



Gruppo Natura Bellunese



# **CORSO BASE DI GEOLOGIA 2013**

## **I FOSSILI**

Relatore Manolo Piat  
Sabato 6 aprile 2013

# ***FOSSILE (1)***

***(dal latino fodere, fossilis  
= che si cava dalla terra)***

***resto di organismo  
animale o vegetale  
vissuto in tempi  
geologici passati  
e conservato nelle  
rocce sedimentarie***



***Gasteropode in sezione***



*Impronte di dinosauro*

## ***FOSSILE (2)***

***(dal latino fodere, fossilis  
= che si cava dalla terra)***

***qualsiasi evidenza  
fisica che testimoni  
una forma di vita  
geologicamente  
passata (uova, orme,  
tane, escrementi...)***

# **Paleontologia**

**(dal greco *Palaios* = antico, *on* = ente, *logos* = discorso)**

**È lo studio dei fossili. Viene divisa nelle seguenti discipline:**

- Paleontologia sistematica**
- Paleobotanica**
- Paleoecologia**
- Paleobiogeografia**
- Biostratigrafia**
- Paleontologia evolutiva**

# **Fossilizzazione (o tafonomia)**

**Insieme di fenomeni che modificano l'originale struttura, tessitura, composizione chimica e morfologica di un organismo dal momento della sua morte a quello della litificazione.**

**Passaggio di un organismo dalla biosfera alla litosfera**

**Questi processi vengono distinti in due momenti: biostratinomia e diagenesi**

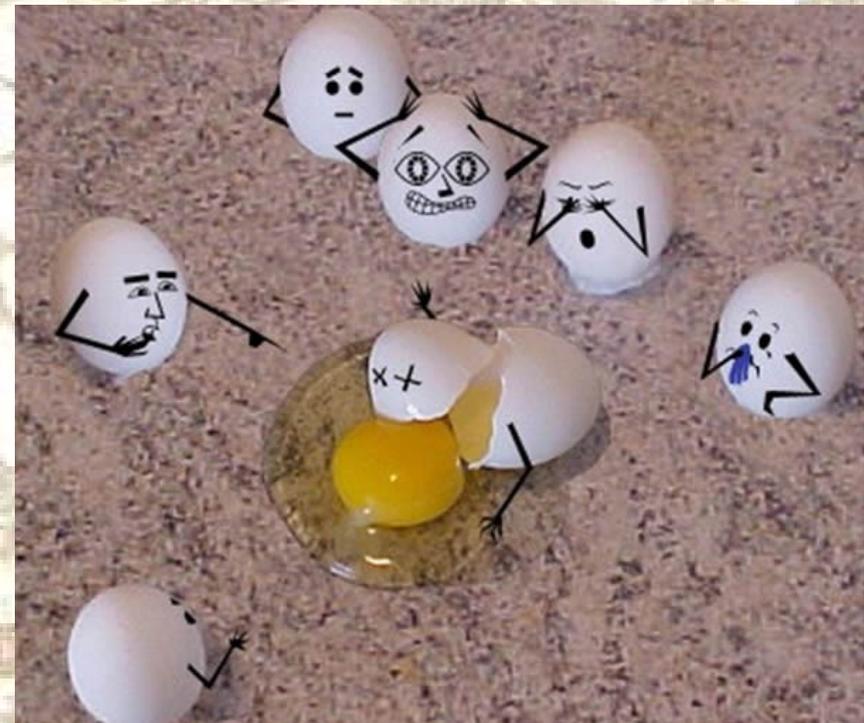
## Le discipline paleontologiche che trattano i fenomeni della fossilizzazione

Eventi naturali	Discipline	
Nascita e vita	Paleoecologia	
Morte	Biostratigrafia	Fossilizzazione o tafonomia
Seppellimento	Diagenesi	
Ritrovamento	Paleontologia sistematica	

# Biostratinomia

Ramo della paleontologia che si occupa degli eventi (fisici, chimici e biologici) che coinvolgono gli organismi dalla morte sino alla loro definitiva inclusione nel sedimento, prima dell'inizio dei processi di diagenesi.

Comprende lo studio delle cause di morte, dei processi di decomposizione, delle rotture di origine meccanica, ecc.



# Processi biostratinomici

## Necrolisi

- a. Decomposizione della materia organica (putrefazione)
- b. Disarticolazione
- c. Macerazione (Microdisarticolazione)
- d. Predazione e bioconfezione
- e. Combustione (Carbonizzazione)

## Bioerosione (Micritizzazione)

## Dissoluzione prediagenetica

## Trasporto

- a. Logorio meccanico (abrasione, frantumazione)
- b. Selezione meccanica
- c. Deposizione orientata

## Prefossilizzazione

# Diagenesi dei fossili

Comprende tutti i processi che avvengono dal seppellimento alla formazione del fossile.

La possibilità di conservazione allo stato fossile è legata a fattori interni ed esterni all'organismo.

-Fattori interni: presenza di strutture adatte alla conservazione (es. scheletro, guscio).

-Fattori esterni: condizioni chimico-fisiche e natura dei sedimenti.



# Seppellimento

**Il processo di fossilizzazione è influenzato in modo determinante dal fattore sedimentazione. Sedimenti fini e sedimentazione rapida = miglior conservazione**

**Seppellimento in detriti minerali (caso più frequente)**

**Seppellimento in detriti ricchi di materia organica**

**Inglobamento in fluidi**

- a. petrolio greggio
- b. resine vegetali
- c. sabbie mobili e fanghi organici

**Incrostazione**

- a. incrostazione s.s.
- b. bioimmurazione



# **Processi diagenetici**

**Dissoluzione**

**Impregnazione**

**Incrostazione**

**Concrezioni nodulari**

**Sostituzione**

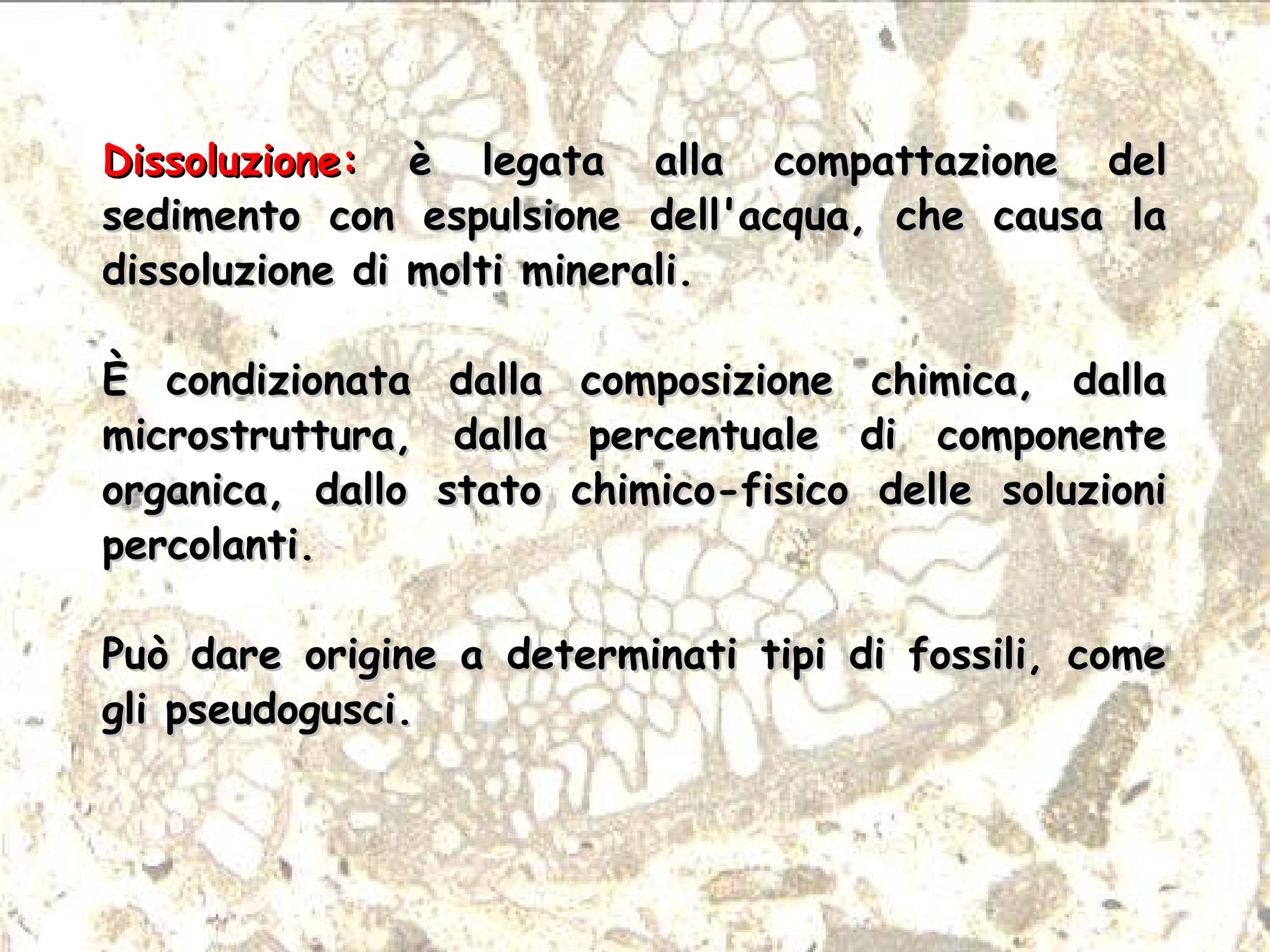
- **Cristallizzazione**
- **Trasformazione di sostanze polimorfe**
- **Metasomatosi**

**Carbonizzazione**

**Distillazione**

**Conservazione parti molli**

**Conservazione integrale**



**Dissoluzione:** è legata alla compattazione del sedimento con espulsione dell'acqua, che causa la dissoluzione di molti minerali.

È condizionata dalla composizione chimica, dalla microstruttura, dalla percentuale di componente organica, dallo stato chimico-fisico delle soluzioni percolanti.

Può dare origine a determinati tipi di fossili, come gli pseudogusci.



**Gasteropode**



**Bivalve**



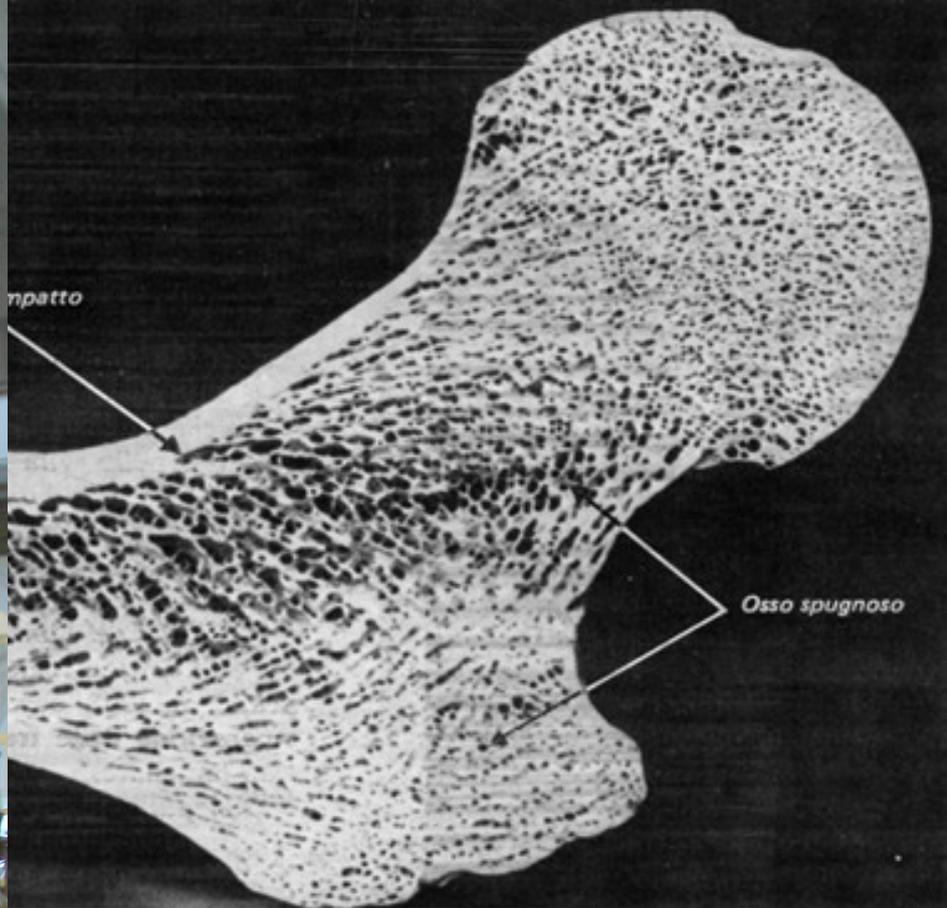
**Impregnazione:** i pori lasciati vuoti dalla decomposizione sono riempiti da sali minerali; i resti fossili vengono impregnati, permineralizzati e resi più resistenti.

Solo la microstruttura è compromessa.

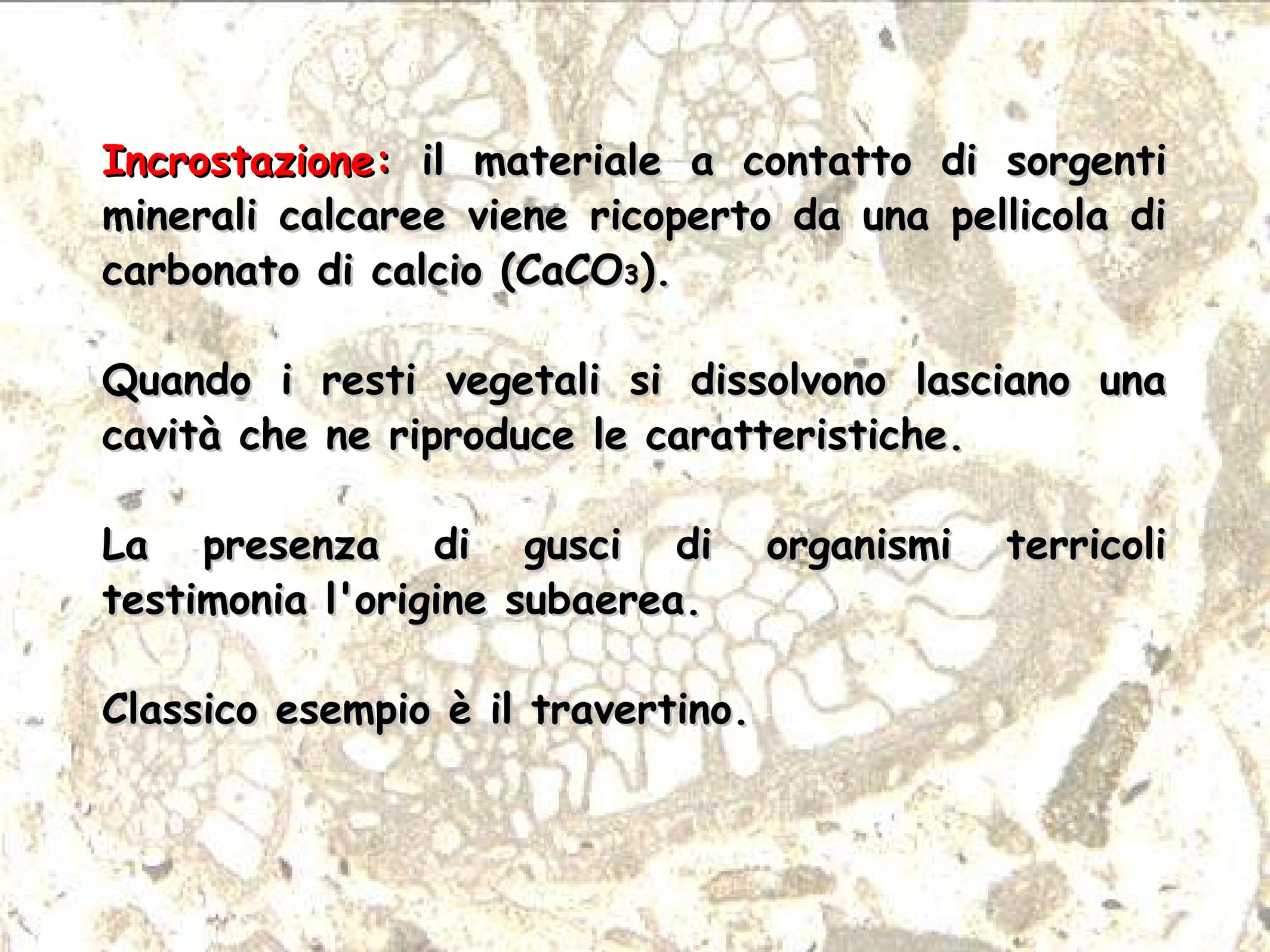
È un processo che favorisce soprattutto la conservazione degli scheletri dei vertebrati.



Museo di Monaco



Tessuto osseo



**Incrostazione:** il materiale a contatto di sorgenti minerali calcaree viene ricoperto da una pellicola di carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

Quando i resti vegetali si dissolvono lasciano una cavità che ne riproduce le caratteristiche.

La presenza di gusci di organismi terricoli testimonia l'origine subaerea.

Classico esempio è il travertino.



**Foglia**



**Travertino**

The background of the slide is a photograph of sedimentary rock containing numerous circular and oval-shaped nodules. These nodules are light-colored, possibly white or light beige, and are embedded in a darker, brownish matrix. The nodules vary in size and are distributed throughout the rock surface. Some nodules appear to have a concentric or layered internal structure, while others are more solid and uniform in color. The overall appearance is that of a fossiliferous sedimentary rock, likely a type of calcareous shale or sandstone.

**Concrezioni nodulari:** si formano attorno a un resto organico che diventa il centro della concrezione e si fossilizza isolato dal resto del sedimento.

Il nodulo si accresce per sovrapposizione di particelle sedimentarie più fini che si spostano nell'acqua attraverso i pori del sedimento.

Questo processo di fossilizzazione sembra preferire organismi con alto contenuto di fosfati, come pesci e crostacei. (es. granchi oligocenici)



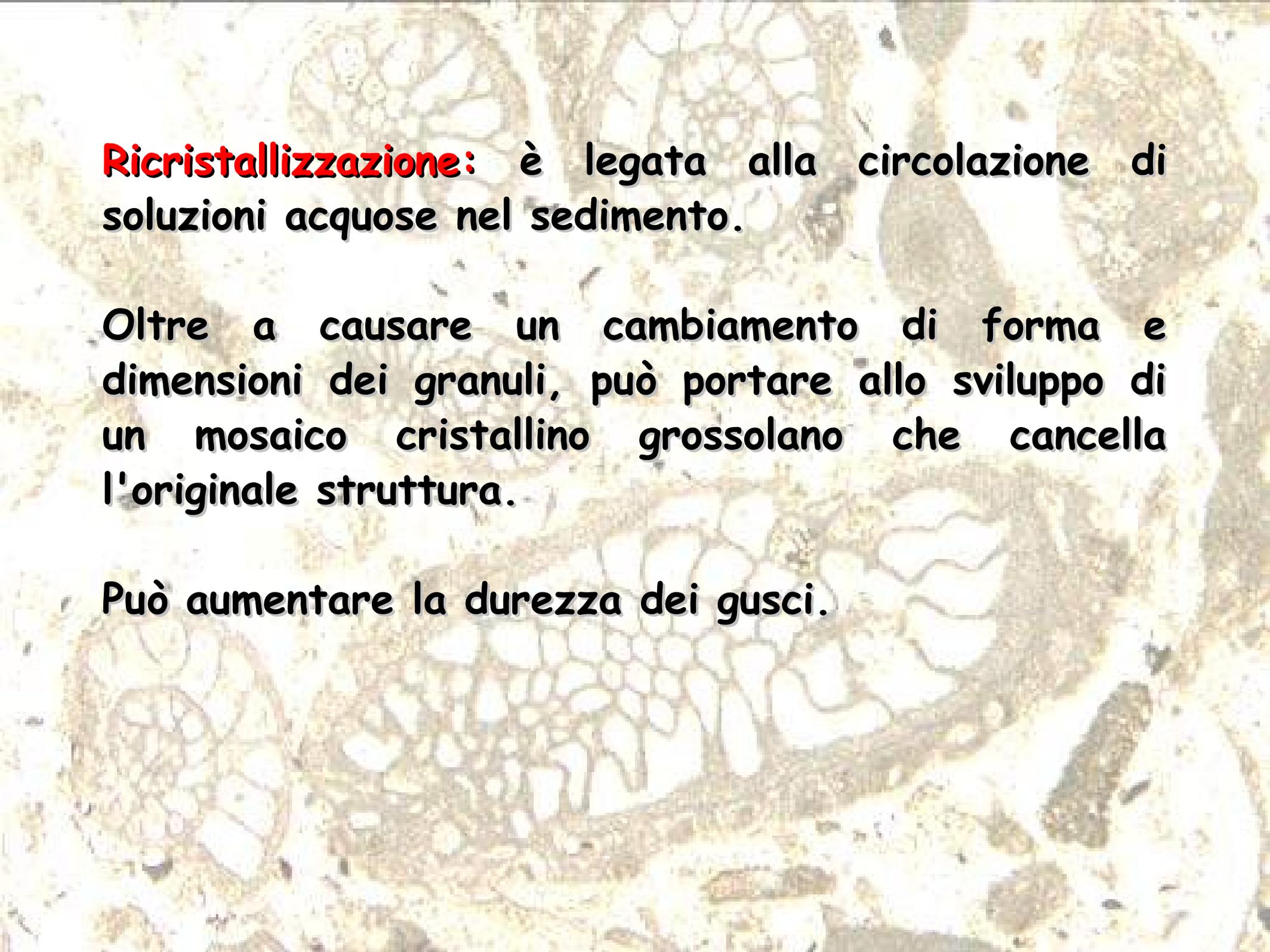
**Nodulo chiuso**



**Nodulo aperto**



**Granchio in nodulo**

The background of the slide is a microscopic image of a sediment sample. It shows a complex, porous, and somewhat cellular structure with irregular, interconnected chambers or cells. The color is a mix of light beige and brown, suggesting a mineral or organic origin. The texture appears fibrous and interconnected, typical of a sedimentary structure undergoing recrystallization.

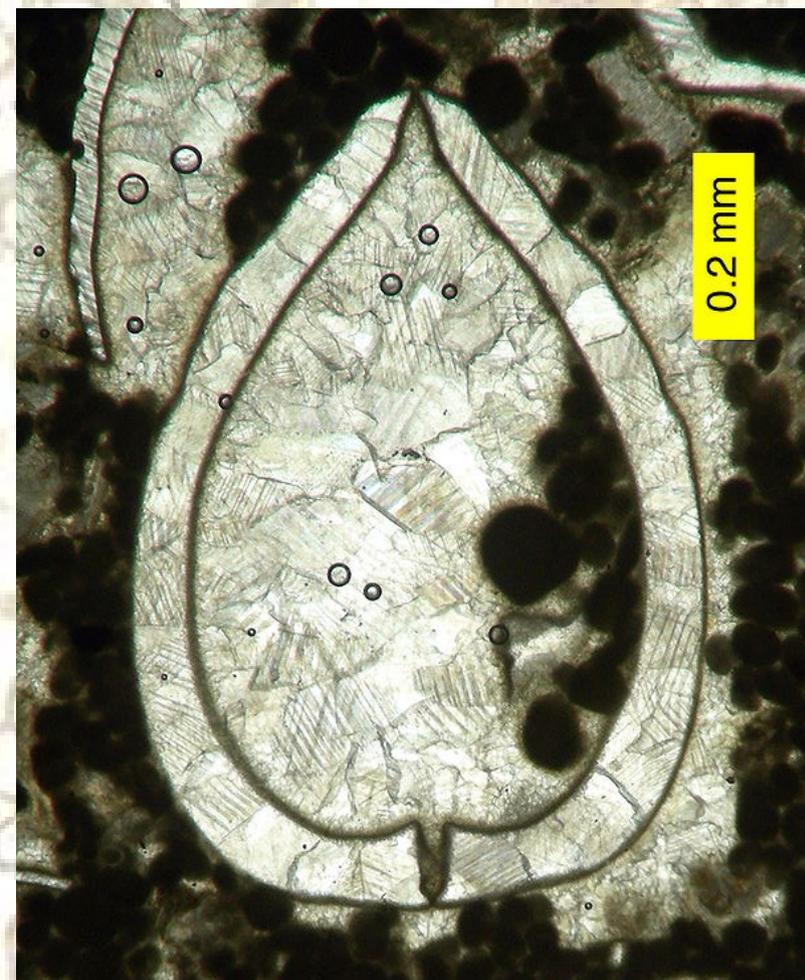
**Ricristallizzazione:** è legata alla circolazione di soluzioni acquose nel sedimento.

Oltre a causare un cambiamento di forma e dimensioni dei granuli, può portare allo sviluppo di un mosaico cristallino grossolano che cancella l'originale struttura.

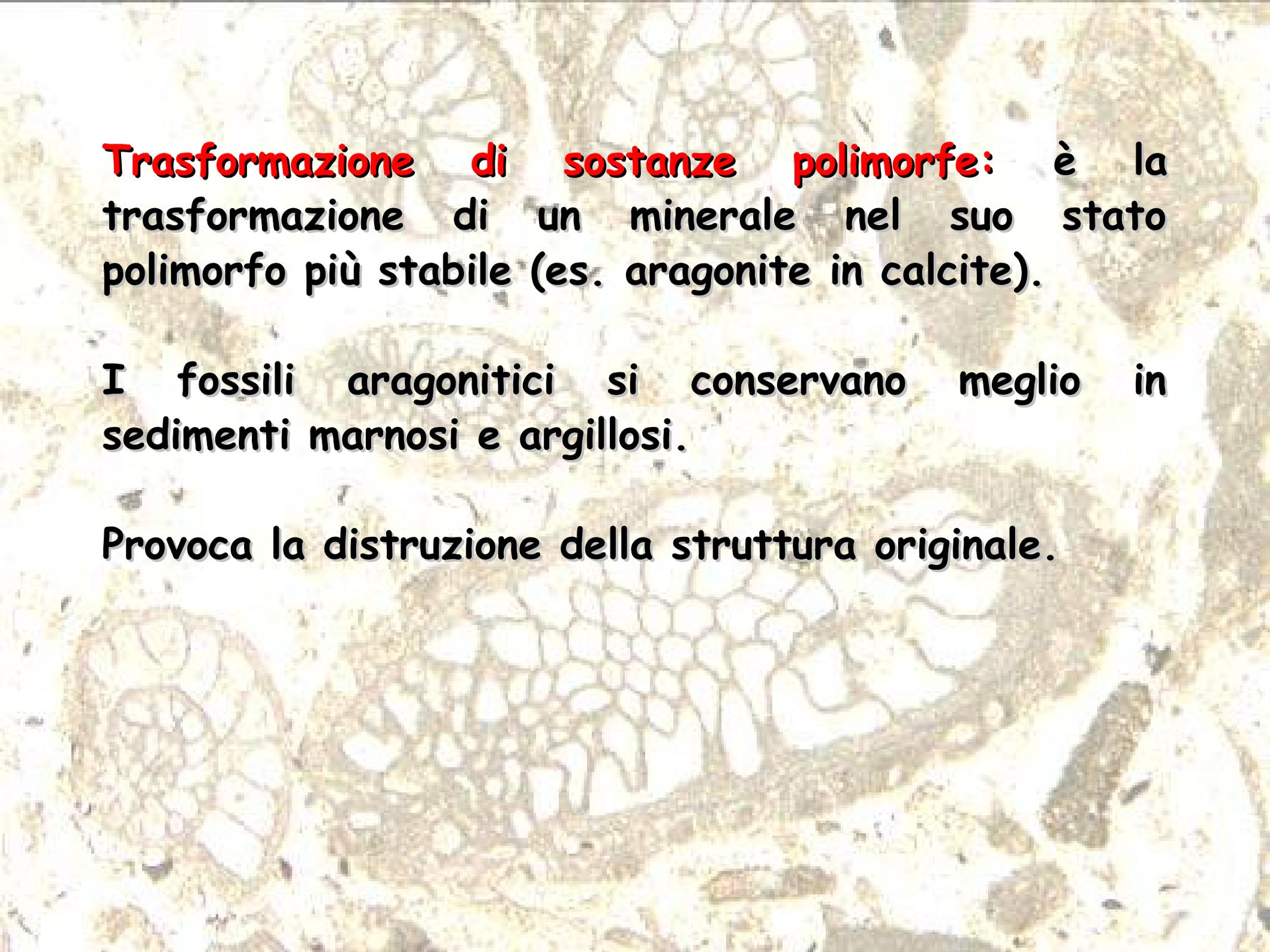
Può aumentare la durezza dei gusci.



**Ammonite in sezione**



**Bivalve ricristallizzato**



**Trasformazione di sostanze polimorfe:** è la trasformazione di un minerale nel suo stato polimorfo più stabile (es. aragonite in calcite).

I fossili aragonitici si conservano meglio in sedimenti marnosi e argillosi.

Provoca la distruzione della struttura originale.



**Ammonite con guscio  
originario aragonitico**



**Ammonite con guscio  
trasformato in calcite**

**Metasomatosi:** è la graduale sostituzione di una sostanza minerale con un'altra di diversa composizione chimica ("molecola per molecola").

-**Calcitizzazione:** sostituzione del minerale originario (calcite, aragonite, silice, ...) da parte di calcite.

-**Dolomitizzazione:** sostituzione delle parti aragonitiche e calcitiche da parte della dolomite.

-**Silicizzazione:** sostituzione del carbonato di calcio da parte della silice (beekite).

-**Piritizzazione:** sostituzione ad opera di pirite.



