

QUADERNO

DODICI



ortobotanico@comune.trieste.it

Euro 4,00



comune di trieste

civico
orto botanico

Percorso
geopaleontologico
Geopaleontological route

QUADERNODODICI

quaderni didattici

Quaderni didattici già pubblicati

QUADERNOUNO - *L'erbario* - MARISA VIDALI, CARLO GENZO, 2001

QUADERNODUE - *Gli animali del giardino naturale* - UMBERTO CHALVIER, 2002

QUADERNOTRE - *Il verde a Trieste* - LIVIO POLDINI, 2003

QUADERNOQUATTRO - *Le piante tintorie* - Ass. TINTURA NATURALE "MARIA ELDA SALICE", 2003

QUADERNOCINQUE - *Terapia orticolturale* - ALESSANDRA CHERMAZ, 2003

QUADERNOSEI - *I licheni e la qualità dell'aria* - MIRIS CASTELLO, LUISA ZAPPA, 2004

QUADERNOSETTE - *I tetti verdi e la bioarchitettura* - FABRIZIO MARTINI, MASSIMO PALMA,
ELENA DE VECCHI, 2005

QUADERNOTTO - *Una passeggiata matematica* - CARLO GENZO, LUCIANA ZUCCHERI, 2006

QUADERNONOVE - *Appunti di erboristeria* - LAURA MARZI, 2007

QUADERNODIECI - *Fisiografia, la stampa naturale calcografica* - FURIO DE DENARO, 2008

QUADERNOUNDICI - *Piante in città* - CARLO GENZO, FABRIZIO MARTINI, MASSIMO PALMA, 2009



Comune di Trieste
Civico Orto Botanico
via Carlo de Marchesetti, 2
34142 Trieste (Italia)
tel e fax: +39 040 360 068
e-mail: ortobotanico@comune.trieste.it
www.retecivica.trieste.it/triestecultura/musei/scientifici/botanico/botaframe.htm

Foto DEBORAH ARBULLA, ANDREA COLLA, SERGIO DOLCE, ALESSANDRO PALCI,

FULVIO TOMSICH CARUSO

Disegni ALCEO TARLAO, FULVIO TOMSICH CARUSO

Testo DEBORAH ARBULLA

Revisione dell'inglese RITA PECORARI NOVAK

© 2013 by Comune di Trieste

Tutti i diritti riservati

Prima edizione febbraio 2013

Stampato in Italia - Arti Grafiche Friulane / Imoco spa (Udine)

ISBN 978-88-95317-03-8



comune di trieste
area cultura e sport
servizio musei scientifici
civico orto botanico

DEBORAH ARBULLA

Civico Orto Botanico Percorso geopaleontologico *Geopaleontological route*

PRESENTAZIONE

Il Civico Orto Botanico di Trieste è uno dei più piccoli Orti Botanici d'Europa. Eppure, abbarbicato sulle pendici del colle di Chiadino, esso si distingue non solo per le sue peculiari raccolte botaniche e per la rusticità delle sue esposizioni, ma anche per il contesto storico e ambientale in cui si è sviluppato: antico bosco su grigia arenaria per sperimentare le essenze più adatte a rinverdire il bianco calcare circostante. Orto Botanico dunque, nato sulla pietra e per colonizzare la pietra. Pietre formatesi entrambe in milioni di anni di accumulo di sedimenti e resti di animali e vegetali. Non poteva mancare quindi, presso il Civico Orto Botanico di Trieste, un itinerario che descrive le ricchezze della geologia e della paleontologia del territorio carsico e giuliano. Giusto completamento delle esposizioni e delle collezioni del Museo Civico di Storia Naturale, di cui l'Orto Botanico è l'avamposto più verde e vitale tra i Civici Musei Scientifici triestini. Grazie proprio alla conservatrice del Museo, dott. Deborah Arbulla (a cui si debbono queste ricche pagine e questo originale itinerario) passeggiare nel verde, tra alberi, fiori e animali, è un'esperienza ancor più ricca e completa per i visitatori, sia locali che, grazie al contemporaneo testo inglese, internazionali.

FOREWORD

The Municipal Botanical Garden of Trieste is one of the smallest botanical gardens in Europe. Perched on the slopes of the hill of Chiadino, it stands out not only for its unique botanical collections and the rusticity of its exhibits, but also for the historical and environmental context on which it developed: an ancient forest growing on grey sandstone used to test the most suitable plant species that could green the surrounding white limestone plateau. A Botanical Garden born on stones with the aim of colonizing stones. Stones that were formed in millions of years by sediment accumulation of animal and plant remains. For this reason, a route describing the geological and palaeontological richness of the Karst and the Venezia Giulia territories could not be missing. The Botanical Garden is the green and vital outpost of the Municipal Science Museums of Trieste, providing further knowledge to the exhibits and collections. Thanks to the Museum's curator, Mrs. Deborah Arbulla, who wrote these rich pages and conceived this original path, both local and international visitors (texts are available in Italian and English) can have a richer experience when walking through the garden, among trees, flowers and animals.

Nicola Bressi
Direttore del Servizio Musei Scientifici
del Comune di Trieste

INTRODUZIONE

L'idea di aprire un percorso Geopaleontologico al Civico Orto Botanico è nata sulla traccia di quello che è stato fatto in molti altri Orti Botanici d'Europa dove, assieme all'esposizione delle varie specie vegetali, sono proposti al pubblico anche percorsi alternativi, di conoscenza della geologia delle aree di provenienza dei vegetali esposti, o più in generale del luogo dove l'Orto sorge. Si è pensato, così, di aprire anche nel nostro Orto un percorso geologico, con la consapevolezza che la conoscenza delle rocce, sulle quali poggia Trieste ed il Carso, possano far capire e conoscere meglio le diverse specie vegetali che da noi crescono. Poiché la nostra zona è ricca di fossili, il percorso è stato ampliato da una numerosa carrellata di campioni, che rappresentano alcuni dei fossili più significativi del Carso Triestino. Ci si è dilungati particolarmente sulla descrizione del Sito del Villaggio del Pescatore (Comune di Duino-Aurisina, provincia di Trieste) e sui reperti che in esso sono stati trovati (i famosi dinosauri del Villaggio del Pescatore, tra i quali spicca per fama ed importanza il dinosauro "Antonio", *Tethyshadros insularis*, DALLA VECCHIA, 2009).

Un percorso di questo tipo è qualcosa di "vivo", soggetto a modifiche, aggiunte, miglioramenti, cambiamenti, per continuare a renderlo istruttivo e vicino agli interessi del pubblico che visita e visiterà l'Orto Botanico.

Il testo del quaderno riprende ed amplia quello delle didascalie del percorso e, come le didascalie, è in italiano ed inglese.

INTRODUCTION

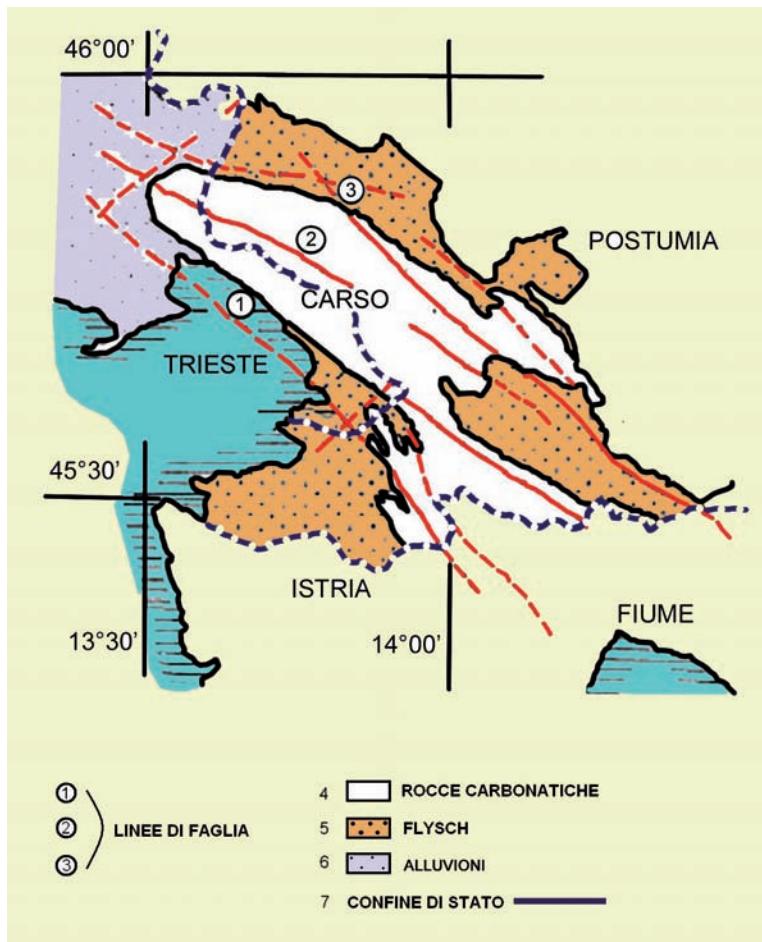
The idea of creating a geopaleontological route inside the Botanical Garden of Trieste stemmed from what has been done in many other botanical gardens in Europe, where next to plant specimen exhibitions there is also information on the geology of the area. For this reason we decided to set up a geopaleontological route which enables visitors to gain further knowledge about the rocks and the territory where such a varied vegetation grows. Fossils are very common in the area of Trieste, so we decided to include various fossil specimens along this itinerary and a wide space has been dedicated to the dinosaurs of the Villaggio del Pescatore (Duino-Aurisina Municipality within the Province of Trieste) among which is the famous dinosaur Tethyshadros insularis, DALLA VECCHIA, 2009, nicknamed Antonio. This type of geopaleontological route is subject to constant rearrangements, improvements and changes in order to keep it interesting and educational for all visitors.

This book takes up the route's captions and provides further information and details in both Italian and English.

IL CARSO

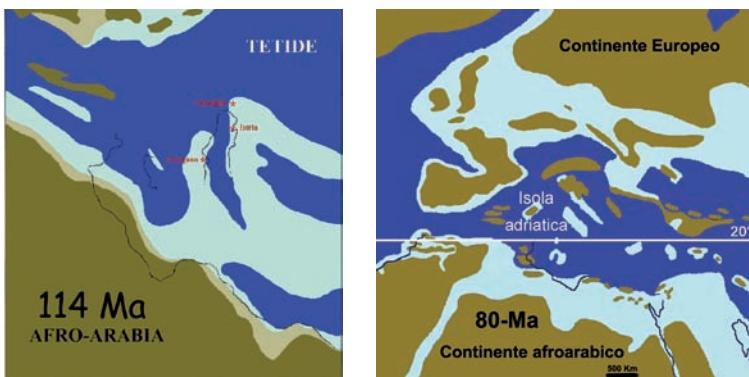
Il termine Carso deriva dalla parola indoeuropea “kar” o “ karra” che significa “roccia” o “pietra”.

Cos’è: è un altopiano formato da rocce carbonatiche, esteso per circa 440 km². È, dal punto di vista geologico, un’anticinale peneplanata (= piega a gobba, ridotta dagli agenti atmosferici ad un altopiano a superficie leggermente ondulata) allungata in direzione NO-SE. La superficie dell’altopiano degrada da SE a NO.



DOVE SI TROVA: il “Carso Classico” si estende tra l’Italia nord orientale e la Slovenia. Ad O e SO è delimitato dal Golfo di Trieste e dalla fascia costiera di Flysch (alternanza di marne ed arenarie), a NO dalla piana alluvionale dell’Isonzo, a N e NE dalla valle alluvionale del Vipacco (su Flysch), a SE dalle colline in facies di Flysch dei Birkini e dal bacino del Timavo superiore (anch’esso su Flysch) e a S dalla Val Rosandra, che divide il Carso Triestino da quello di San Servolo (propaggine nord-orientale dell’Istria Montana, Podgoriski Kras plateau).

QUANDO SI È FORMATO: nel Carso Triestino, i calcari più antichi datano circa 125 milioni di anni (Ma), mentre i più recenti circa 48 Ma, seguiti dal Flysch, circa 48-40 Ma. L’innalzamento e il piegamento dei calcari che oggi formano il Carso portarono all’emersione delle rocce, avvenuta nel Miocene, circa 20 Ma.



COME SI È FORMATO: le rocce calcaree del Carso si sono formate in seguito all’accumulo di sedimenti carbonatici (formati da carbonato di calcio, CaCO_3) derivati per lo più dalla disgregazione delle parti dure degli organismi marini (conchiglie, coralli, alghe, foraminiferi) in un fondale marino tropicale poco profondo (piattaforma carbonatica) e da precipitazione chimica.

100 milioni di anni fa, al posto del Carso, c’era il mare ed un’estesa piattaforma carbonatica. Non c’erano le Alpi e le Dinaridi, e la latitudine non era l’attuale (circa 45° Nord) ma, più o meno, 30° Nord, molto più vicina all’equatore. Alla fine del Cretaceo, invece, l’Europa era un arcipelago di isole, situato tra il continente afroarabico e l’Eurasia.

KARST

"Karst" derives from the Indo-European word "kar" or "karra" meaning "rock".

WHAT IS IT? It is a limestone plateau, covering about 440 sq km. The Karst plateau is an anticline peneplaned (= a convex up-fold transformed by weathering into a slightly undulating plateau) stretching in the NW-SE direction. The Karst plateau slopes down towards NW.

WHERE IS IT? The "Classical Karst" is situated between NE Italy and Slovenia. It is bordered to the W and SW by the gulf of Trieste and by the coastal flysch (a sequence of sedimentary cycles of sandstones and marls), to the NW by the Isonzo (Soča) alluvial plain, to the N and NE by the Vipacco (Vipava) alluvial valley (on Flysch), to the SE by the flysch hills of Brkini and the upper valley of the river Timavo (Reka), to the S by the Rosandra Valley (which marks the border between the Trieste Kras and the Podgorski Kras plateau).

WHEN DID IT FORM? In the Trieste Karst, the oldest limestone dates back 125 million years, whereas the most recent limestone dates back 48 million years. The Flysch covering the limestone formation of the Trieste Karst dates back 48-40 million years. The area that today is the Triestine Karst emerged about 20 million years ago.

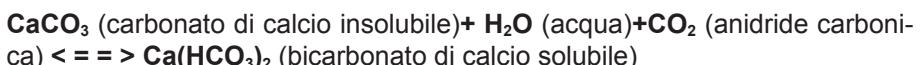
How DID IT FORM? The limestone of the Karst formed through the accumulation of limestone sediments (made from Calcium Carbonate CaCO_3) produced by the pulverization of the hard parts of marine organisms (shells, corals, algae, foraminifera) in a shallow tropical seabed (carbonate platform). In fact, 100 million years ago the area where the Karst lies now was covered by the sea and characterised by a large carbonate platform. The Alps had not yet formed and the latitude was about 30° N (today it is about 45° N), therefore much nearer to the equator than today. At the end of the Cretaceous period, Europe was an Archipelago of islands, situated between the Afro-Arabian and the Eurasian continents.

IL CARSISMO

Il Carsismo è il risultato del processo di corrosione (dissoluzione chimica) sulle rocce carbonatiche (calcarei, dolomie...), provocato dalle acque meteoriche acidificate dall'anidride carbonica (più pura è la roccia più le forme si esaltano). Il carsismo genera in superficie ed all'interno della massa rocciosa forme caratteristiche (doline, karren, pozzi, caverne,...).

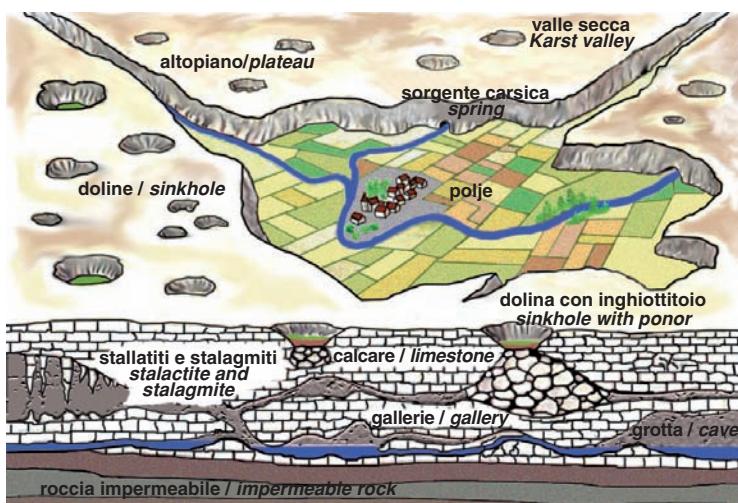
Il Carso è spesso caratterizzato da cavità sotterranee riempite d'acqua.

La dissoluzione della roccia calcarea (formata da carbonato di calcio) avviene secondo la reazione chimica:



L'anidride carbonica (CO_2) presente nell'aria reagisce con l'acqua (H_2O), che acidifica debolmente (si forma acido carbonico, H_2CO_3). L'acido reagisce con il carbonato di calcio (CaCO_3) della roccia e lo trasforma in bicarbonato di calcio [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$], solubile in acqua. Con la reazione chimica inversa avviene invece il concrezionamento.

Il manto vegetale accentua il fenomeno (aumenta la concentrazione di CO_2). Ai processi chimici si aggiungono quelli di erosione meccanica dovuti alle acque correnti.



LE FORME DEL CARSO: anche se sono il prodotto dello stesso processo, si usa distinguere forme carsiche DI SUPERFICIE (EPIGEE) E SOTTERRANEE (IPOGEE).

Forme epigee

GRANDI FORME

dolina (vallecola in sloveno): depressione chiusa, subcircolare a media profondità. Si origina per soluzione (allargamento chimico di fessure preesistenti) o crollo del soffitto di una cavità;

uvala (avallamento in sloveno): depressione chiusa, formata dalla coniugazione di più doline. Ha forma allungata;

polje (campo in sloveno): grande depressione chiusa, di forma allungata fino a diversi chilometri, condizionata da strutture geologiche (assi di pieghe o faglie).



Grotta dell'Elmo (Ts): pozzo d'ingresso.
Elmo cave (Ts): vertical cave entrance.



Griza (pietraia carsica).
Griza (karst stony ground).

PICCOLE FORME

“scannellature” o **“Rillenkarren”** in tedesco: solchi rettilinei e poco profondi, lunghi fino a poche decine di cm, separati gli uni dagli altri da una cresta aguzza. Generati per corrosione delle acque piovane su rocce calcaree molto compatte e pure (solubilità dinamica); **“vaschette di corrosione”** o **“kamenitze”** in slo-





Grotta di Ternovizza (Ts): gours.



Planinska Jama (Slo): caverna.
Planinska Jama (Slo): cave.



Planinska Jama (Slo): galleria.
Planinska Jama (Slo): gallery.

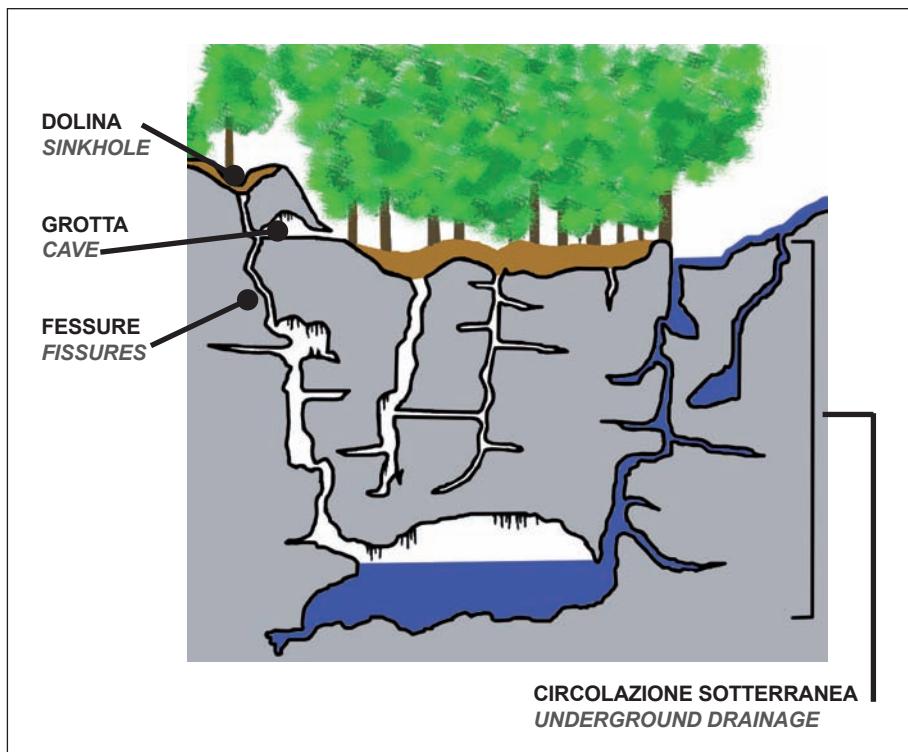
veno: piccole conche chiuse o con canaletto di scarico, a fondo piatto e a forma quasi circolare, più larghe che profonde. Si formano per il ristagno d'acqua in una piccola depressione;
“solchi carsici” o “Rinnenkarren” in tedesco: solchi di lunghezza metrica, con sezione ad “U”, che seguono la massima pendenza della superficie esposta. Si formano come le scannellature;
fori di dissoluzione (micropozzi);
crepacci carsici: fratture poco profonde, simili ai solchi, ma formati lungo fratture nella roccia;
“campi solcati” o **“campi carreggiati”** o “Karren” in tedesco: affioramenti rocciosi di varia estensione, dove sono presenti varie piccole forme carsiche (scannellature, vaschette, solchi...).

Forme ipogee

grotte (pozzi, gallerie, caverne): dovute all'opera di dissoluzione ed erosione dell'acqua lungo fessure e discontinuità della roccia;

concrezioni calcitiche: si formano per la deposizione di calcite (carbonato di calcio, CaCO_3) da acque sature per gocciolamento (stalattiti, veli, stalagmiti), per scorrimento (colonne, crostoni stalagmitici, gours o vaschette), da capillarità (dischi, eccentriche), da acque salienti (gaysermiti), da condensazione (rims, baffi).

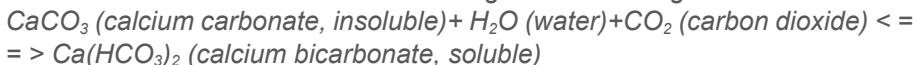
IMPORTANZA DEL CARSO: gli acquiferi carsici sono un'importante risorsa idrica per un quarto della popolazione mondiale!



KARST

Karst is a landscape formed from the dissolution of carbonate rocks (limestones, dolostones...) by means of rainwater acidified by carbon dioxide. The more calcium carbonate there is in the rocks, the more distinct are the landforms. The Karst landscape is characterized by a typical surface and deep landforms. It is also characterized by a well-developed underground drainage system.

Dissolution of carbonate occurs according to the following chemical reaction:



Weakly acid water, as a result of the reaction between carbon dioxide (CO₂ present in the air) and water (H₂O), dissolves carbonate (CaCO₃), that becomes aqueous calcium bicarbonate [Ca(HCO₃)₂]. Deposition of calcium carbonate occurs with inverse chemical reaction. Vegetation emphasizes this phenomenon (due to the increase of CO₂ concentration).

Chemical processes are added to those of mechanical erosion due to water currents.

KARST FORMATIONS: there are features on the surface and beneath the surface.

EXPOSED SURFACE.

LARGE-SCALE FEATURES

doline (also sinkhole but only in North America) (dolina in Slovenian): natural enclosed depression in the Karst landscape caused by solution of narrow fissures on the limestone or by collapse into a subterranean cavity;

uvala (depression in Slovenian): a depression formed when two or more dolines coalesce;

polje (field in Slovenian): a large, flat-floored depression within karst limestone. Its long axis develops parallel with structural trends and can become several miles (tens of kilometers) long. Many poljes are wet-season lakes.

SMALL FEATURES

solution flutes or "Rillenkarren" in German: sharp-ridged grooves formed by dissolution of carbonatic rocks by acid water;

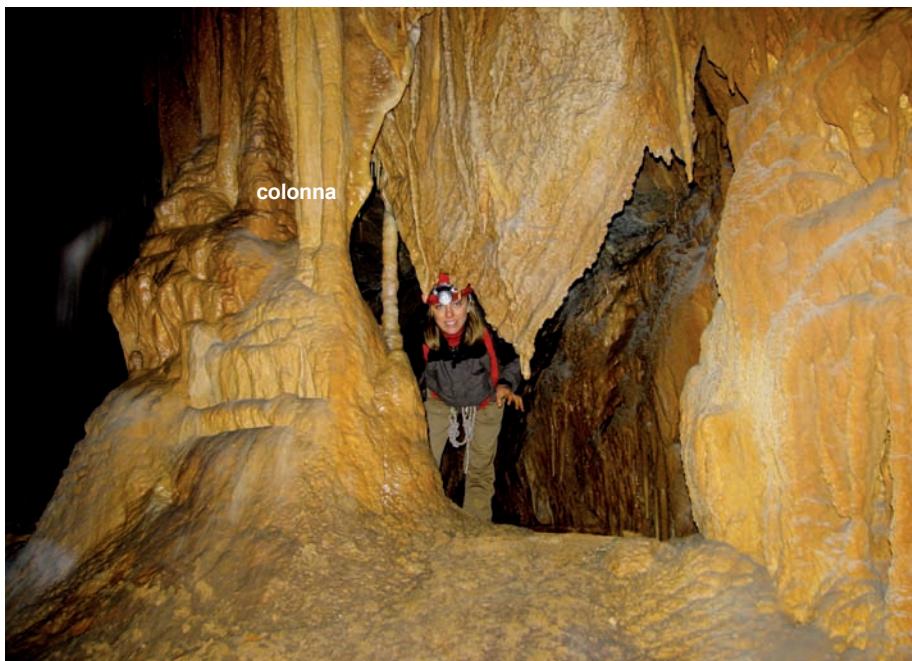
solution pan or "kamenitza" in Slovenian: small depression with a flat floor and a sub circular shape, wider than deeper. They are formed by stagnant water; plants help the reaction;

solution runnels or "Rinnenkarren" in German: metric solution grooves, with a "U" section. Formed like solution flutes;

cavernous karren (micropool);

grike: vertical fissure developed by solution along a joint in a limestone pavement;

"Karrenfeld" in German or "**lapiez**" in French: a general term used to describe the total complex of superficial solutional features (solution flutes, pot holes, runnels...).



Grotta Impossibile (Ts)

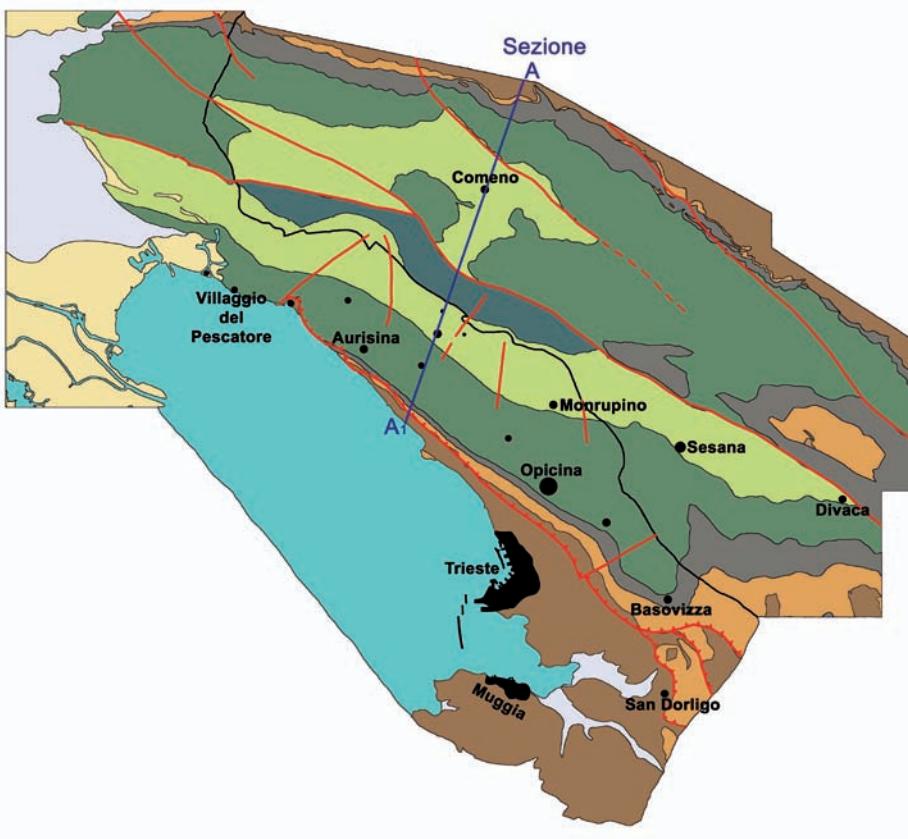
BENEATH THE SURFACE

Cave (gallery, pothole, cavern...) are the result of the dissolutional action of circulating water along bedding plane joints in the rock;

speleothems: General term for all cave mineral deposits (stalactites, flowstone, flowers, etc.) formed by calcite precipitation processes (reverse of dissolution of limestone).

WHY IS KARST IMPORTANT? A quarter of the world's population is supplied by water deriving from karstic aquifers.

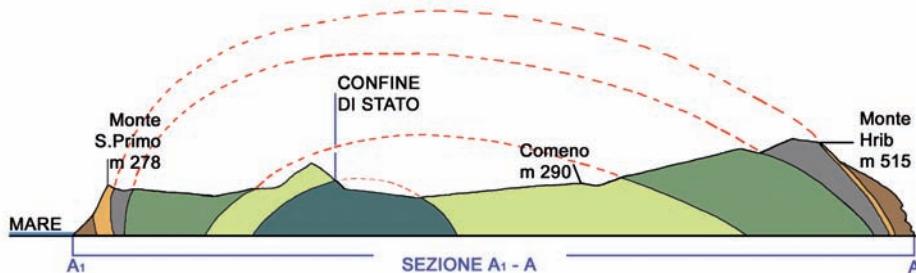
CARTA GEOLOGICA SEMPLIFICATA DEL CARSO CLASSICO
 GEOLOGICAL MAP OF THE CLASSICAL KARST



CENOZOICO			OLOCENE (ALLUVIONI SABBIOSE)
			OLOCENE (ALLUVIONI GHIAIOSE)
TERZIARIO	PALOGENE		EOCENE (FLYSCH)
			EOCENE (CALCARE)
CRETACEO	SUPERIORE		MAASTRICHTIANO - PALEOCENE (LIBURNICO)
			TURONIANO - SENONIANO
	INFERIORE		APTIANO - ALBIANO - CENOMANIANO
			BARREMIANO

Sezione schematica dell'anticlinale del Carso Triestino (per facilitare al massimo la lettura, non sono state considerate le faglie, i sovrascorimenti ecc.)

Simplified section of Trieste Karst anticline (to better understand the figure faults, overthrusts, etc. are not included).



Il Percorso Geopaleontologico

Il percorso geopaleontologico è formato da una ventina di stop, che rappresentano i litotipi caratteristici ed i fossili più comuni della provincia di Trieste. I campioni sono presentati in ordine temporale. Seguendo la scala del tempo geologico e la successione dell'età delle rocce del Carso Triestino, si va dalle più antiche alle più recenti.

Si parte, quindi, dai campioni di roccia del Crecacico inferiore (Aptiano-Albian), per terminare con il Flysch. A questi, seguono alcuni campioni del Quaternario, un esempio dei numerosi ritrovamenti (macro e micromammiferi e litica umana) avvenuti sul territorio, in particolare nelle grotte.

Inoltre, viene fatto un accenno al carsismo, con esempi di rocce carsificate e speleotemi.

THE GEOPALEONTOLOGICAL ROUTE

The geopaleontological route consists of several stops which show the typical rocks and the most common fossils of the Trieste area.

Samples are shown in temporal order, following the geological time scale and the age of rocks of the Trieste Karst. They go from the most ancient to the most modern.

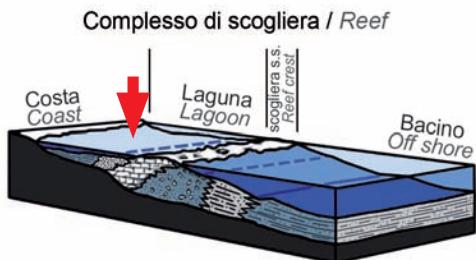
The first is an Aptian-Albian sample, the last is a Flysch sample, followed by Quaternary samples, typical of discoveries in caves (macro and micro fauna in particular and stone tools).

Karst formations and speleotems samples are present as well.

I CAMPIONI DEL PERCORSO GEOPALEONTOLOGICO *THE SAMPLES OF THE GEOPALEONTOLOGICAL ROUTE*

- ALABASTRO DEL CARSO (stalattite) (*Karst Alabaster, stalactite*)
SPELEOTEMI (*Speleoteme*)
CALCARI CARSIFICATI (*Karst formations*)
CALCARE NERO, Aptiano-Albiano (*Aptian-Albian black limestone*)
CALCARE CON REQUENIDI Aptiano-Albiano (*Limestone with Requienidae, Aptian-Albian*)
DOLOMIA CALCARA, Albiano-Cenomaniano parim (*Calcareous dolostone, Albian-Cenomanian partim*)
DOLOMIA CALCAREA FOSSILIFERA, Cenomaniano (*Fossiliferous calcareous dolostone, Cenomanian*)
CALCARE ORGANOGENO A FRAMMENTI FOSSILI, Cenomaniano (*Organogenic limestone with fossil fragments, Cenomanian*)
CALCARE A *NEITHEA*, Cenomaniano (*Limestone with Neithea, Cenomanian*)
CALCARE SCISTOSO "DI COMENO", Cenomaniano (*Laminated limestone "Scisti di Comeno, Cenomanian"*)
CALCARE AD ACTEONELLA, Turoniano (*Limestone with Acteonella, Turonian*)
CALCARE CON NODULO DI SELCE, Turoniano-Santoniano (*Limestone with flint nodule Turonian-Santonian*)
CALCARE A VACCINITES, Santoniano-Campaniano (*Limestone with Vaccinites, Santonian-Campanian*)
CALCARE CON *KERAMOSPHAERINA TERGESTINA*, Santoniano (*Limestone with Keramosphaerina tergestina, Santonian*)
LAMINITI VILLAGGIO DEL PESCATORE, Campaniano sup.-Maastrichtiano inf. (*Laminites of the Villaggio del Pescatore site, Late Campanian - Early Maastrichtian*)
CALCARE STROMATOLITICO, Paleocene (Daniano) (*Limestone with Stromatolites, Paleocene, Danian*)
CALCARE A NUMMULITI, Eocene (*Limestone with Nummulite, Eocene*)
CALCARE AD ALVEOLINE, Eocene (*Limestone with Alveolina, Eocene*)
ARENARIA CON RESTI VEGETALI, Eocene (*Sandstone with vegetable remains, Eocene*)
BRECCIA OSSIFERA di Slivia, Pleistocene inferiore terminale (*Slivia Ossiferous breccia, Late Early Pleistocene*)
BRECCIA DI VISOGLIANO, Pleistocene medio (*Visogliano breccia, Middle Pleistocene*)

1. CALCARE NERO, Aptiano-Albiano (125-99,6 milioni di anni fa [Ma])



DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare nero, a grana fine, con fratture irregolari scheggiolate, fetido alla percussione. Contenuto fossilifero visibile solo al microscopio.

PALOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna (laguna di retroscogliera; ambiente poco ossigenato; lo si capisce dal colore nero della roccia).

BLACK LIMESTONE, Aptian-Albian (125-99.6 million years ago [mya]).

DESCRIPTION: mud supported limestone, fetid limestone with microscopic fossils only.

ENVIRONMENT: inner carbonate platform (back reef lagoon; reducing environment- black limestone).

SCHEDA A - Box A

CALCARE: roccia sedimentaria composta prevalentemente da calcite, un minerale costituito da carbonato di calcio (CaCO_3). L'origine è solitamente organogena (dall'accumulo di resti di organismi marini quali conchiglie, coralli, alghe calcaree) o chimica, per precipitazione chimica di carbonato di calcio da acque soprassature. È una roccia soggetta alla corrosione da parte dell'acqua acidificata dall'anidride carbonica, che genera forme caratteristiche (di superficie o epigee; sotterranee o ipogee).

Ambiente di formazione: acque marine poco profonde, calme, calde, ideali per gli organismi con conchiglie e scheletri di carbonato di calcio. Quando muoiono, le parti dure vanno a formare dei sedimenti carbonatici che, litificandosi, diverranno rocce calcaree di origine organogena (rilevata dalla presenza di fossili all'interno della roccia).

Oggi vi sono molti ambienti a sedimentazione carbonatica (che porterà alla formazione futura del calcare), situati tra i 30° di latitudine nord e i 30° di la-

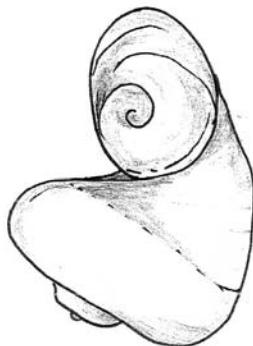
titudine sud, come nel Mar dei Caraibi, nell'Oceano Indiano, nel Golfo del Messico, nelle isole dell'Oceano Pacifico, nell'arcipelago Indonesiano. La piattaforma delle Bahamas (nell'Oceano Atlantico) è una di queste aree, dove i detriti degli organismi marini continuano a produrre estesi depositi calcarei.

Stalattiti e stalagmiti ("speleotemi") si formano nelle grotte, dove le gocce d'acqua che scendono dal soffitto, evaporando, depositano il carbonato di calcio in esse disiolto. Nel tempo si sviluppano degli accumuli di carbonato di calcio di forma allungata che, se presenti sul soffitto della cavità si chiameranno stalattiti, se presenti sul pavimento e con forme più massicce si chiameranno stalagmiti.

Limestone: sedimentary rock composed largely of calcite, a mineral form of calcium carbonate (CaCO_3). It can be an organic sedimentary rock that forms from the accumulation of shell, coral, algal debris, or it can be a chemical sedimentary rock formed by the precipitation of calcium carbonate from solution. Limestone is a rock being dissolved by water acidified by carbon dioxide. This dissolution formed the characteristic karst formations.

Limestone-forming environment: most limestones form in shallow, calm, warm marine waters where organisms with calcium carbonate shells and skeletons live. When these animals die, their hard parts like shell and skeleton accumulate as sediment that can be lithified into limestone. These limestones are biological sedimentary rocks and their biological origin is revealed by the presence of fossils. Today on the Earth there are many carbonatic sedimentation environments in shallow water areas between 30 degrees north latitude and 30 degrees south latitude. Limestone is forming in the Caribbean Sea, Indian Ocean, Persian Gulf, Gulf of Mexico, around Pacific Ocean islands and within the Indonesian archipelago. One of these areas is the Bahamas Platform, located in the Atlantic Ocean where vast amounts of calcium carbonate skeletal debris produce an extensive limestone deposit. Stalactites, stalagmites (called "speleothems") are examples of limestone that formed through evaporation. In a cave, droplets of water seeping down from above enter the cave through fractures or other pore spaces in the cave ceiling. There they might evaporate before falling to the cave floor. When the water evaporates, any calcium carbonate that was dissolved in the water will be deposited on the cave ceiling. Over time this evaporative process can result in an accumulation of icicle-shaped calcium carbonate on the cave ceiling. These deposits are known as stalactites. If the droplet falls to the floor and evaporates, a stalagmite could grow upwards from the cave floor.

2. CALCARE CON REQUIENIDI, Aptiano-Albiano (125-99,6 Ma)



Requienia ammonia.

DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare nero, a grana fine, con fratture irregolari scheggiose, fetido alla percussione. Presenti fossili di Requeniidae (Valanginiano-Maastrichtiano, 128-65 Ma): genere di molluschi bivalvi appartenenti al gruppo estinto delle rudiste. La conchiglia aderiva al substrato con la valva sinistra, avvolta a spirale).

PALEOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna (laguna di retroscogliera, ambienti fango sostenuti soggetti a tassi di sedimentazione da moderati a bassi).

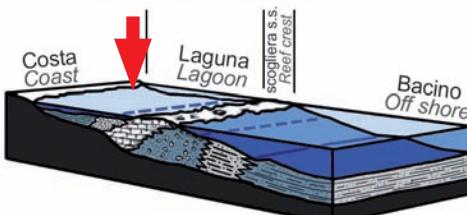


LIMESTONE WITH REQUIENIIDAE, Aptian-Albian (125-99.6 mya).

DESCRIPTION: black, fetid and mud supported limestone with Requeniidae fossils (genus of Molluscs belonged to extinct group of Rudists.). The shells were attached by the left valve. The shell shape is coiled).

ENVIRONMENT: inner carbonate platform (back reef lagoon; mud supported limestone with moderate- low sedimentation).

Complesso di scogliera / Reef



SCHEDA B - Box B

LE RUDISTE

CHI ERANO? Gruppo di bivalvi estinto, con valve disuguali (inequivalvi), molto diversi dai bivalvi attuali.

QUANDO VISSERO? Comparsi: Oxfordiano (Giurassico sup.) 161,2-155,7 Ma. Estinti: passaggio Cretacico-Terziario, 65,5 Ma.

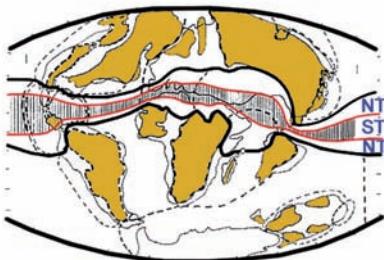
Dove? Nelle acque calde e poco profonde della Tetide (oceano esteso in direzione est-ovest; separava l'Africa dal continente Eurasatico). La loro presenza segna i limiti della Tetide.

Come? Organismi sessili (fissi al substrato), bentonici (vivevano sul fondale marino), in acque poco profonde, solitari o gregari. Erano i caratteristici costruttori di barriere del Cretacico ma le “barriere a rudiste” erano molto diverse da quelle a coralli.

La Tetide nel Cretacico medio.

ST, Supertetide: fascia climatica interna, più calda e a salinità relativamente elevata (rudiste dominanti sui coralli); **NT**, Tetide normale: fascia climatica tropicale a salinità normale.

Tethys in middle Cretaceous. ST, Supertethys: distribution of a warmer, somewhat hypersaline marine climatic zone (dominance of rudists over corals); NT, normal Tethys: normal tropical climatic zones.



DOVE SI RITROVANO OGGI LE RUDISTE FOSSILI? Dalla Svezia meridionale al Madagascar; località principali: Texas, Messico, Antille, Portogallo, Francia, Italia, Turchia, Siria, Iran.

RUDISTS

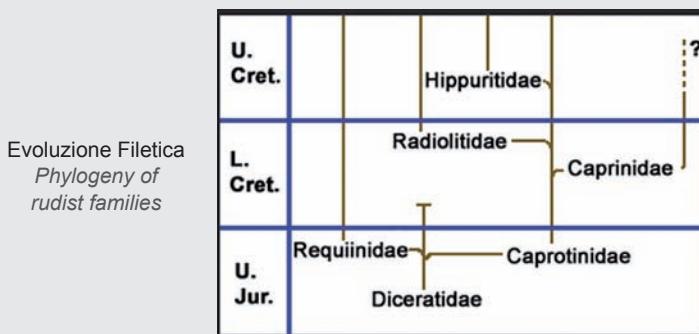
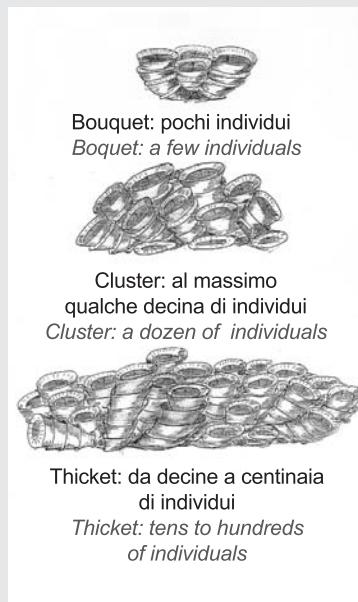
WHAT WERE THEY? They were a group of extinct bivalves, with diverse valves (in-equivalves), very different from today's bivalves.

WHEN DID THEY LIVE? First appeared: Oxfordian (Late Jurassic) 161.2-155.7 mya. Extinct: at the Cretaceous-Tertiary boundary, 65.5 mya.

WHERE? Rudists lived in warm, shallow seas of Tethys (ocean running around the Earth in E-W direction between Africa and Eurasia land). Tethys is defined on the limits of rudist formations.

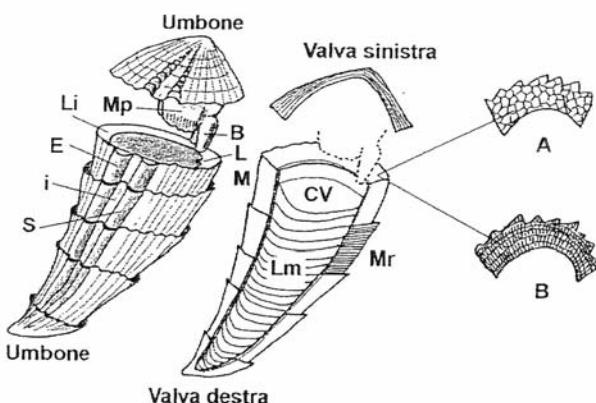
How? Sessil (attached to the substratum) and benthic (living on the sea floor, on the bottom or partially buried in the sediment) organisms, as single individuals or gregarious. They were the typical "reef-builders" of the Cretaceous, but rudist formations were very different from coral reefs.

WHERE CAN YOU FIND FOSSIL RUDISTS TODAY? From south Sweden to Madagascar; principal localities: Texas, Mexico, Antilles, Portugal, France, Italy, Turkey, Syria, Iran.



FAMIGLIE DI RUDISTE

Le rudiste hanno due denti e un alveolo nella valva superiore (sinistra), un dente e due alveoli in quella inferiore (destra) fissata al substrato, eccetto le Diceratidae che si fissano con la valva destra o sinistra a seconda della specie. Le Requienidae si fissano esclusivamente con la valva sinistra.



Mp: miofara posteriore; *posterior myophore*

B: dente; *tooth*

Li: limbo

L: cresta legamentare; *ligament ridge*

E, S: banda radiale; *radial bands*

i: interbanda

Cv: cavità viscerale; *general cavity*

Lm: laminae

M: megaciclo; *main growth cycle*

Mr: microritm cycle

A, B: struttura cellulare; *cellular structure*

Per distinguere famiglie, generi e specie, le caratteristiche che si osservano sono: l'apparato cardinale, la struttura delle valve, l'ornamentazione.

FAMIGLIA DICERATIDAE: valva fissa **DESTRA** o **SINISTRA** a seconda della specie.

FAMIGLIA REQUIENIDAE: valva fissa **SINISTRA**

FAMIGLIA CAPROTINIDAE: valva fissa **DESTRA**. Le due bande radiali (tracce dei tubi sifonali?) sono sempre poste anteriormente.

FAMIGLIA CAPRINIDAE: valva fissa **DESTRA**. Si diversificano dalle Caprotinidae per possedere delle cavità palleali in entrambe le valve (è la caratteristica che

distingue le specie tra loro) e nella sx molto più numerose. Entrambe le famiglie possiedono una cavità accessoria nella valva sinistra.

FAMIGLIA RADIOLITIDAE: valva fissa **DESTRA**. Si distinguono i generi e le specie per l'ornamentazione esterna, presenza e forma della cresta ligamentare, diversa dimensione e ornamentazione delle bande radiali e diversa struttura cellulare del guscio.

FAMIGLIA HIPPURITIDAE: valva fissa **DESTRA**. Si distinguono per avere la valva sinistra finemente perforata, per la presenza dei pilastri nella cavità generale e per la cresta ligamentare (eccetto *Hippuritella*, dove il legamento è ridotto o assente).

RUDIST FAMILIES

Rudists (except Diceratidae) have two teeth and one socket in the left valve (upper valve); in the right valve (lower valve, attached to the substratum) one tooth and two sockets are present.

Important features for the distinction of rudist families, genera and species are: myocardinal arrangement, shell structures and ornaments.

DICERATIDAE FAMILY: attached with the left or the right valve (depending on the species).

REQUIENIDAE FAMILY: attached with the left valve

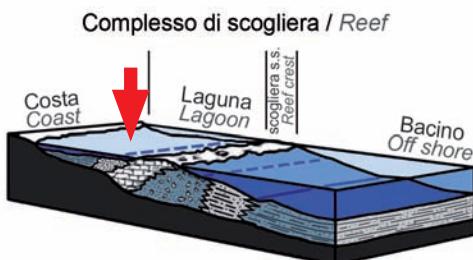
CAPROTINIDAE FAMILY: attached with the right valve. In this family two radial bands (tracks of siphons?) are always in an anterior position.

CAPRINIDAE FAMILY: attached with the right valve. The inner layer of the valves is marked by a system of pallial canals (left valve more complex than right one). This character distinguishes them from Caprotinidae. Both families have an accessory cavity on the left valve.

RADIOLITIDAE FAMILY: attached with the right valve. In this family, the ornaments, the presence and shape of ligamentary crest, the position and ornamentation of radial bands, the shape of the cellular structure, are the most useful features for the identification of genera and species.

HIPPURITIDAE FAMILY: attached with the right valve. They are characterized by a system of canals and pores (left valve), by the presence of pillar in the general cavity (right valve) and for the ligamentary crest (except *Hippuritella*).

3. DOLOMIA CALCAREA, Albiano-Cenomaniano partim (112-93,5 Ma)



DESCRIZIONE CAMPIONE: dolomia calcarea grigio-scura, compatta, con laminazioni nerastre piano-parallele o cristallina a grana minuta, fetida alla percussione, frattura irregolare scheggiosa. Carsificabilità bassa (dolomite poco solubile).
PALOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna.

CALCAREOUS DOLOSTONE, Albian-Cenomanian partim (112-93.5 mya.)

DESCRIPTION: crystalline, fetid and compact dark grey calcareous dolostone with irregular fracture. It is a slightly karstifiable rock (dolostone is a poorly soluble rock).

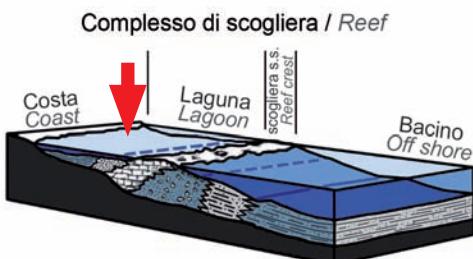
ENVIRONMENT: inner carbonate platform.

SCHEDA C - Box C

DOLOMIA: roccia sedimentaria composta prevalentemente da dolomite, un minerale costituito da un carbonato doppio di calcio e magnesio $[CaMg(CO_3)_3]$. Si forma principalmente dalla sostituzione, in rocce calcaree, del calcio (ioni Ca^{2+}) con il magnesio (ioni Mg^{2+}), un processo che solitamente avviene molto lentamente. La dolomia è molto simile al calcare, ma è meno sensibile alla corrosione da parte dell'acqua acida. In questo modo il carsismo sulla dolomia è molto meno accentuato che sui calcari.

DOLOMITE ROCK OR DOLOSTONE: sedimentary rock that contains a high percentage of dolomite, a mineral made of calcium and magnesium $[CaMg(CO_3)_3]$. The main pathway to the formation of dolostone is thought to be the replacement of some of the calcium in limestone with magnesium. The dolomite rock has very similar properties to those of limestone. The natural dissolution of dolomite is generally slower than that of limestone. Hence, dolomite karst is generally less well developed than limestone karst.

4. DOLOMIA CALCAREA FOSSILIFERA, Cenomaniano (99,6-93,5 Ma)



DESCRIZIONE CAMPIONE: roccia grigio-chiara compatta, fetida alla percussione. Carsificabilità bassa (dolomite poco solubile). Presenti macrofossili di Rudiste, con la specie *Paronaites zuffardi* (Parona, 1921) e altri bivalvi come *Chondrodonta joannae* (simile ad un'ostrica) che nel Carso triestino è presente nei calcari del Cenomaniano superiore.

PALeOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna. Condrodonte e Rudiste formavano degli accumuli.

Fossiliferous Calcareous Dolostone, Cenomanian (99.6-93.5 mya).

DESCRIPTION: crystalline, fetid and compact dark grey calcareous dolostone with irregular fracture. It is a slightly karstifiable rock (dolostone is a poorly soluble rock).

ENVIRONMENT: inner carbonate platform. Mound of Chondrodonta and Rudists.

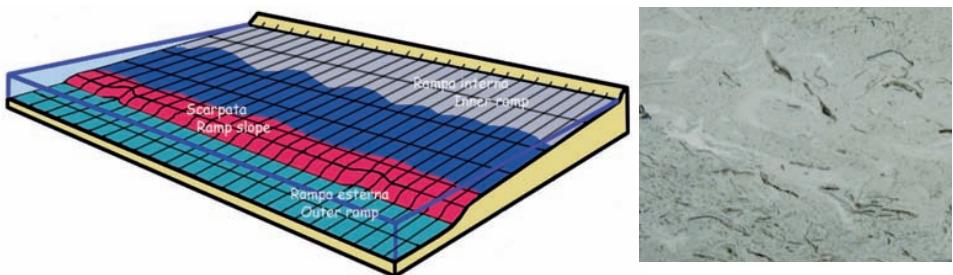
SCHEDA D - Box D

CHONDRODONTA JOANNAE (Choffat, 1902): appartiene ad una famiglia estinta di bivalvi (Chondrodontidae) simili alle ostriche (incerta sedis). La conchiglia è linguiforme, allungata dorso-ventralmente, compressa, con valve diseguali (inequivale), sessile. Si distinguono per l'esclusivo legamento provvisto di particolari processi chiamati condrofore tra le quali si estendeva il legamento interno. I condrodontidi, comparsi nell'Albiano (112-99,6 Ma, cretaceo inferiore) sono estinti nel Cretacico superiore (Campaniano, 83,5-70,6 Ma). Nel Carso triestino *C. joannae* è presente nei calcari del Cenomaniano superiore (95-93,5 Ma) talora in associazione con le rudiste.



CHONDRODONTA JOANNAE (Choffat, 1902): Chondrodonta belong to an extint family of Bivalvia (Chondrodontidae) related to oysters. The shell is linguiform, commonly elongated dorsoventrally, compressed, inequivalve, sessile. They have a ligament with particular processes (chondrophores) between which the internal ligament extends. Chondrodontidae appears in the Late Cretaceous (Albian, 112-99.6 mya) and disappears in the Upper Cretaceous (Campanian, 83.5-70.6 mya). In the Trieste Karst *C. joannae* occurs in the Cenomanian limestone (99.6-93.5 mya) usually in rudist-bearing limestone.

5. CALCARO ORGANOGENO A FRAMMENTI FOSSILI (fior di mare - cava Rupinpiccolo), Cenomaniano (99,6-93,5 Ma)



DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare compatto con numerosissimi frammenti (“fioritura”) di resti fossili (rudiste, altri bivalvi a guscio spesso, gasteropodi). Al microscopio definibile come breccia calcarea di origine organogena.

PALeOAMBIENTE: ambiente marino poco profondo con idrodinamismo variabile e fondali sabbiosi (rampa). **Rampa:** piattaforma con fondale a debolissima pendenza.

ORGANOGENIC LIMESTONE WITH FOSSIL FRAGMENTS (“Fior di mare” limestone, Rupinpiccolo cave), Cenomanian (99.6-93.5 mya). **DESCRIPTION:** a compact limestone, with many fragments (“profusion”) of organic materials (Rudists, other thick shell Bivalves, Gasteropods). Macroscopically, the rocks can be defined as a fine calcareous breccia of organogenic origin.

ENVIRONMENT: hydrodynamic shallow marine environment, with bioclastic sandy seabed. **Ramp:** shallow platform with very slight slope.

SCHEDA E - Box E

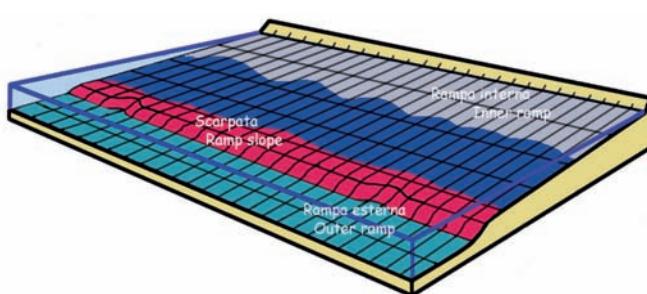
I “MARMI” DEL CARSO TRIESTINO

Per il geologo, il MARMO è una roccia carbonatica metamorfica. I calcari del Carso triestino sono invece rocce sedimentarie e quindi, per il geologo, non sono marmi. Nell’uso commerciale e tecnico, invece, per MARMO si intendono tutte le rocce formate da minerali con durezza Mohs media di 3-4*, lucidabili e lavorabili, utilizzate dall’edilizia all’arredamento. Quindi “commercialmente” i calcari possono essere considerati marmi (*scala di Mohs: scala empirica per determinare le durezze dei minerali; il minerale più tenero è il talco, con durezza 1; il più duro è il diamante, con durezza 10).

THE “MARBLE” OF THE TRIESTE KARST

For the geologist “marble” is a rock resulting from the metamorphism of carbonatic rocks. The limestones of the Trieste Karst are sedimentary rocks, not marble. Commercial and technical uses apply the term “marble” to all lithotypes made up of different mineral with an average Mohs hardness of 3-4*, that can be polished and processed, usable in various building and furnishing fields. At the “commercial” level, limestone can be considered marble. (*Mohs scale of mineral hardness characterizes the scratch resistance of minerals; talc is the softest mineral- Mohs hardness 1; diamond is the hardest mineral -Mohs hardness 10).

6. CALCARO A *NEITHEA*, Cenomaniano (99,6-93,5 Ma)

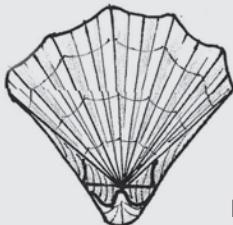


DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare grigio-chiaro compatto, fetido alla percussione. Presenti numerosi frammenti di resti fossili e singole valve di *Neithea* sp. Nel Carso triestino si rinviene nei calcari del Cretacico superiore.

PALeOAMBIENTE: ambiente marino poco profondo con notevole idrodinamismo a fondali sabbiosi bioclastici (rampa).

LIMESTONE WITH NEITHEA, Cenomanian (99.6-93.5 mya). **DESCRIPTION:** fetid and compact light grey limestone with many fragments of organic materials and complete valves of *Neithea* sp.

ENVIRONMENT: hydrodynamic shallow marine environment, with bioclastic sandy seabed.



SCHEDA F - Box F

NEITHEA Drouet (1825) - Genere estinto di molluschi bivalvi appartenenti alla famiglia dei pectinidi (Pectinidae), presenti dal Giurassico inferiore (199,6 Ma) al Paleocene (Daniano 61,7 Ma). La conchiglia è inequivalevole, con la valva destra più convessa della sinistra. Presenti coste radiali robuste. Viveva sul fondale marino (bentonica) e poteva raggiungere i 12 cm. Nel Carso triestino si rinviene nei calcari del Cretacico superiore (Cenomaniano superiore, 95-93,5 Ma).

NEITHEA Drouet (1825) – Extinct genera of Bivalvia molluscs belonging to the Pectinidae family. It appears in the Early Jurassic (199.6 mya) and disappears in the Danian Stage (61.7 mya). The shell is inequivalevole, with the right valve more convex than the left one and with strong radial ribs. It lived on the seabed (benthic organism) with a maximum size of 12 cm. In the Trieste Karst *Neithea* sp. occurs in the Upper Cretaceous limestone (Upper Cenomanian, 95-93.5 mya).

7 CALCARO “SCISTOSO” DI COMENO, Cenomaniano (99,6-93,5 Ma).



DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare grigio scuro-nero, ben stratificato, bituminoso (ricco di sostanza organica), a grana fine. Famoso per i fossili di pesci e di rettili trovati.

PALEOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna (laguna di retro scogliera) con acqua stagnante, scarso ossigeno e fondali fangosi.



Coelodus, collezioni Museo Civico di Storia Naturale di Trieste.

gosi. Ambiente anossico. Questo ambiente ha favorito la morte dei pesci e la loro conservazione. Per l'abbondanza di sostanza organica i fanghi sono diventati di colore scuro, bituminosi e fittamente stratificati.

LAMINATED LIMESTONE (“Scisti di Comeno”), Cenomanian (99.6-93.5 mya). **DESCRIPTION:** stratified, bituminous limestone with a dark grey-black colour. Lime-stone has a very fine grain and is famous for its fossils fauna (fish and reptiles). **ENVIRONMENT:** inner carbonate platform (back reef lagoon, with stagnant water and low concentration of oxygen that led to the death of many fish. For abundant organic material the muddy seabed became darkly coloured, bituminous and densely stratified).

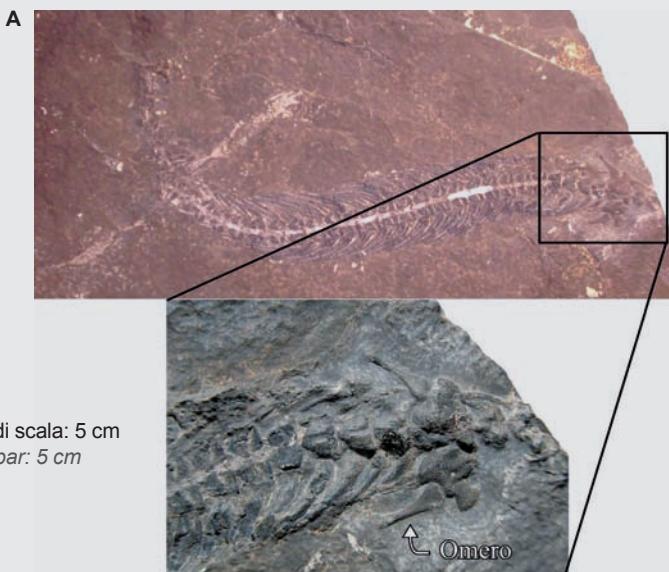
SCHEDA G - Box G

RETTLI FOSSILI DI COMENO: la collezione storica dei fossili di Comeno (oggi Slovenia) del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste conta centinaia di reperti tra pesci, rettili e piante. Tra questi, il reperto più importante è un piccolo rettile, *Adriosaurus microbrachis* Palci e Caldwell, 2007 (numero inventario museo 7792) (Fig. A). Il fossile, che in vita doveva essere lungo circa 30 cm, giace sul dorso entro una lastra di calcare bituminoso, nero e sottilmente laminato. Sfortunatamente il cranio e parte dello scheletro del collo e della coda non sono presenti. La preparazione per lo studio (asportazione meccanica della matrice rocciosa e leggera acidatura) ha fatto emergere i minuscoli arti superiori, costituiti unicamente dall'omero (l'osso superiore del braccio). Questa scoperta ha fatto sì che *Adriosaurus*

risultasse il più antico esempio di estrema riduzione degli arti anteriori (vestigiali) in un sauro fossile ed ha rafforzato l'ipotesi della stretta relazione filogenetica tra rettili squamati dotati di arti ben sviluppati (lucertole e affini) e serpenti. Inoltre *Adriosaurus microbrachis* rappresenta il primo esempio noto di estrema riduzione degli arti (zampe anteriori vestigiali) avvenuto in un ambiente acquatico.

Altri rettili fossili provenienti dai calcari di Comeno: *Komensaurus carrolli* (B), *Mesoleptos* sp. (C), *Acteosaurus tommasinii* (D), *Carsosaurus marchesettii* (E).

Età dei fossili di Comeno: Cretacico superiore (Cenomaniano superiore, 95-93,5 Ma)

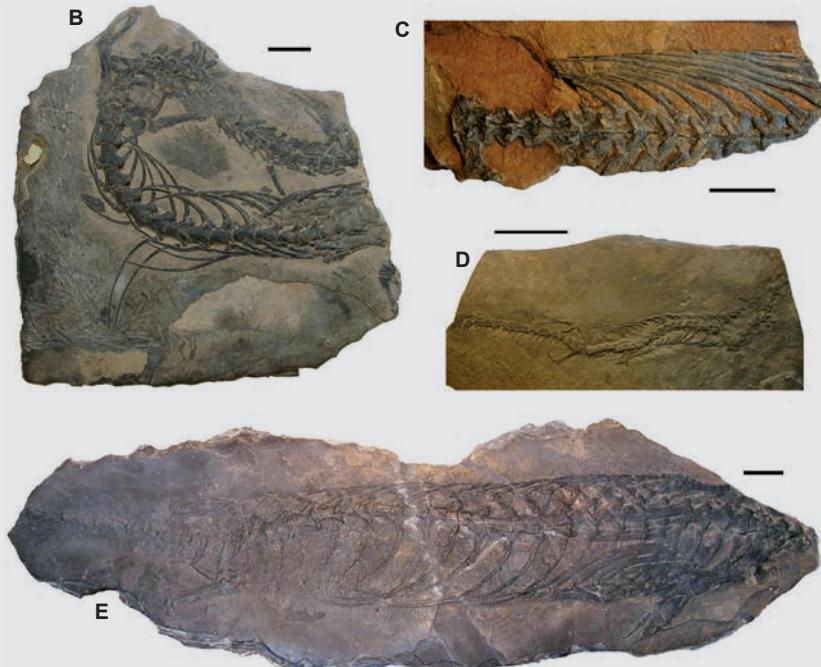


THE FOSSIL REPTILE FROM KOMEN: the Trieste Natural History Museum historical collection of fossils from Komen (Slovenia) consists of hundreds of fossil fishes, reptile and plants. Among them, the most important is a little reptile, *Adriosaurus microbrachis* Palci e Caldwell, 2007 (museum specimen number: 7792). This specimen, that in life should have reached a total length of about 30 cm, lies now on its back, and is encased into a black, bituminous, and thinly laminated slab of rock. The skull, part of its neck

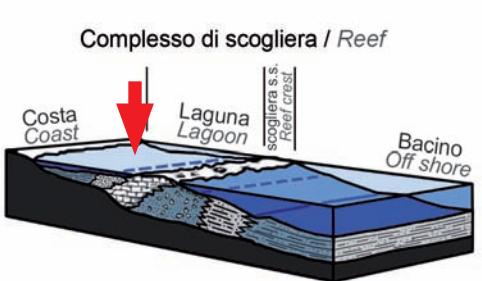
and tail are unfortunately missing. The fossil was prepared for study using mechanical tools and a diluted acid solution. So, its tiny forelimbs, consisting only of the humerus (the upper arm bone), which eventually emerged from the rock. This indeed has been a great surprise, not only because this specimen revealed to be the most ancient example of vestigial limbs (extreme limb reduction) in a fossil lizard, but also because it is reported for the first time in a lizard that lived in an aquatic environment. The fact that the same developmental processes, that leads to body elongation and forelimb reduction and loss, can be observed both in lizards of the genus *Adriosaurus* and in snakes further supports a close phylogenetic relationship between these forms.

Other fossil reptiles findings from Komen limestone: *Komensaurus carrolli* (B), *Mesoleptos* sp. (C), *Acteosaurus tommasinii* (D), *Carsosaurus marchesettii* (E).

Age of Komen limestone: Upper Cretaceous (Upper Cenomanian 95-93.5 mya)



8. CALCARE AD ACTEONELLA, Turoniano (93,5-89,3 Ma).



DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare chiaro, compatto, con numerosi resti fossili e fossili completi di gasteropodi (Fam. Acteonellidae [Barremiano-Maastrichtiano, 116-65 Ma], genere *Trochactaeon*) con conchiglia di forma ovale e guscio liscio.

PALEOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna (laguna di retro scogliera. Organismo endobionte – che vive nel substrato).

LIMESTONE WITH ACTEONELLA, Turonian (93.5-89.3 mya). DESCRIPTION: compact, light limestone, with many fragments of fossils and complete fossils of Gasteropoda (Fam. Acteonellidae), with ovoidal shape and smooth shell. (Endobiont organism – lives inside the sediment).

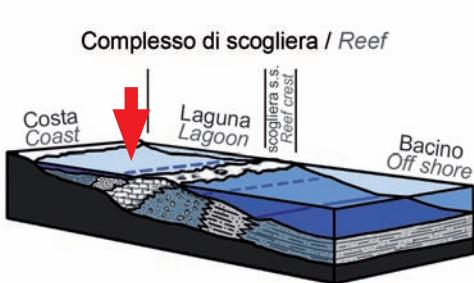
ENVIRONMENT: inner carbonate platform (back reef lagoon).

SCHEDA H - Box H

ACTEONELLA d'Orbigny 1843: gasteropodi tipici del Cretacico, con conchiglia di forma e dimensioni variabili (da ovoidale-allungata a conica, 2-8 cm) e guscio spesso e liscio. L'ultima spira occupa gran parte dell'altezza della conchiglia stessa. Appartengono alle comunità bentoniche (che vivono sul fondale) di piattaforma carbonatica interna. Nel Carso triestino si rinviengono nei calcarci nel Cretacico superiore (Turoniano, 93,5-89,3 Ma). Rari esemplari presentano tracce di colorazione.

ACTEONELLA d'Orbigny 1843: Cretaceous characteristic genus, consisting of mostly large, ovate, thick-shelled forms with prominent columellar folds. No ornamentation. Size: 2-8 cm. It was a benthonic organism (lived on the bottom of the sea of the inner carbonate platform). In Trieste Karst Acteonella occurs in the Turonian limestone (93.5-89.3 mya). Rare shells are partially coloured.

9. CALCARO CON NODULO DI SELCE, Turoniano-Santoniano (93,5-83,5 Ma).



DESCRIZIONE CAMPIONE: nodulo di selce in calcare nero. Alcuni strumenti litici in selce sono stati trovati a Visogliano (TS) (*Homo heidelbergensis*, 400-300.000 anni fa).

PALEOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna (laguna di retro scogliera, con acqua stagnante e scarso ossigeno- calcari neri laminati).

LIMESTONE WITH FLINT NODULE, Turonian- Santonian (93.5-83.5 mya).

DESCRIPTION: flint nodule in black limestone. Stone tools of Visogliano (Trieste) were built with this flint (*Homo heidelbergensis*, 400-300,000 years ago).

ENVIRONMENT: inner carbonate platform (back reef lagoon with stagnant water and low concentration of oxygen).

SCHEDA I - Box I

SELCE: roccia sedimentaria chimica o biochimica costituita quasi interamente da silice (SiO_2). Si forma: per segregazione e precipitazione di fluidi silicei in fase diagenetica; si trova in genere in livelli e noduli entro rocce carbonatiche; per deposizione e accumulo, sul fondo marino, di microorganismi con guscio siliceo, come radiolari* (radiolariti), diatomee** (diatomiti) o spicole silicee di spugne e successiva compattazione (selci stratiformi).

*radiolari: organismi unicellulari con scheletro siliceo

**diatomee: alghe unicellulari con guscio siliceo

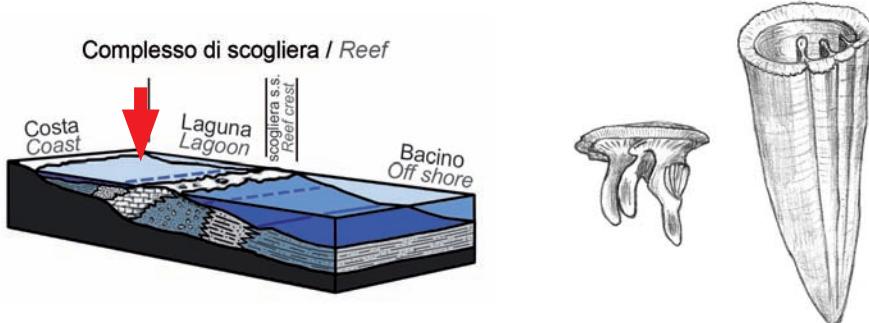
CHERT: chemical or biochemical sedimentary rock rich of silica (SiO_2). Formation: separation and precipitation of dissolved silica during the process of diagenesis; the rocks formed occur in beds or nodules in limestone; deposition on the seabed of microscopic remains of organisms with a mineral

skeleton, like radiolarians* (they composed radiolarite rocks), diatoms** (diatomite rocks) or siliceous spicules of sponges and can build bedded cherts.

*radiolarians: unicellular organisms with a siliceous skeleton

**diatoms: unicellular algae with a cell wall made of silica

10. CALCARE A *VACCINITES*, Santoniano-Campaniano (85,8-70,6 Ma).



DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare chiaro, compatto, con numerosi frammenti di resti fossili e valve destre di *Vaccinites* (rudiste della famiglia delle Hippuritidae (Turoniano-Maastrichtiano, 91-65 Ma). Conchiglia robusta, inequivalevole, di forma conico-cilindrica, con la valva sinistra opercolare.

RUDISTE: bivalvi estinti (Oxfordiano-Maastrichtiano, 161,2-65,5 Ma) VEDI SCHEDA B.

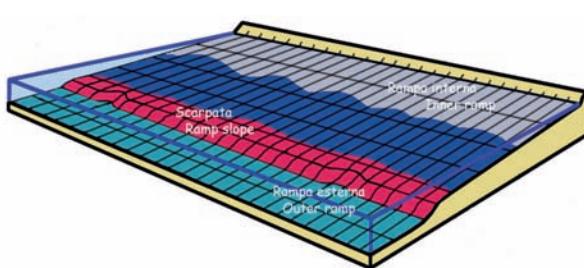
PALOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna aperta (dove l'energia è maggiore).

LIMESTONE WITH *VACCINITES*, Santonian-Campanian (85.8-70.6 mya). DESCRIPTION: light and compact limestone with many fragments of organic materials and *Vaccinites* (rudist, of the Hippuritidae family, with a thick shell. Its shape varies from conical to cylindrical with an opercular left valve.

RUDISTS: extinct Bivalves (Oxfordian-Maastrichtian, 161.2-65.5 mya) SEE SPECIFICATION B.

ENVIRONMENT: open inner carbonate platform (high energy).

11. CALCARO CON *KERAMOSPHAERINA TERGESTINA* (Stache), Santoniano (85-83 Ma)



DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare grigio chiaro, fossilifero, con frammenti di organismi e il macroforaminifero estinto *Keramosphaerina tergestina* (Santoniano-Campaniano, 86.-75 Ma) bioevento indicatore del Santoniano superiore del Carso triestino.

PALeOAMBIENTE: ambiente marino poco profondo, con idrodinamismo variabile e fondali sabbiosi (rampa). La presenza di *K. tergestina* testimonia antichi ambienti di rampa, anche in zone molto interne della piattaforma, per effetto di una trasgressione marina (bioevento del Santoniano superiore).

LIMESTONE WITH KERAMOSPHAERINA TERGESTINA, Santonian (85-83 mya). *DESCRIPTION: fossiliferous, light grey limestone, with fragments of organic materials*

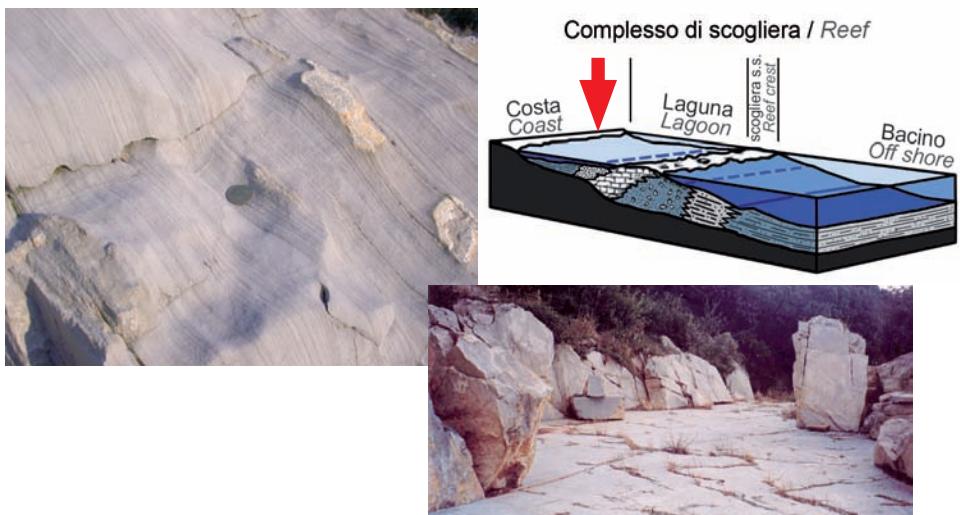
SCHEDA L - Box L

Foraminifera d'Orbigny, 1828: organismi unicellulari eucarioti (cioè aventi cellule con nucleo), marini, sia planctonici che bentonici. Sono protetti esternamente da un guscio mineralizzato che permette loro di fossilizzare con relativa facilità. Grazie alla loro diversità e abbondanza le associazioni di foraminiferi fossili sono utilissime per la biostratigrafia. