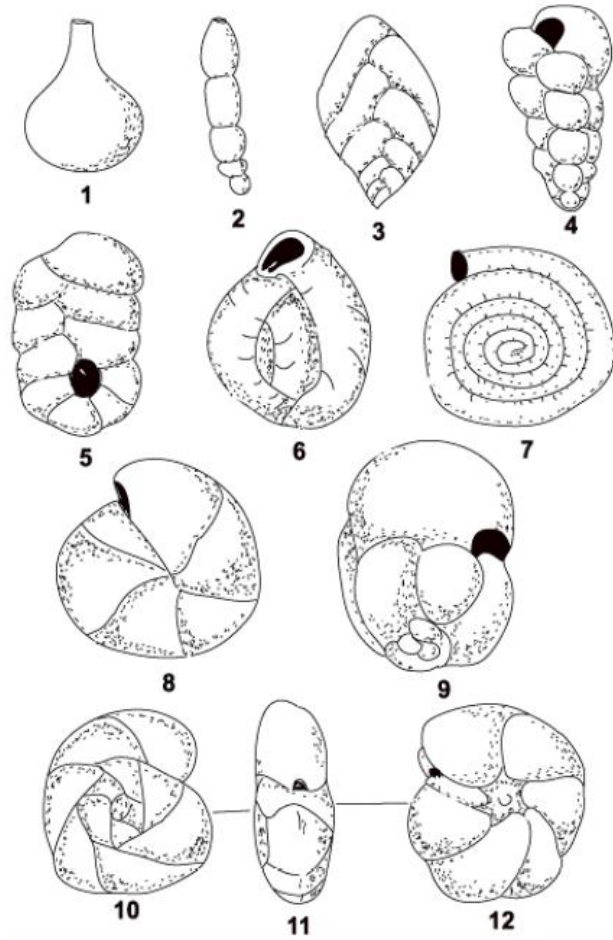


© Luisa Bergamin

Viene costruito dall'organismo secernendo un guscio di calcite trasparente e dotato di pori



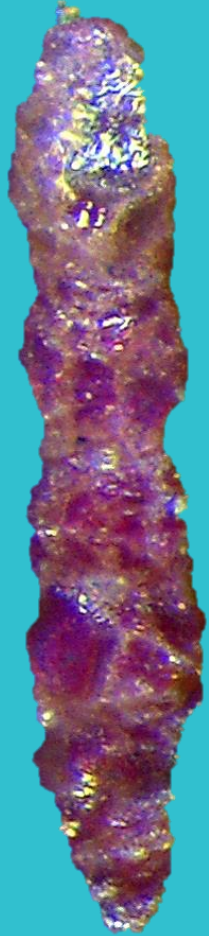
# CRITERI PER LA CLASSIFICAZIONE: TIPO DI AVVOLGIMENTO



Il guscio dei foraminiferi è costituito da una o più camere. In quelli con più camere, man mano che la cellula cresce di dimensioni l'organismo costruisce una nuova camera. La disposizione delle camere è uno dei principali criteri per la classificazione. In alcuni casi il tipo di avvolgimento cambia con l'ontogenesi

1. Guscio monoloculare
2. Guscio uniseriato – camere disposte una sopra l'altra su una linea più o meno retta
3. Guscio biseriato – camere disposte su un piano, a  $180^\circ$
4. Guscio triseriato – camere disposte su un'elica, a  $120^\circ$
5. Guscio da planispirale a biseriato
6. Guscio milioliforme – camere disposte a gomitolo disposte con angoli variabili (da  $180^\circ$  a  $72^\circ$ )
7. Guscio planispirale evoluto – i due lati sono uguali e si possono vedere i giri precedenti
8. Guscio planispirale involuto – i due lati sono uguali e non si possono vedere i giri precedenti
9. Guscio streptospirale – le ultime camere della spira ricoprono le precedenti
10. 11. 12. Guscio trocospirale – i due lati (dorsale e ventrale) sono diversi e la veduta laterale non è simmetrica

## I PIU' COMUNI TAXA AGGLUTINANTI



*Reophax dentaliniformis*  
Uniseriato

*Textularia bocki*  
Biseriato



*Eggerelloides advenus*  
Triseriato

<https://depts.washington.edu/forams/>

*Trochammina inflata*  
Trocospirale



Lato ventrale

Lato dorsale

## I PIU' COMUNI TAXA PORCELLANACEI

Possono presentare avvolgimento planispirale o miliolino



*Peneroplis planatus*  
Planispirale



*Quinqueloculina stelligera*  
Miliolino, 5  
camere per giro



*Triloculina trigonula*  
Miliolino, 3 camere per giro



*Pyrgo elongata*  
Miliolino, 2 camere per giro

[www.foraminifera.eu](http://www.foraminifera.eu)

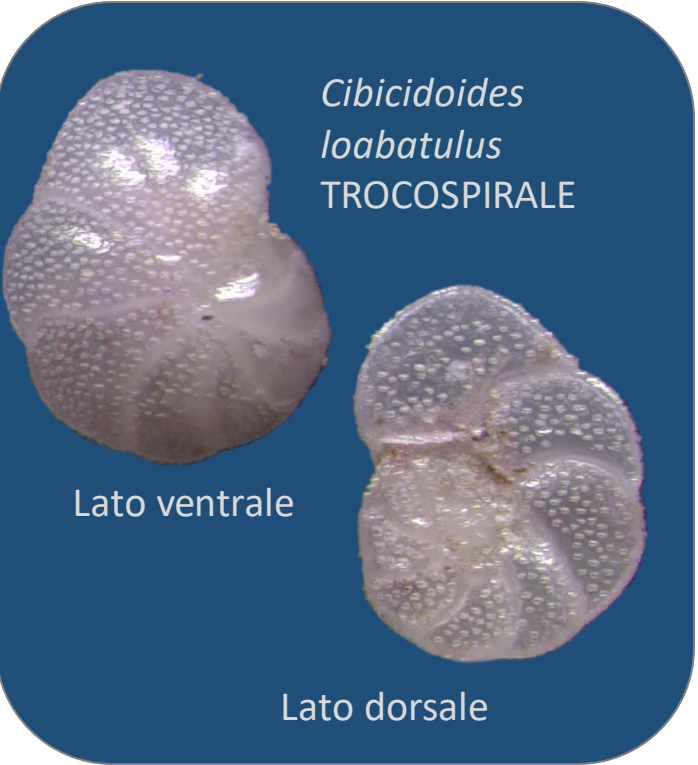


# I PIU' COMUNI TAXA VITROIALINI (1/2)



*Spirillina vivipara*  
PLANISPIRALE  
EVOLUTO  
2 lati uguali, si vedono tutti i giri

*Elphidium crispum*  
PLANISPIRALE  
INVOLUTO  
2 lati uguali, si vede solo l'ultimo giro




*Cibicidoides loabatulus*  
TROCOSPIRALE


Lato ventrale

Lato dorsale

*Gavelinopsis praegeri*  
TROCOSPIRALE




Lato ventrale




Lato dorsale

*Rosalina bradyi* TROCOSPIRALE



Lato ventrale



Lato dorsale



# I PIU' COMUNI TAXA VITROIALINI (2/2)



# L'ANALISI QUANTITATIVA

Per uno studio con finalità ambientali è necessaria un'analisi di tipo quantitativo, basata su un numero di individuo rappresentativo dal punto di vista statistico. I campioni vengono setacciati sotto acqua corrente usando 1 setaccio o 2 setacci sovrapposti, con maglia 63  $\mu\text{m}$  e 125  $\mu\text{m}$  e asciugati in stufa. Dopo un esame preliminare, se necessario, il residuo secco viene suddiviso in subcampioni tramite microsplitter.

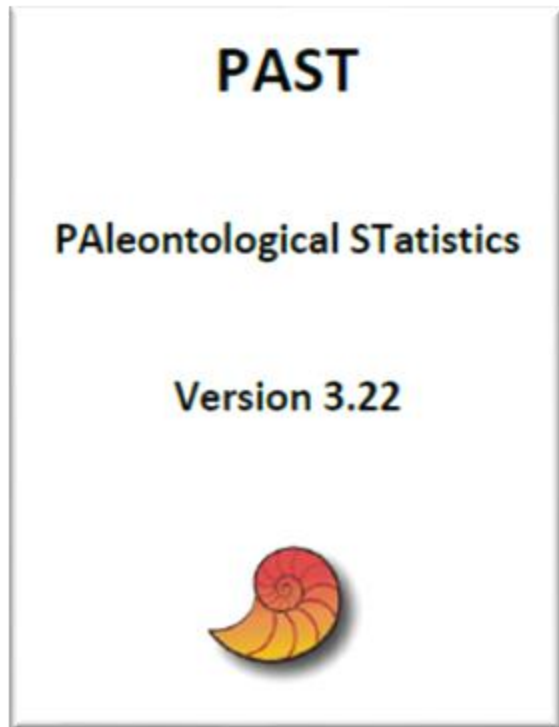


Il residuo è analizzato allo stereomicroscopio contando e classificando tutti gli individui presenti nel campione o nel subcampione, compresi anche quelli con guscio deformato. I conteggi vengono inseriti in una tabella con l'abbondanza di tutte le specie riconosciute in ciascun campione.

	(0-3)	(3-6)	(6-9)	(9-12)	(12-15)	(15-18)	(18-21)	(21-24)	(24-27)	(27-30)	(36-39)	(45-48)	(54-57)	(63-66)	(72-75)	(81-84)	(90-93)	(99-102)	(111-114)	(123-126)
<i>Adelosina carinata striata</i>	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	0	1	1	2
<i>Adelosina pulchella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Affinetrina planciana</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1
<i>Anmonia beccarii</i>	4	14	0	0	1	0	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5	0
<i>Anmonia parkinsoniana</i>	9	7	13	38	9	21	2	0	1	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Anmonia tepida</i>	25	18	18	14	20	13	2	2	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Angulogerina angulosa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Articulina carinata</i>	0	2	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Asterigerinata mamilla</i>	3	9	2	10	2	2	6	4	2	0	7	6	9	0	0	0	0	20	12	19
<i>Astrononion stelligerum</i>	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	1
<i>Aubignyna perlucida</i>	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina aenariensis</i>	9	15	10	17	15	11	9	10	11	0	21	13	9	3	2	0	1	0	14	0
<i>Bolivina alata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina dilatata</i>	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Bolivina earlandi</i>	23	39	18	49	37	31	33	23	23	15	17	11	18	0	0	0	0	13	11	13
<i>Bolivina pseudoplicata</i>	14	15	15	22	13	15	16	5	11	2	6	0	2	2	1	0	1	4	7	5
<i>Bolivina spathulata</i>	7	1	0	2	3	7	3	3	7	4	0	1	5	0	2	0	1	5	8	2
<i>Bolivina subspecies</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Buccella granulata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bulimina elongata</i>	16	19	14	15	8	7	4	3	7	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bulimina marginata</i>	23	12	7	31	13	9	8	3	8	10	1	4	3	0	0	0	0	0	2	0
<i>Cassidulina carinata</i>	2	1	9	14	4	3	0	1	5	2	2	0	0	4	0	0	0	3	0	2
<i>Cassidulina crassa</i>	3	0	3	1	1	0	0	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0
<i>Cibicides pseudoungerianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Conorbella erecta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Conorbella patelliformis</i>	4	1	0	0	7	1	5	1	0	3	3	0	3	0	0	0	0	0	3	2
<i>Cornuspira involvens</i>	14	15	17	6	16	14	25	42	8	19	10	1	19	3	2	0	1	9	1	8
<i>Cycloforina contorta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cycloforina tenuicollis</i>	0	5	1	0	1	0	3	3	3	0	6	0	1	0	0	0	0	12	0	0
<i>Cymbaloporetta sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eggerelloides scaber</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium aculeatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium advenum</i>	4	7	3	25	6	2	13	1	7	5	7	3	13	0	0	0	1	6	2	6
<i>Elphidium complanatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	1
<i>Elphidium crispum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Elphidium decipiens</i>	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium excavatum</i>	6	10	1	0	5	0	0	4	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium granosum</i>	10	12	2	4	7	6	6	5	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	5
<i>Elphidium incertum</i>	2	9	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1
<i>Elphidium jenseni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium macellum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elphidium pulvereum</i>	1	11	8	11	1	1	3	2	5	2	0	1	3	0	4	0	0	5	4	1
<i>Elphidium translucens</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Epistominella vitrea</i>	0	0	0	0	5	5	0	2	5	6	1	0	0	0	0	0	0	3	15	3
<i>Fissurina apiculata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina lucida</i>	7	4	7	8	1	7	5	5	3	7	0	0	4	0	0	0	0	8	7	0
<i>Fissurina orbienvana</i>	3	3	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

# L'ELABORAZIONE DEI DATI

Il programma PAST è un programma free studiato nello specifico per dati paleontologici, che consente analisi statistica univariata e multivariata dei dati e calcolo di numerosi indici di diversità



Screenshot of the PAST software interface showing a data table and an 'Alpha diversity indices' window.

**Alpha diversity indices window:**

	0-2	Lower	Upper	2-4	Lower	Upper	4-6	Lower	Upper	6-8	Lower	Upper
Taxa_S	32	29	32	35	29	33	41	35	39	42	36	39
Individuals	86	86	86	82	82	82	82	82	82	84	84	84
Dominance_D	0.08214	0.04012	0.06502	0.09683	0.04048	0.06538	0.07622	0.0304	0.0516	0.09511	0.03496	0.05711
Simpson_1-D	0.9179	0.935	0.9599	0.9032	0.9346	0.9595	0.9238	0.9484	0.9696	0.9049	0.9429	0.965
Shannon_H	2.904	2.59	2.827	2.746	2.486	2.729	3.035	2.688	2.918	2.875	2.73	2.951
Evenness_e^H/S	0.5702	0.4424	0.5447	0.4454	0.399	0.4855	0.5072	0.4085	0.4955	0.4221	0.4191	0.5097
Brillouin	1.871	2.108	2.31	1.998	1.986	2.188	1.793	2.127	2.317	1.772	2.183	2.37
Menhinick	3.19	2.891	3.19	3.511	2.909	3.31	4.1	3.5	3.9	4.217	3.614	3.916
Margalef	6.959	6.286	6.959	7.715	6.354	7.262	9.077	7.715	8.623	9.253	7.899	8.576
Equitability_J	0.8379	0.7612	0.8224	0.7725	0.731	0.7895	0.8172	0.7507	0.8051	0.7692	0.7587	0.8136
Fisher_alpha	16.2	15.38	18.47	19.24	16	20.51	25.96	23.1	29.12	27.49	23.87	28.29
Berger-Parker	0.1889	0.08946	0.1789	0.1911	0.09054	0.1811	0.17	0.08	0.16	0.2117	0.09073	0.1714
Chao-1	32	35	75.5	36	40.1	116.5	41	47.46	118.3	57	51.55	145.3

Bootstrap N: 9999 Bootstrap type: Percentiles Recompute



## VIVI E MORTI

Nello stesso campione si possono trovare sia individui vivi al momento del campionamento che gusci vuoti di individui morti. Vi sono diverse tecniche per riconoscere gli individui viventi, basate sulla colorazione del materiale biologico o sulla rilevazione della attività cellulare. La prima tecnica è di più facile applicazione e, nella maggior parte dei casi, utilizza un colorante biologico, il Rosa Bengala.

I campioni appena prelevati vengono messi in una soluzione di Rosa Bengala ed etanolo (2 g / L) per un minimo di 2 settimane. Si assume che gli individui che si colorano fossero vivi al momento del campionamento. Sono da considerare vivi solo gli individui colorati nella maggior parte delle camere. La colorazione è facilmente visibile negli individui vitroialini, a volte è meno evidente in quelli agglutinanti o porcellanacei.



# LE ASSOCIAZIONI DEL MEDITERRANEO (1/3)

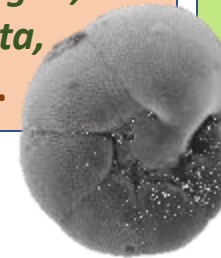


**LAGUNE**  
Salinità 5-89  
Substrato pelitico  
*Ammonia parkinsoniana*,  
*A. tepida*  
*Haynesina germanica*,  
*H. depressula*  
*Elphidium traslucens*,  
*E. poeyanum*,  
*Miliolinella* spp.  
*Quinqueloculina* spp.  
*Trochammina inflata*,  
*Miliammina fusca*

**GROTTE MARINE**  
Salinità 20 -38  
Substrato sabbioso,  
sabbioso-pelitico  
*Ammonia inflata*,  
*Gavelinopsis praegeri*,  
*Rosalina bradyi*,  
*Spirillina vivipara*,  
*Patellina corrugata*  
*Bolivina variabilis*  
*Eggerelloides advenus*  
*Reophax dentaliniformis*,  
*Cribrostomoides jefferysi*,  
*Lepidodeuterammina*  
*ochracea*



**FOCI FLUVIALI**  
Salinità 35-38  
Substrato pelitico-sabbioso  
*Ammonia parkinsoniana*,  
*A. tepida*, *A. inflata*,  
*Haynesina germanica*,  
*H. depressula*,  
*Elphidium traslucens*, *E.*  
*poeyanum*, *E. granosum*,  
*Valvulineria bradyana*,  
*Nonionella turgiad*  
*Rectuvigerina phlegeri*,  
*Bulimina elongata*,  
*Textularia* spp.



**AREE COSTIERE VEGETATE**  
Salinità 37 -39  
Substrato sabbioso con  
copertura vegetale  
*Quinqueloculina* spp.,  
*Triloculina* spp.,  
*Miliolinella* spp.  
*Peneroplis pertusus*,  
*Peneroplis planatus*,  
*Amphistegina* sp.  
*Rosalina* spp.  
*Ammonia beccarii*,  
*Elphidium crispum*,  
*Elphidium aculeatum*,



Guscio agglutinato Guscio porcellanaceo Guscio vitroialino

## LE ASSOCIAZIONI DEL MEDITERRANEO (2/3)

### AREE MARINE COSTIERE

(infralitorale, 0-50 m)

Salinità 38 -39

Substrato sabbioso

*Quinqueloculina* spp.,

*Triloculina* spp.,

*Miliolinella* spp.

*Ammonia beccarii*,

*Ephidium crispum*,

*Elphidium advenum*,

*Cibicidoides lobatulus*

*Rosalina* spp.



### AREE MARINE INTERMEDIE

(circalitorale, 50-200 m)

Salinità 38 -39

Substrato pelitico

*Bulimina marginata*,

*Valvulineria bradyana*,

*Uvigerina mediterranea*,

*Rectuvigerina phlegeri*,

*Cassidulina laevigata*,

*Nonionella* spp

*Quinqueloculina* spp.,

*Pyrgo* sp.

*Sigmoilopsis schlumbergeri*

*Textularia* spp.



[www.foraminifera.eu](http://www.foraminifera.eu)

### AREE MARINE PROFONDE

(epibatiale, 200-1000 m)

Salinità 38 -39

Substrato pelitico

*Uvigerina mediterranea*,

*U. peregrina*, *Bulimina*

*marginata*, *Cassidulina*

*laevigata*, *Gyroidina*

*neosoldanii*, *Melonis*

*barleeanum*

*Sigmoilopsis schlumbergeri*

*Textularia* spp.

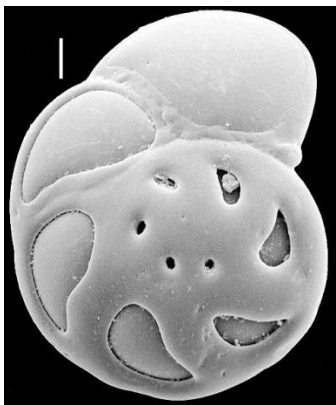


[www.foraminifera.eu](http://www.foraminifera.eu)

Guscio agglutinato Guscio porcellanaceo Guscio vitroialino



## LE ASSOCIAZIONI DEL MEDITERRANEO (3/3)



### AREE MARINE A SEDIMENTAZIONE CARBONATICA

(infralitorale, 0-100 m)

Salinità 38 -39

Substrato bioclastico carbonatico con scarsa componente silico-clastica

Presenza di alghe calcaree (facies a maerl)

*Quinqueloculina* spp.,

*Triloculina* spp.,

*Miliolinella* spp.

*Adelosina* spp.

*Ammonia beccarii*,

*Ephidium* spp.,

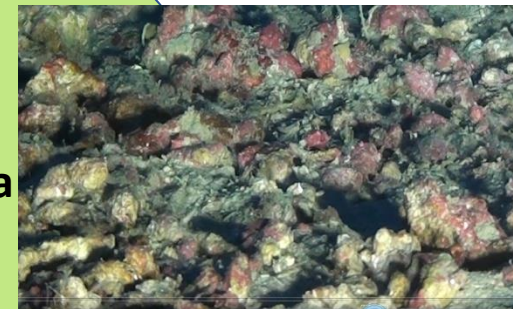
*Cibicidoides lobatulus*

*Rosalina* spp.

*Planorbulina mediterraneensis*

*Peneroplis* spp.

*Stomatorbina concentrica*



**Guscio porcellanaceo** Guscio vitroialino