**Bivalve dolomitizzato**



**Cefalopode piritizzato**



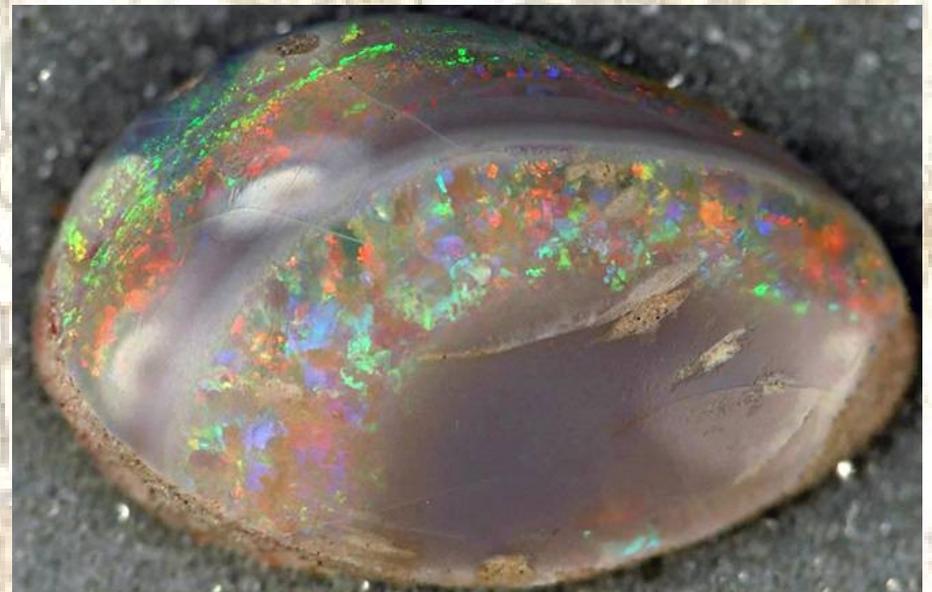
**Corallo silicizzato (Beekite)**



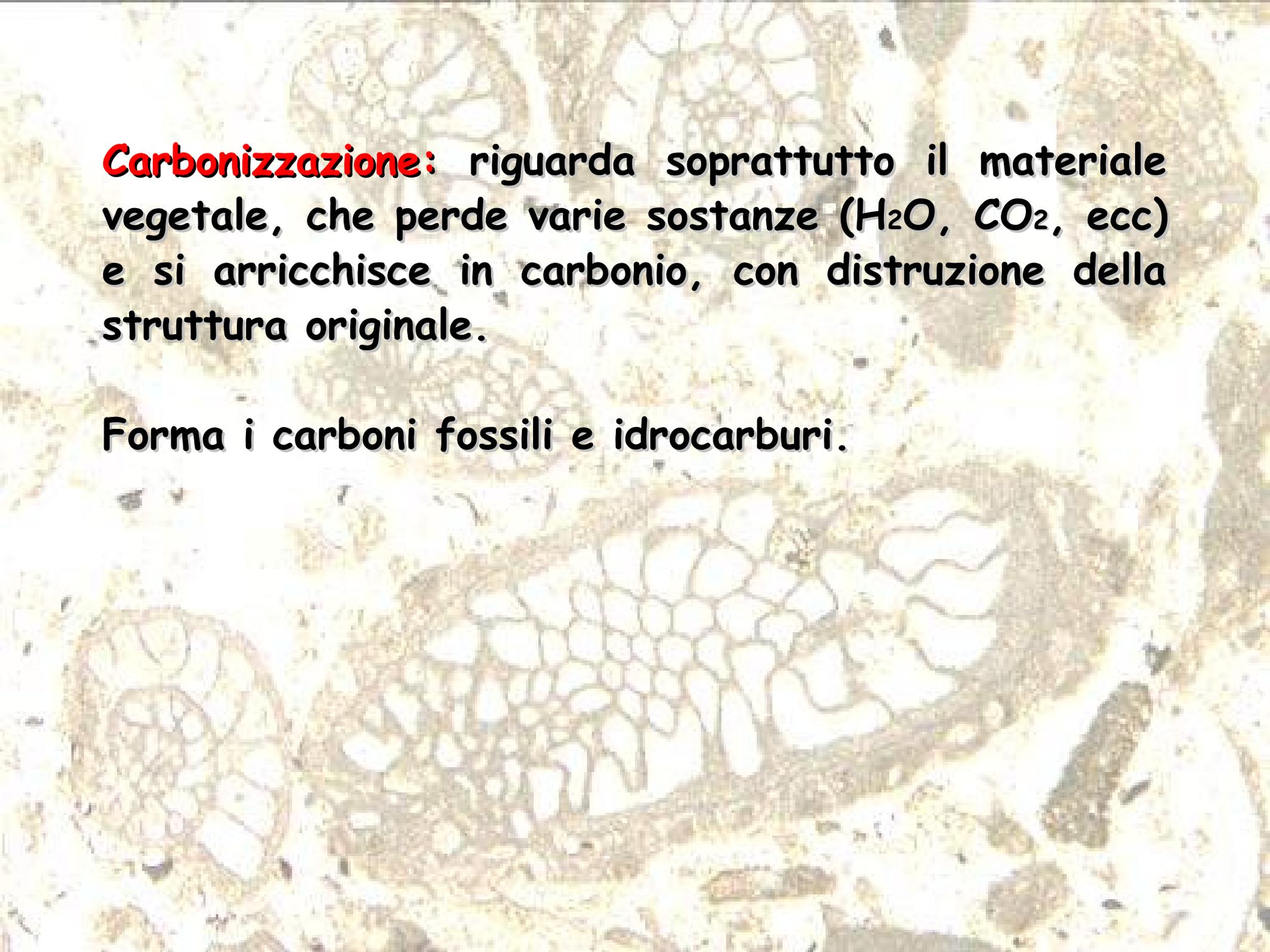
**Gasteropodi in calcedonio**



**Bivalve in rodocrosite**

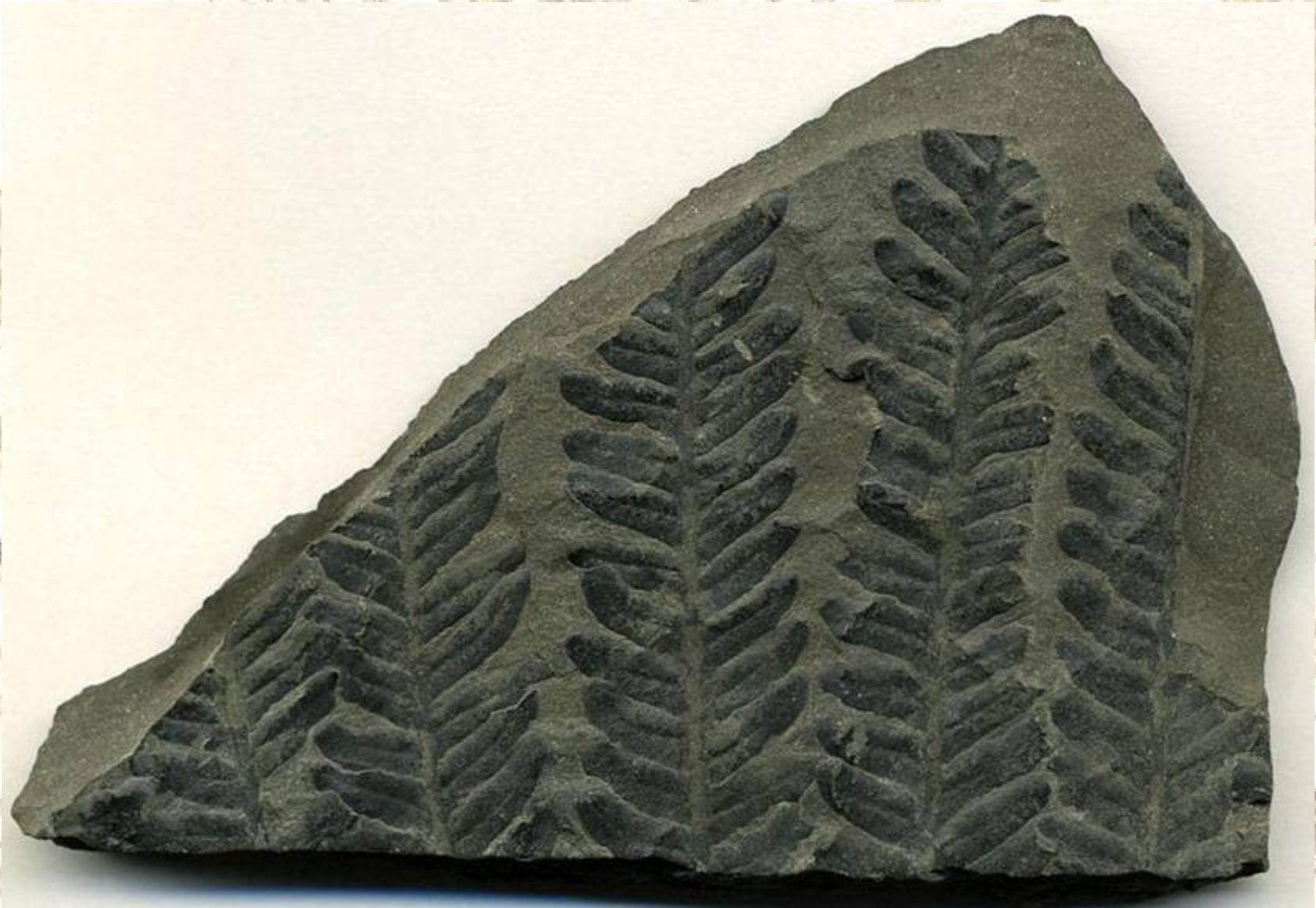


**Bivalve in opale**

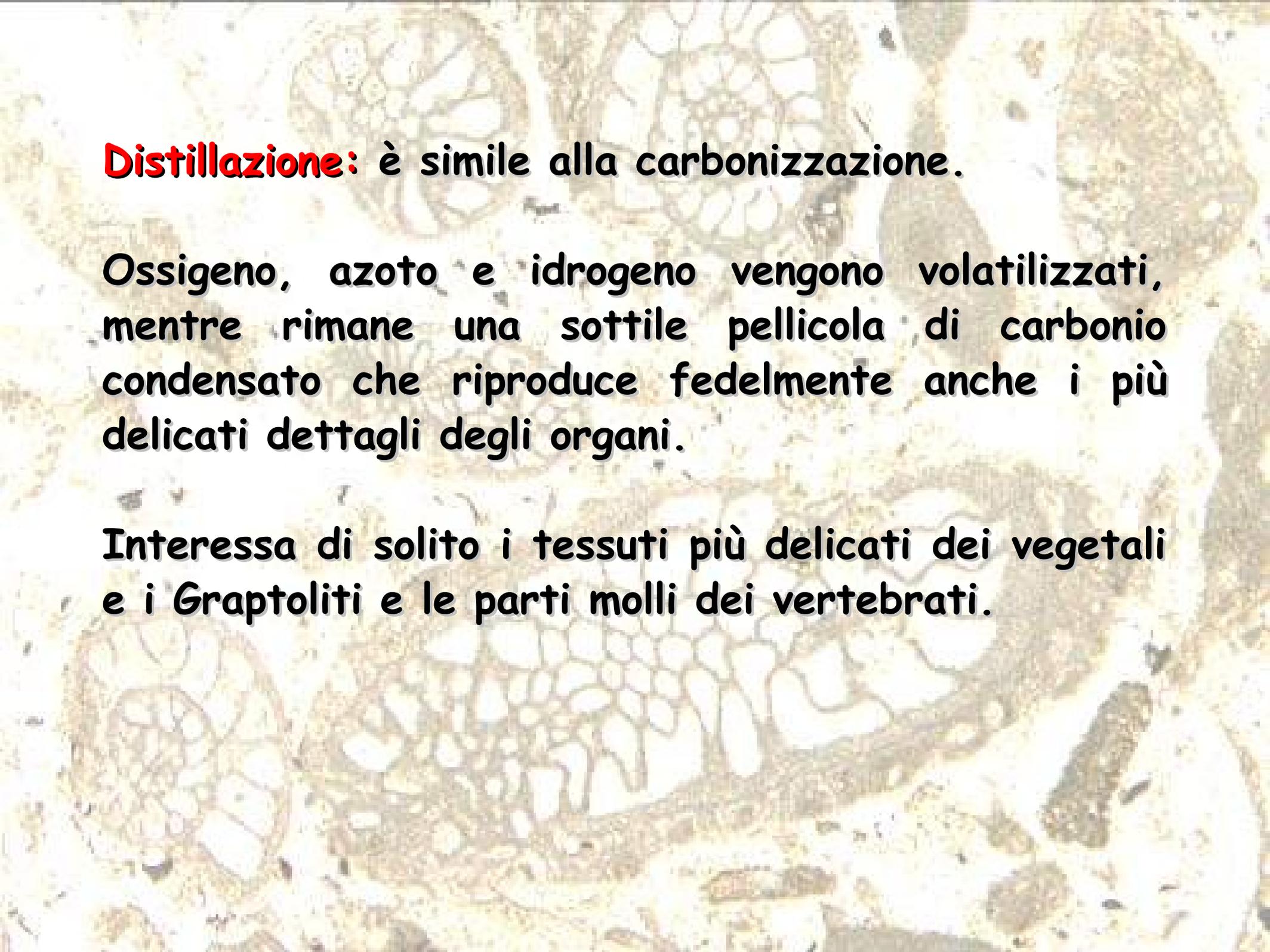
The background of the slide is a microscopic image of fossilized plant tissue. It shows several circular or oval structures, likely cross-sections of plant stems or roots, with distinct cellular patterns. The cells are arranged in a somewhat regular, grid-like fashion, with some larger, more prominent cells and smaller, more densely packed cells. The overall color is a mix of light beige and brown, typical of fossilized organic matter.

**Carbonizzazione:** riguarda soprattutto il materiale vegetale, che perde varie sostanze ( $H_2O$ ,  $CO_2$ , ecc) e si arricchisce in carbonio, con distruzione della struttura originale.

Forma i carboni fossili e idrocarburi.



**Felci, Carbonifero**



**Distillazione:** è simile alla carbonizzazione.

Ossigeno, azoto e idrogeno vengono volatilizzati, mentre rimane una sottile pellicola di carbonio condensato che riproduce fedelmente anche i più delicati dettagli degli organi.

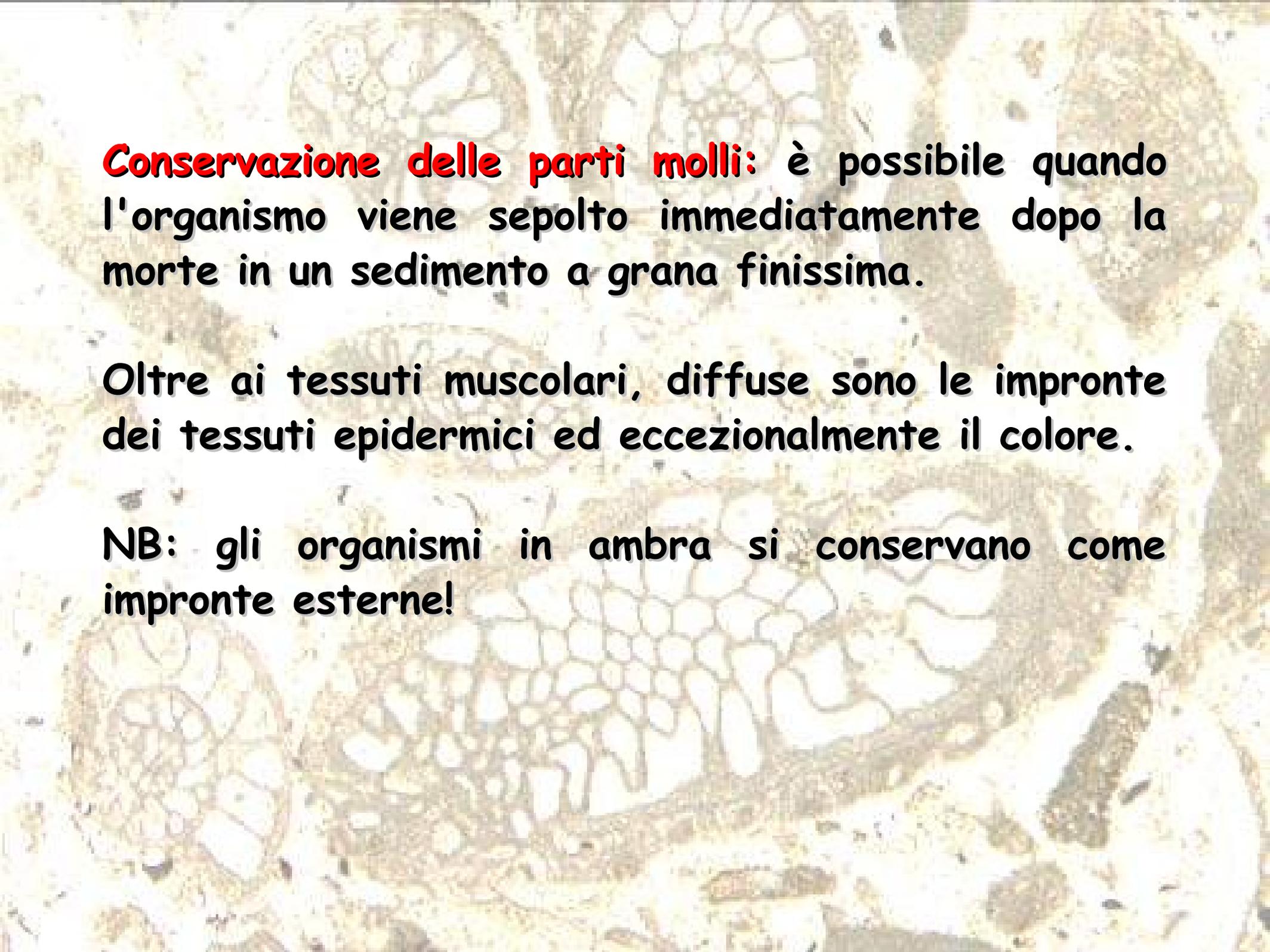
Interessa di solito i tessuti più delicati dei vegetali e i Graptoliti e le parti molli dei vertebrati.



**Graptoliti**



**Ittiosauro con profilo del corpo**

The background of the slide is a microscopic image of plant tissue, likely a cross-section of a stem or root. It shows various cellular structures, including large, thin-walled parenchyma cells, smaller cells, and vascular bundles. The overall appearance is light brown and textured.

**Conservazione delle parti molli:** è possibile quando l'organismo viene sepolto immediatamente dopo la morte in un sedimento a grana finissima.

Oltre ai tessuti muscolari, diffuse sono le impronte dei tessuti epidermici ed eccezionalmente il colore.

**NB:** gli organismi in ambra si conservano come impronte esterne!



**Archaeopteryx**



**Insetti in ambra**



**Conservazione integrale:** in particolari condizioni ambientali possono conservarsi anche i tessuti molli nella costituzione organica originale.

Alcune di queste condizioni sono:

- conservazione in resina (copale)
- fosfatizzazione
- mummificazione

congelamento → clima freddo

disidratazione → clima arido

impregnazione di sali → laghi d'asfalto



**Mummia di piccolo di Mammut**

## **Principali tipi di fossili**

**I vari processi diagenetici portano alla litificazione e alla formazione di diversi tipi di fossili.**

**Modello interno**

**Impronta esterna**

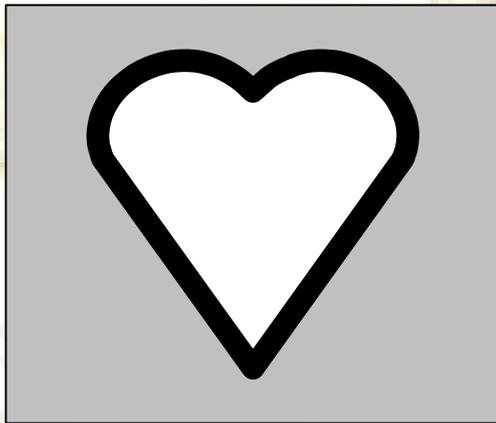
**Modello interno con impronta esterna**

**Calco naturale**

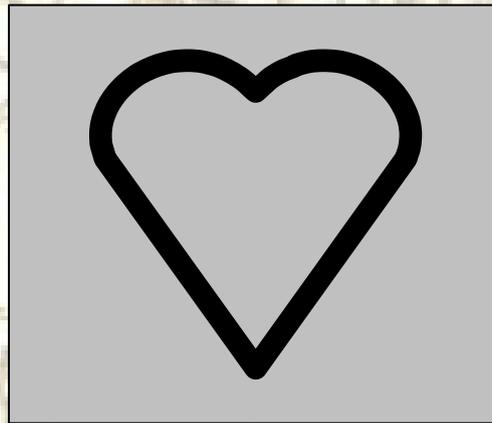
**Pseudoguscio (o modello esterno)**

**Guscio sostituito (pseudomorfo)**

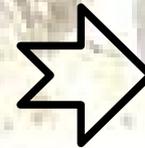
# MODELLO INTERNO



Conchiglia inclusa nel sedimento, con cavità interna rimasta vuota



Riempimento della cavità interna con sedimento



Litificazione del sedimento (eventuale dissoluzione del guscio)

Corrisponde al sedimento che, dopo aver riempito la cavità interna, si litifica; esso riproduce l'immagine negativa della superficie interna. Il riempimento può avvenire per opera del sedimento o per opera di soluzioni percolanti. In genere poco utili ai fini sistematici, con eccezione delle ammoniti (linee di sutura).



Modello interno isolato dalla roccia



**Ammonite  
con linee di sutura**

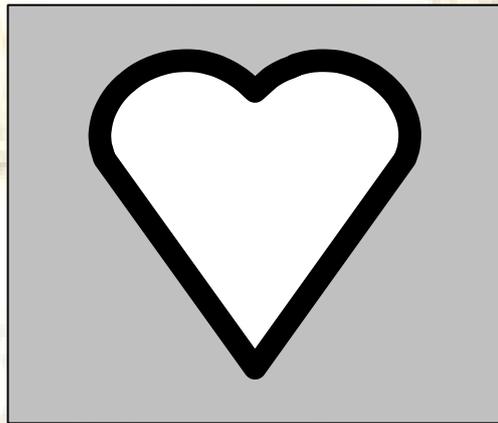


**Gasteropode**



**Bivalve**

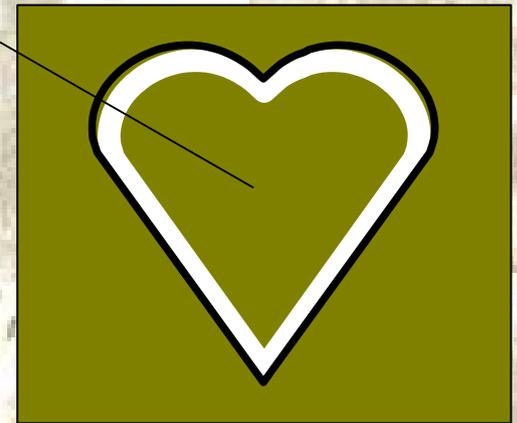
# IMPRONTA ESTERNA



Conchiglia inclusa nel sedimento, con cavità interna rimasta vuota



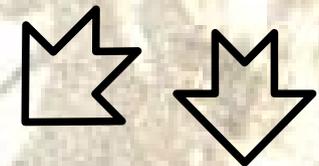
Riempimento della cavità interna con sedimento



Litificazione del sedimento e dissoluzione del guscio

Modello interno

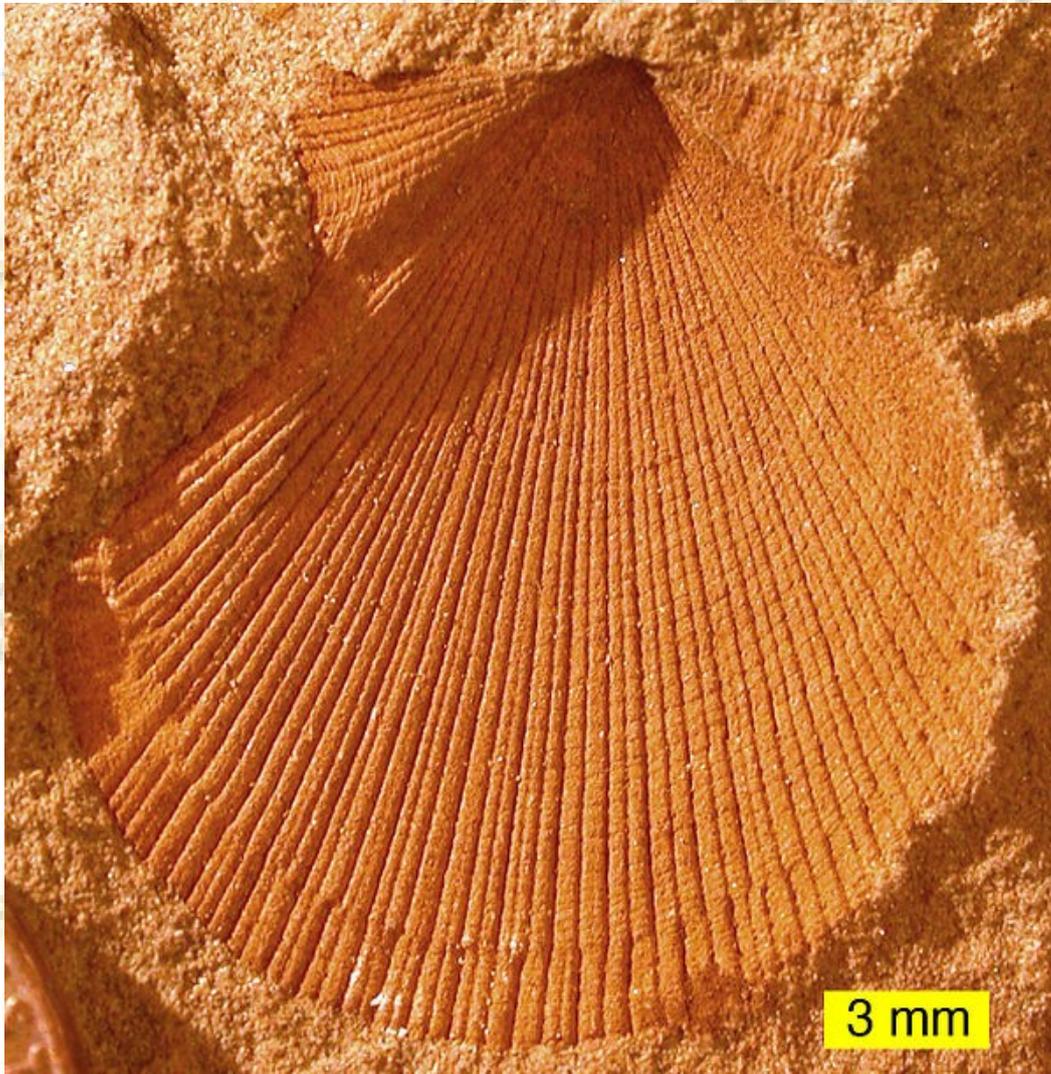
Corrisponde all'immagine in negativo lasciata dalla superficie esterna del resto incluso nel sedimento. Nei sedimenti plastici, la graduale dissoluzione del guscio permette l'avvicinamento dell'impronta esterna al modello interno, sino alla loro sovrapposizione.



Impronta esterna



Modello interno con impronta esterna (sedimenti plastici)

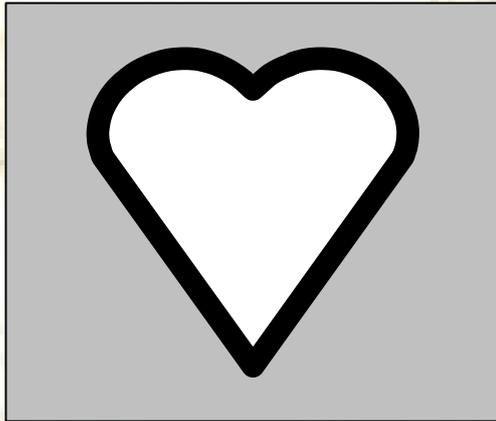


**Impronta esterna  
di bivalve**

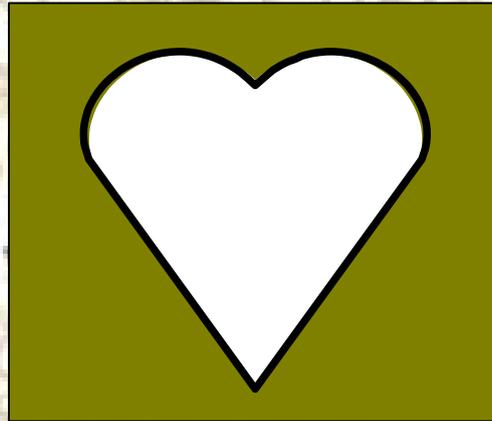


**Modello interno con  
impronta esterna  
di ammonite**

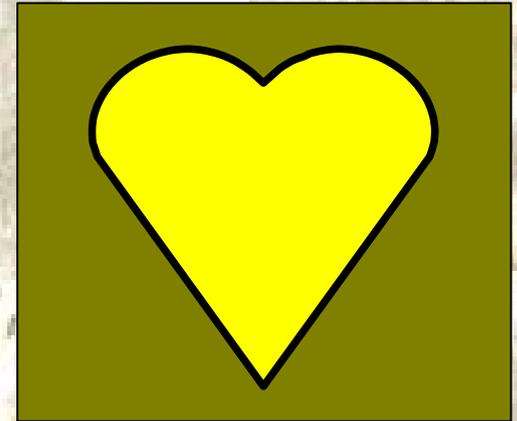
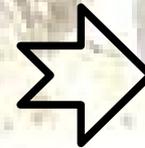
# CALCO NATURALE



Conchiglia inclusa nel sedimento, con cavità interna rimasta vuota



Litificazione del sedimento e dissoluzione del guscio



Riempimento dello spazio vuoto con materiale secondario



Calco naturale

La conchiglia inclusa nel sedimento può rimanere vuota e subire, dopo aver lasciato la sua impronta esterna, una dissoluzione. Nella roccia rimane una cavità vuota con l'impronta esterna; se successivamente questa cavità si riempie di sedimento o sali, si formerà una replica o calco naturale.

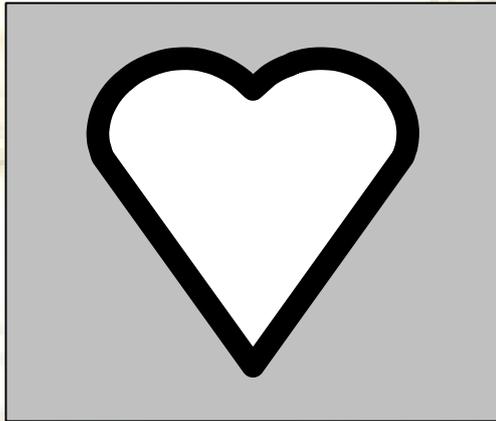


**Calchi artificiali di Pompei**

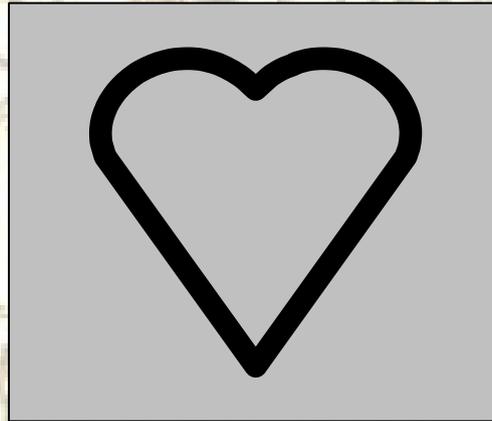


**Controimpronta di stelle di mare**

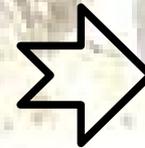
# PSEUDOGUSCIO O MODELLO ESTERNO



Conchiglia inclusa nel sedimento, con cavità interna rimasta vuota



Riempimento della cavità interna con sedimento



Dissoluzione del guscio nel sedimento già diagenizzato



Riempimento dello spazio vuoto con materiale secondario (pseudoguscio)

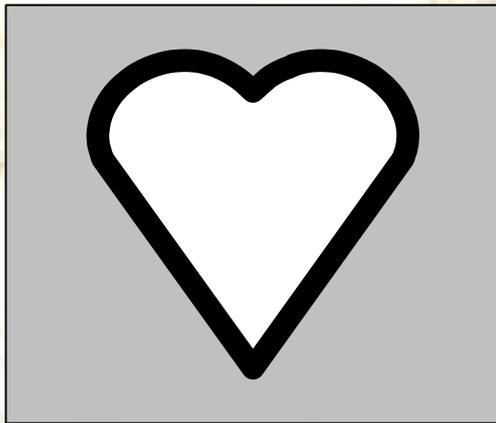
Si forma in seguito alla dissoluzione del guscio in un sedimento ormai diagenizzato. Tra il modello interno e l'impronta esterna rimane uno spazio vuoto che viene riempito da sali in soluzione. Riproduce la forma e le dimensioni, ma non la struttura e la composizione originali.



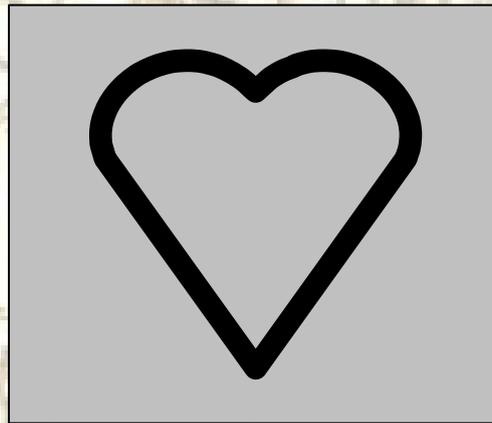
**Bivalvi con pseudoguscio  
ricristallizzato**



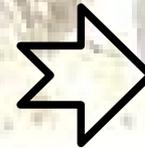
# GUSCIO SOSTITUITO O PSEUDOMORFO



Conchiglia inclusa nel sedimento, con cavità interna rimasta vuota



Riempimento della cavità interna con sedimento



Litificazione del sedimento



Sostituzione diagenetica del guscio (pseudomorfo)

In seguito alla sostituzione del guscio originale ad opera di possibili diversi minerali, si ha la formazione di un guscio pseudomorfo. Rappresenta la forma del guscio originario e può mantenerne la microstruttura.



**Bivalve con guscio pseudomorfo opalizzato**



**Gasteropode con guscio pseudomorfo.  
NB: conservazione del colore**

## Casi particolari

**a Pseudofossile:** oggetto inorganico, traccia o segno che può essere interpretato come un fossile, sebbene si tratti solo di forme naturali non generate da un processo di fossilizzazione.

**b Fossile problematico** (incertae sedis): organismo conosciuto solamente allo stato fossile le cui affinità filogenetiche non sono riconoscibili con sicurezza. Alcuni di questi organismi non sono ascrivibili nemmeno a grandi gruppi noti.

a



**Dendriti**



***Eozoon***

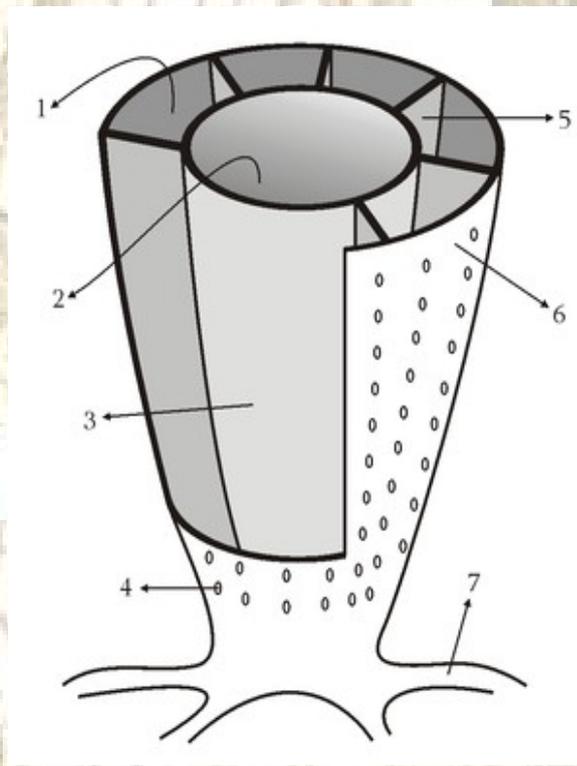


**Concrezioni calcitiche**



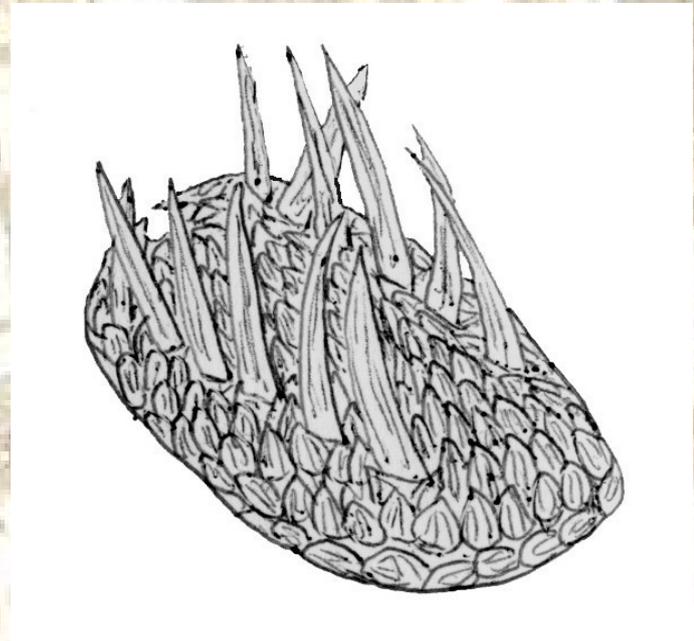
**Nodulo di marcasite**

b



*Archaeocyatha*

*Wiwaxia*



# Fossil-Lagerstätten

Una Fossil-Lagerstätte è un corpo sedimentario che offre un'eccezionale quantità di informazioni paleontologiche grazie dell'abbondanza degli esemplari contenuti e/o al loro straordinario stato di conservazione.

Konzentrat-Lagerstätten («giacimenti per accumulo»), in cui sono presenti grandi quantità di parti dure degli organismi, per es. tessuto osseo o cartilagineo, in ottimo stato di conservazione.

Konservat-Lagerstätten («giacimenti per conservazione»), giacimenti in cui prevalgono esemplari in eccezionale stato di conservazione, anche dei tessuti molli e più delicati sotto forma di impronte o mineralizzate.

## Konzentrat-Lagerstätten («giacimenti per accumulo»)

I fossili sono stati accumulati ad opera di fattori fisici (moto ondoso, correnti, ecc.).

Presentano un'elevata quantità e varietà di resti.

Per definizione, accumuli di gusci calcarei (conchiglie) non definiscono una Lagerstätte.

Esempi: *bone beds*, letti ossiferi derivanti dall'accumulo di ossa di vertebrati; *coquinas*, grandi quantità di conchiglie, coralli, briozoi, echinoidi e foraminiferi.



**Esempio di *bones bed*, Miocene del Piemonte**

## **Konservat-Lagerstätten («giacimenti per conservazione»)**

**Stato di conservazione ottimale, indipendentemente dalla quantità, dovuti all'assenza di processi biostратinomici distruttivi e alla rapidità della mineralizzazione rispetto alla putrefazione. Si distinguono in:**

**Depositi di stagnazione: energia meccanica assente, sedimentazione fine.**

**Trappole di soffocamento: seppellimento rapido e notevole spessore del sedimento.**

**Trappole di conservazione: trappole naturali e seppellimento rapido.**

## **Depositi di stagnazione**

Si formano per l'assenza di fattori fisici (moto ondoso, marea, vento, ecc.) che possano perturbare il bacino di accumulo fossilifero.

I resti organici si accumulano stagnando sul fondo, con acque poco ossigenate e prive di vita.

Esempi: Bolca (Vr, Eocene), Solnhofen (GER, Giurassico)



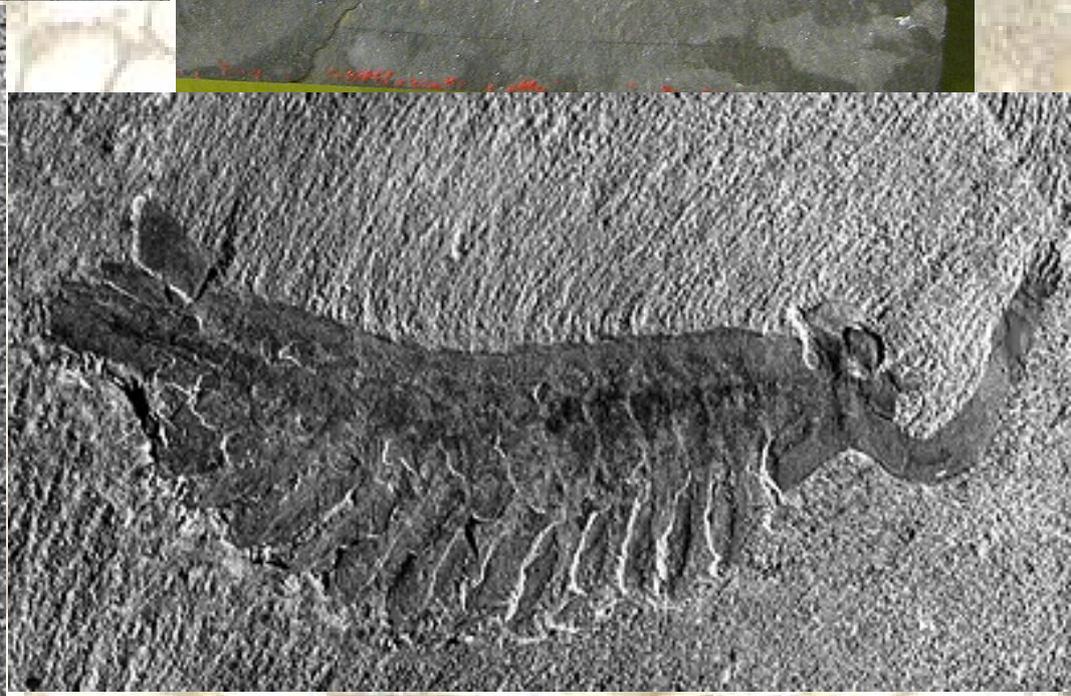
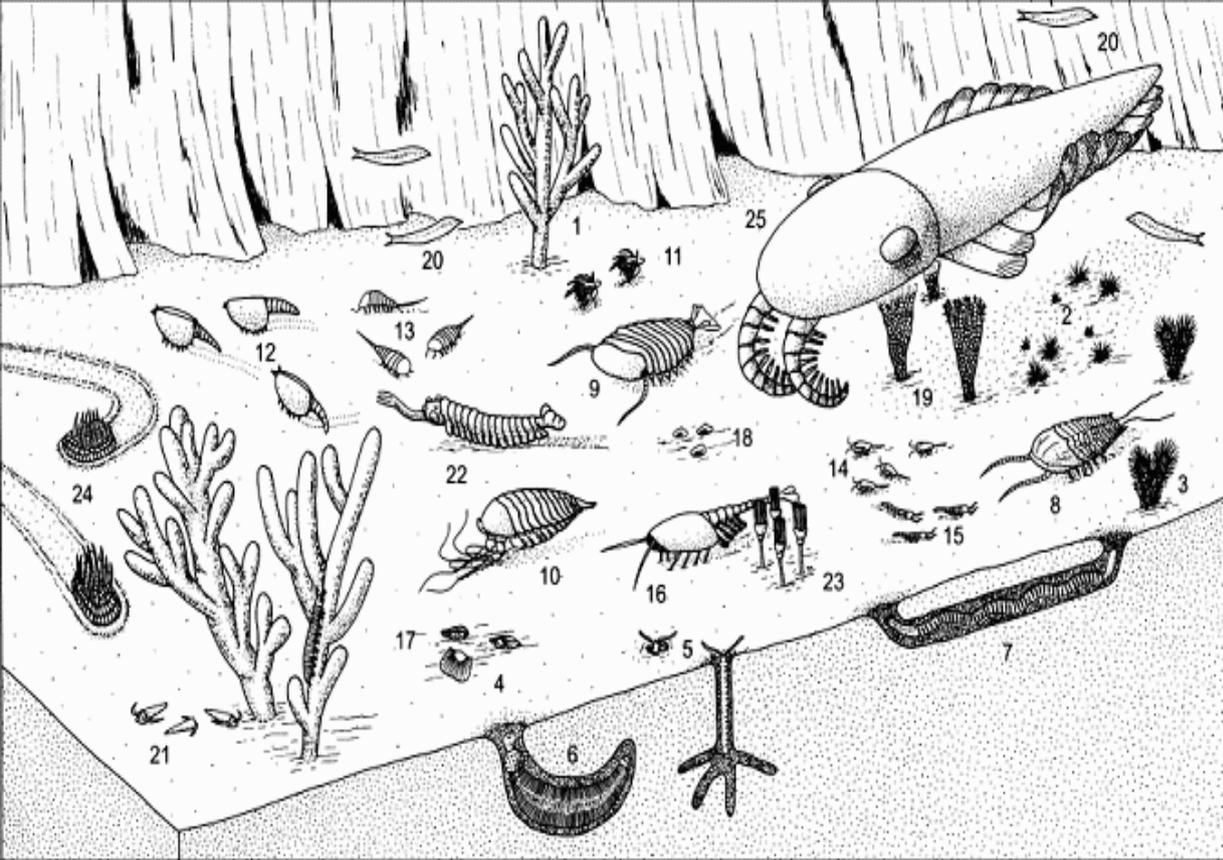


## **Trappole di soffocamento**

**Depositi originati dal repentino seppellimento di organismi (prima o immediatamente dopo la morte), in conseguenza di frane o correnti di torbida.**

**I resti vengono sottratti immediatamente all'azione degli organismi o degli agenti in grado di decomporre il reperto.**

**Esempi: Burgess Shale (CAN, Cambriano), Hunsrück (GER, Devoniano)**





## **Trappole di conservazione**

**Depositi in cui gli organismi restano intrappolati negli ultimi istanti di vita e dove ha luogo il processo di fossilizzazione.**

**Laghi con risalite di idrocarburi, paludi e sabbie mobili costituiscono trappole di conservazione in cui spesso si rinvencono vertebrati anche di considerevoli dimensioni.**

**Esempi: Ambra, Rancho La Brea (USA, Pleistocene)**



# Utilizzo dei fossili in geologia

I fossili sono utilizzati per lo studio della stratigrafia e per la geologia del sedimentario; in particolare, sono essenziali per datare le rocce sedimentarie (datazione relativa) e per le correlazioni biostratigrafiche, ossia per stabilire la contemporaneità di eventi biologici e geologici. Rocce diverse, contenenti gli stessi fossili, sono infatti coeve anche se geograficamente distanti.

A tal fine i fossili vengono distinti in diversi tipi, a seconda della loro utilità.

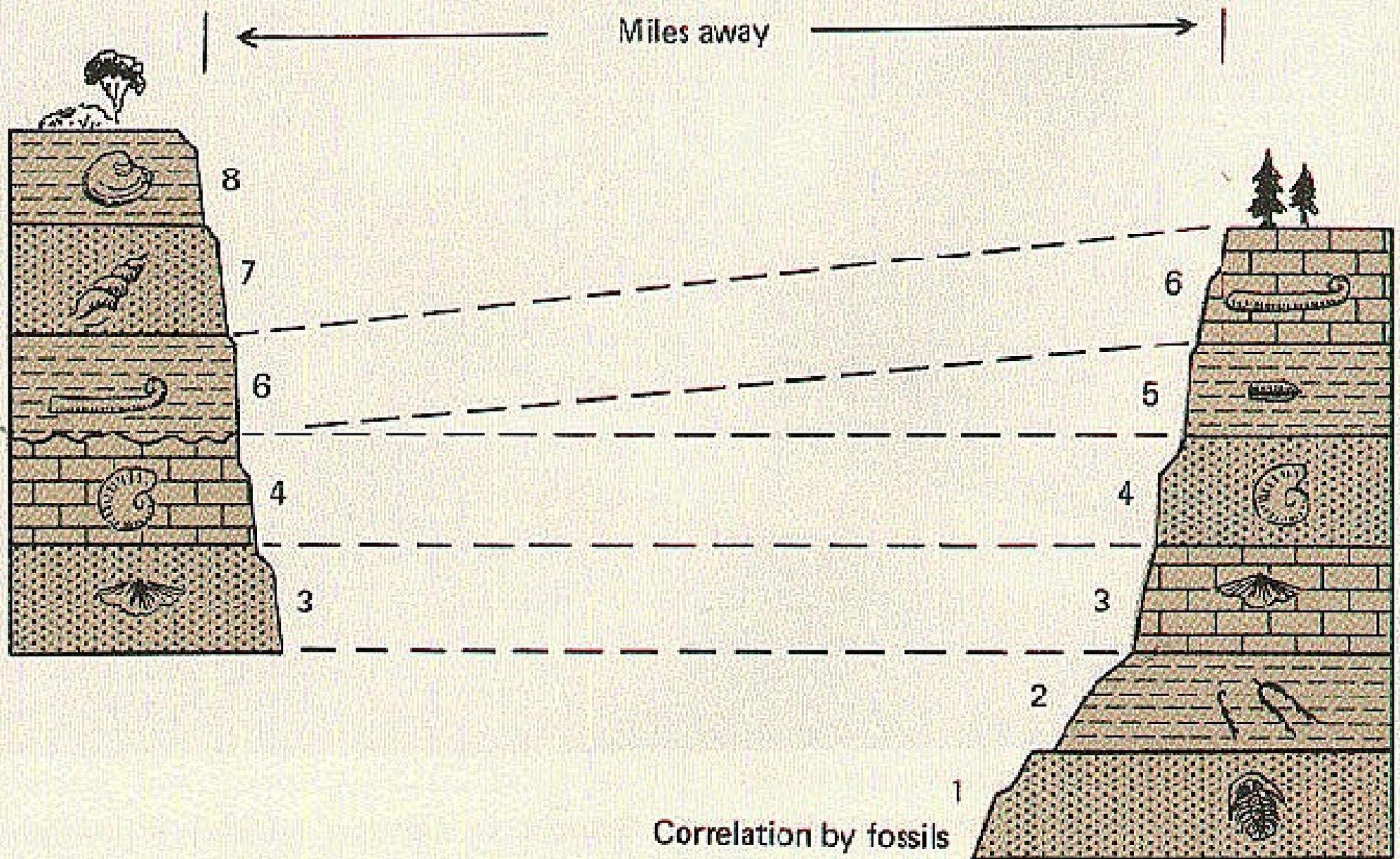
**Cattivi fossili:** forme durevoli o persistenti (fossili viventi), con caratteristiche immutabili nel tempo. → Non utili

**Fossili di facies:** forme soggette a stretto controllo ecologico. → Ricostruzioni paleoambientali e paleogeografiche

**Fossili guida:** definiti anche fossili indici, caratteristici o marker. Sono forme a rapida evoluzione (ridotta diffusione temporale), non soggetti a controlli ecologici e con vasta diffusione geografica. → Datazione e correlazioni

**Fossili rimaneggiati:** resti fossili contenuti in sedimenti di una data età, che in seguito all'erosione sono trasportati e rideposti in sedimenti più recenti. → Fasi erosive

**Fossili infiltrati:** resti di organismi infiltrati nelle fessure di rocce più antiche e quindi di età più recente del sedimento che li include. → Fenomeni carsici/tettonici



Esempio di correlazione biostratigrafica (a sin., la fase erosiva è testimoniata dalla mancanza dell'intervallo 5).

## **Fossili guida**

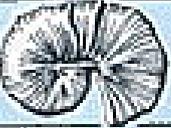
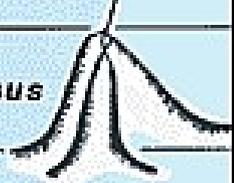
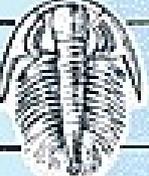
**I fossili guida sono usati per la datazione relativa delle rocce. I fossili guida, per essere tali, devono avere:**

- ampia distribuzione geografica**
- ampia abbondanza (quindi essere facilmente rinvenibili)**
- evoluzione rapida (quindi durata temporale molto limitata)**

**Paleozoico: Trilobiti, Graptoliti, Conodonti, Fusulinidi**

**Mesozoico: Ammoniti, Foraminiferi, Tintinnidi**

**Cenozoico: Foraminiferi (nummuliti), nannofossili calcarei**

GENOZOIC ERA (Age of Recent Life)	Quaternary Period	<i>Pecten gibbus</i>		<i>Neptunea tabulata</i>	
	Tertiary Period		<i>Calyptraphorus velatus</i>		<i>Venericardia planicosta</i>
MESOZOIC ERA (Age of Medieval Life)	Cretaceous Period	<i>Scaphites hippocrepis</i>		<i>Inoceramus labiatus</i>	
	Jurassic Period		<i>Perisphinctes tiziani</i>		<i>Nerinea trinodosa</i>
	Triassic Period	<i>Trophites subbullatus</i>		<i>Monotis subcircularis</i>	
PALEOZOIC ERA (Age of Ancient Life)	Permian Period		<i>Leptodus americanus</i>		<i>Parafusulina bosei</i>
	Pennsylvanian Period	<i>Dictyoclostus americanus</i>		<i>Lophophyllidium proliferum</i>	
	Mississippian Period		<i>Cactocrinus multibrachiatus</i>		<i>Prolecanites gurleyi</i>
	Devonian Period	<i>Mucrospirifer mucronatus</i>		<i>Palmatolepus unicornis</i>	
	Silurian Period		<i>Cystiphyllum niagarense</i>		<i>Hexamoceras hertzeri</i>
	Ordovician Period	<i>Bathyrurus extans</i>		<i>Tetragraptus fructicosus</i>	
PRECAMBRIAN	Cambrian Period		<i>Paradoxides pinus</i>		<i>Billingsella corrugata</i>

6



5



4



3



2



1



Ideale affioramento, strati che si ripetono uguali tra loro per litologia.

La presenza di fossili guida permette di datarli e di riconoscere eventuali lacune.

-gasteropode, non buon fossile guida.

-ammonite, guida per strato 4-5.

-trilobiti, guida per strato 2.



**Graptoliti di Agordo**



**Coralli di Agordo**

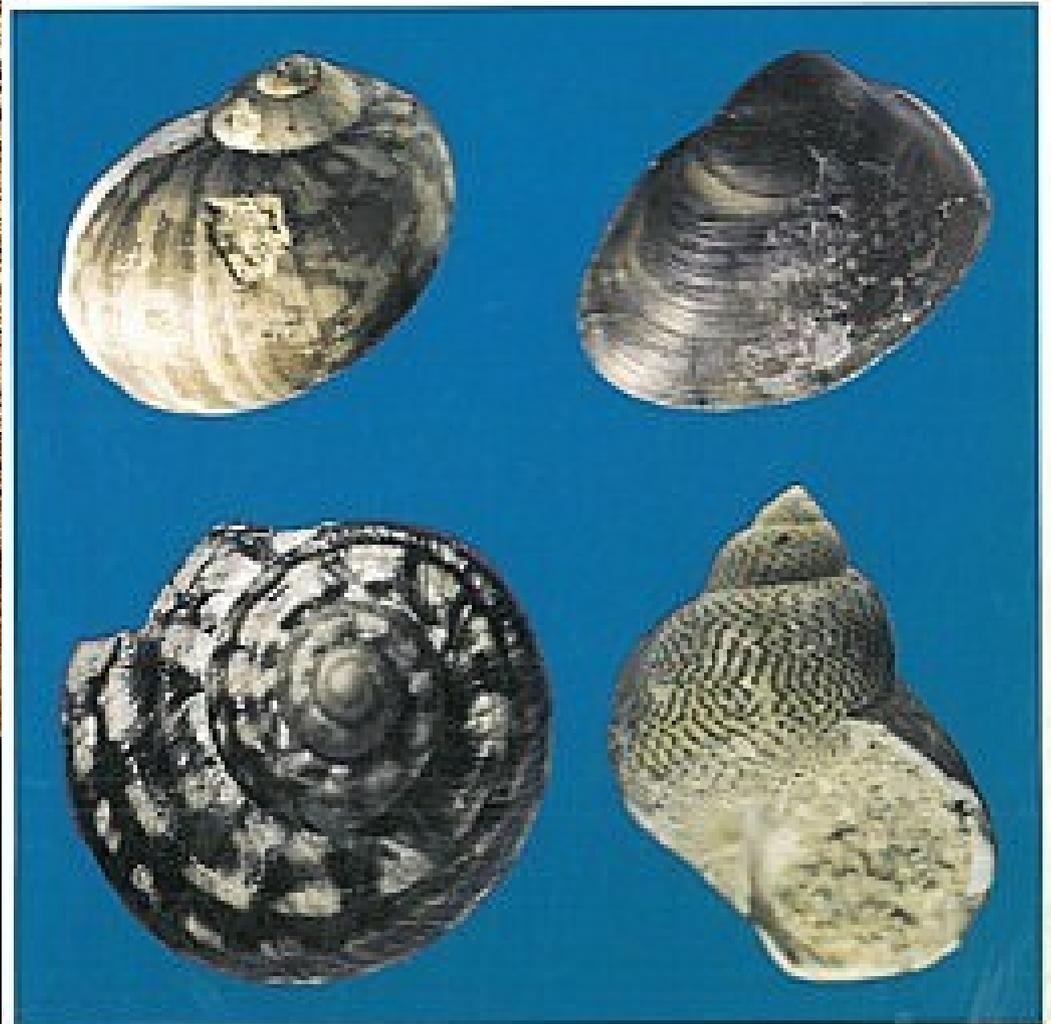


RINALDO ZARDINI

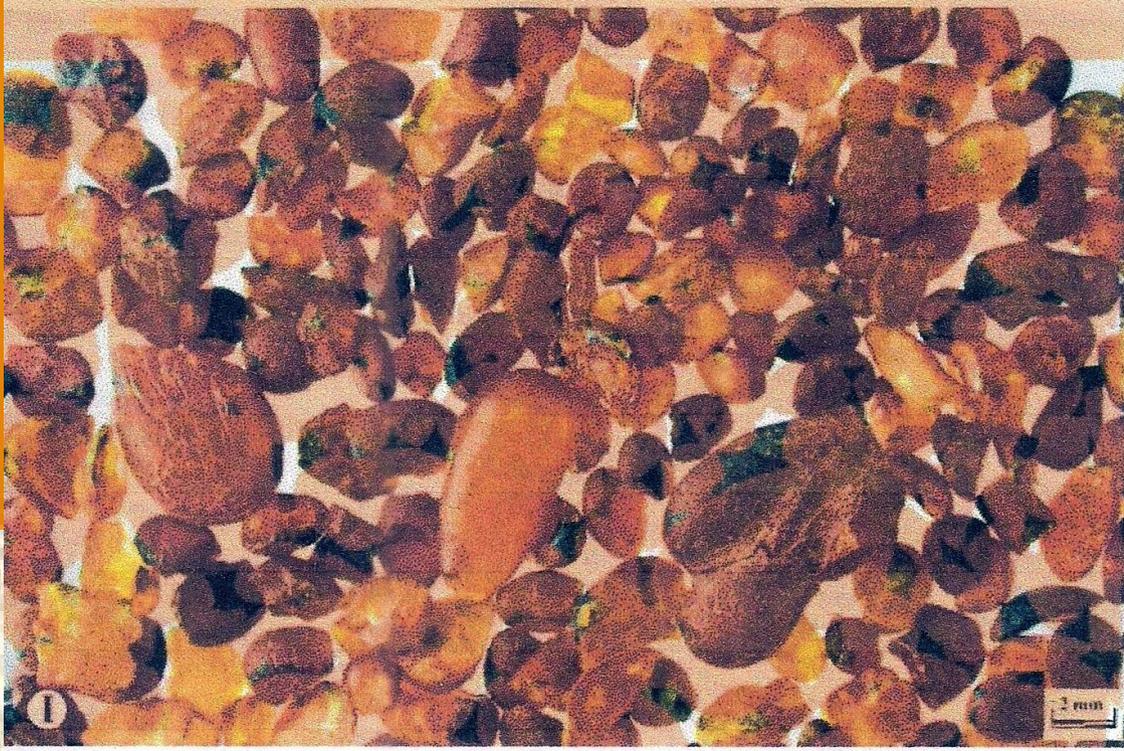
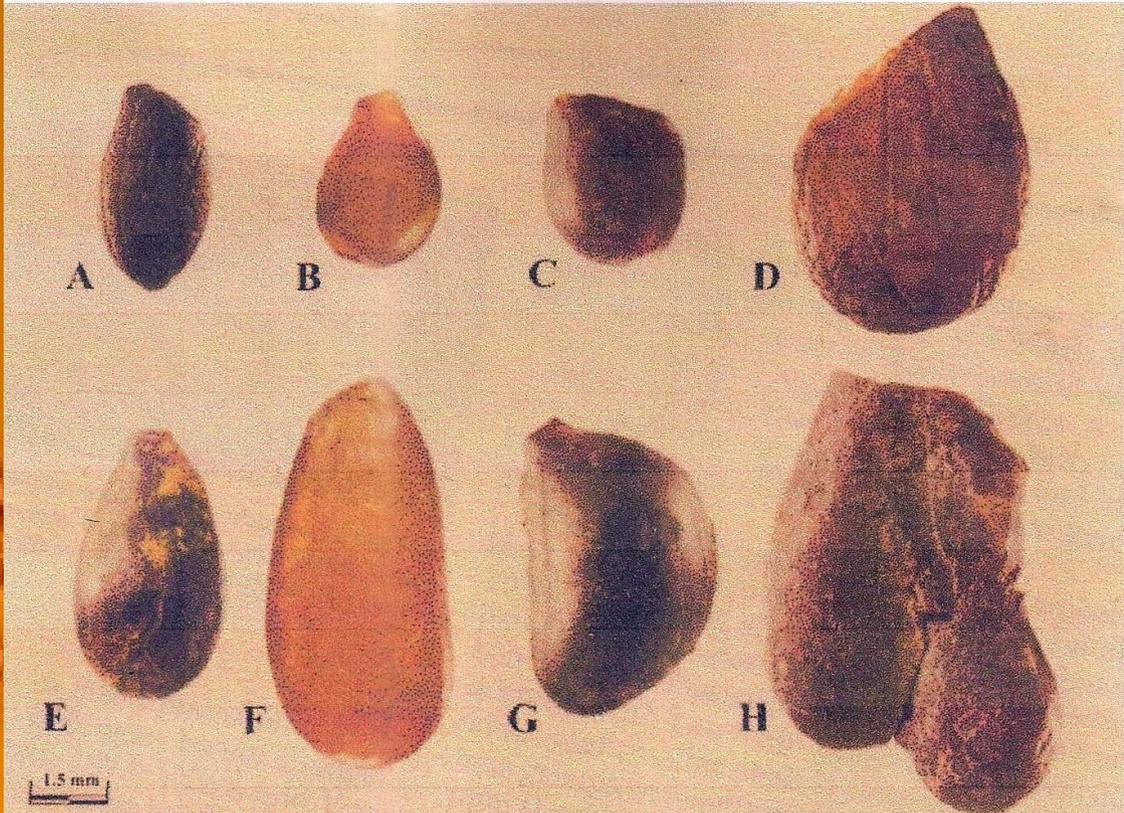
# FOSSILI CASSIANI

(TRIAS MEDIO-SUPERIORE)

PRIMO AGGIORNAMENTO ALL'ATLANTE DEI BIVALVI e  
SECONDO AGGIORNAMENTO ALL'ATLANTE DEI GASTEROPODI con  
ILLUSTRAZIONI DEI GUSCI CHE HANNO CONSERVATO LA PIGMENTAZIONE ORIGINARIA  
tutti raccolti nella Formazione di S. Cassiano della regione dolomitica attorno a Cortina d'Ampezzo



**Fossili di San Cassiano**



**Ambra delle Dolomiti**



**Megalodonti di Cortina**



Spugne del Serva



**Cocodrillo di Ponte Serra**



Bivalvi di Sedico

... delata ed altri bivalvi

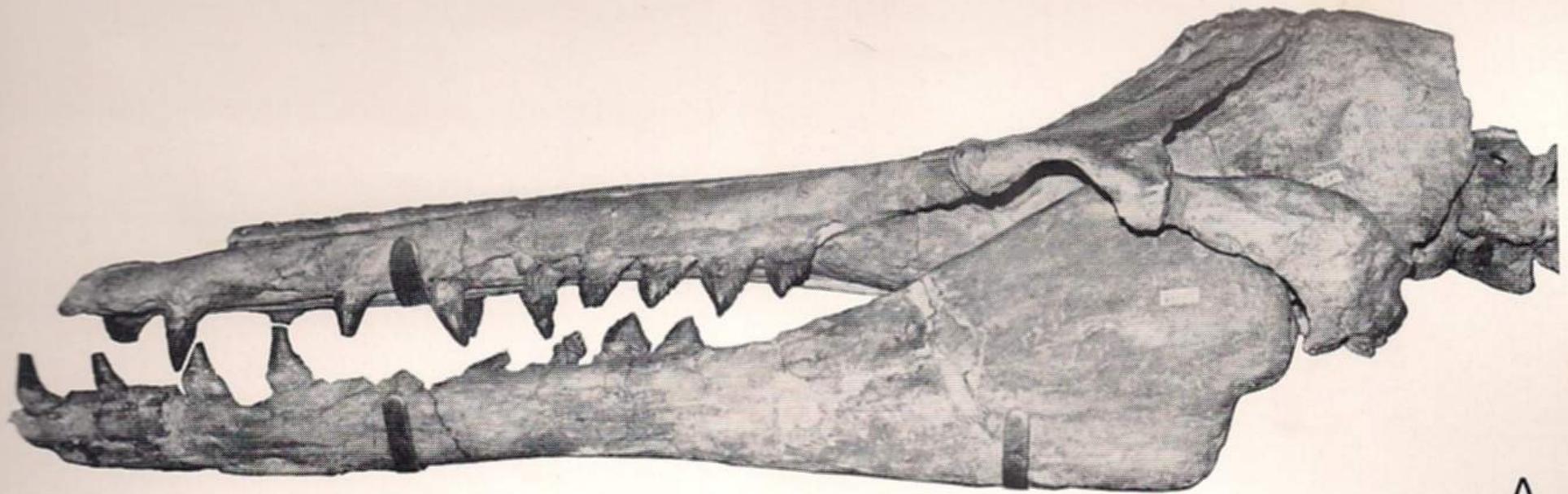


Denti di squalo della molassa



## I Delfini di Libano

L'esemplare di *Schizodelphis Sulcatus* del Museo Civico di Belluno.



A

**Squalodon bellunensis (da Pilleri, 1985)**



A

**Schizodelphis sulcatus (da Pilleri, 1985)**

## SQUALODONTOIDEA

### SQUALODONTIDAE

*Squalodon catulli* DE ZIGNO, 1876 #

*Squalodon bariensis* JOURDAN, 1861

*Squalodon bellunensis* DAL PIAZ, 1900

*Squalodon peregrinus* DAL PIAZ, 1971 #

### SQUALODELPHIDAE

*Squalodelphis fabianii* DAL PIAZ, 1916 #

## PHYSETEROIDEA

### PHYSETERIDAE

*Scaldicetus bellunensis* DAL PIAZ, 1922 #

## DELPHINOIDEA

### EURHINODELPHIDAE

*Ziphiodelphis abeli* DAL PIAZ, 1912

*Eurhinodelphis sigmoideus* PILLERI, 1985 #

*Eurhinodelphis bellunensis* PILLERI, 1985 #

### ACRODELPHIDAE

*Acrodelphis ombonii* LONGHI, 1898 #

*Schizodelphis sulcatus* GERVAIS, 1853

*Schizodelphis gresalensis* DAL PIAZ, 1977 #

*Schizodelphis brachycephalus* PILLERI, 1985 #

*Schizodelphis yablokovi* PILLERI, 1985 #

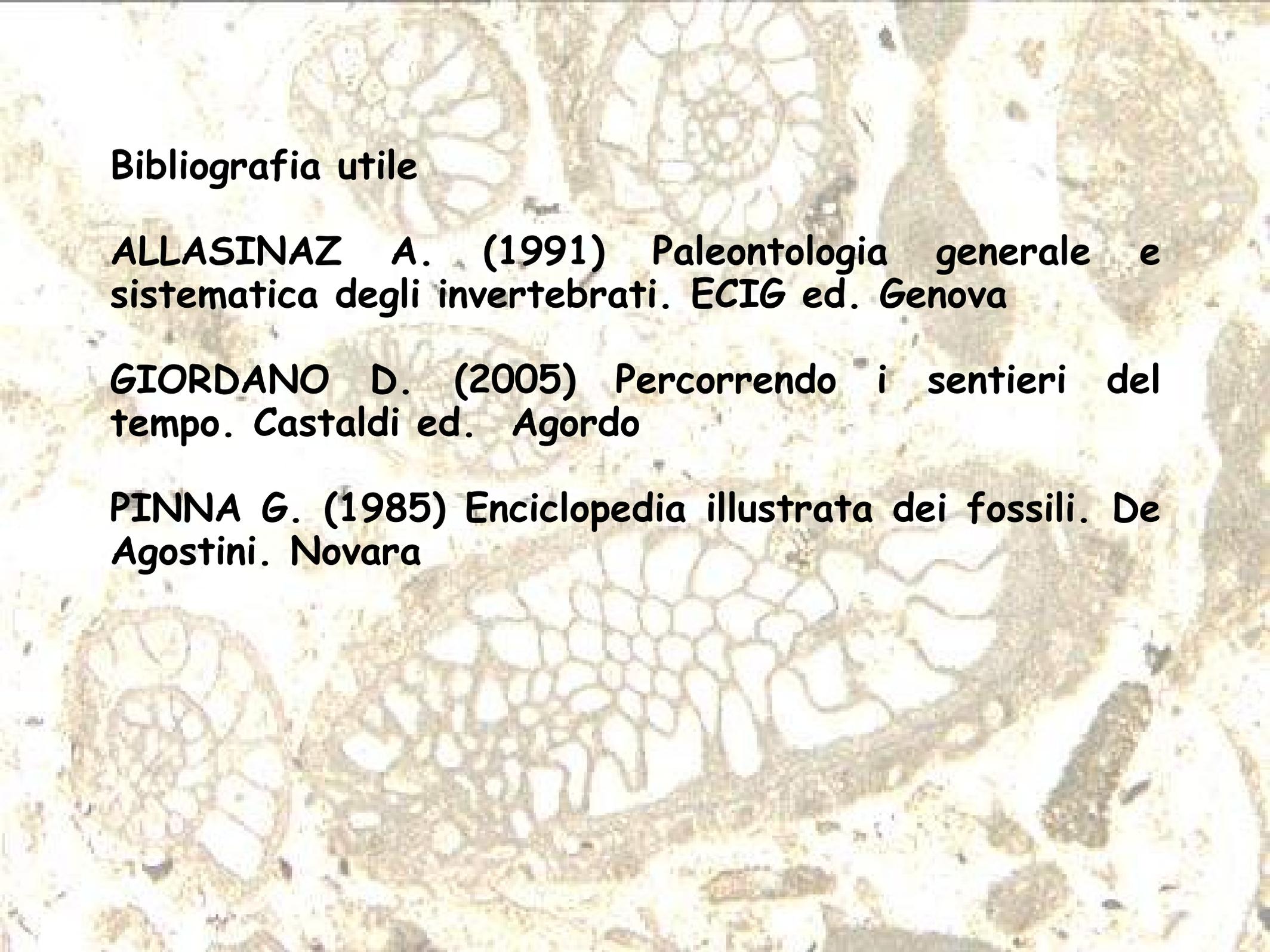
### PLATANISTIDAE

*Eoplatanista italica* DAL PIAZ, 1910 #

### DELPHINIDAE

*Protodelphinus capellinii* DAL PIAZ, 1977 #

# esclusivi del Bellunese



## Bibliografia utile

**ALLASINAZ A. (1991) Paleontologia generale e sistematica degli invertebrati. ECIG ed. Genova**

**GIORDANO D. (2005) Percorrendo i sentieri del tempo. Castaldi ed. Agordo**

**PINNA G. (1985) Enciclopedia illustrata dei fossili. De Agostini. Novara**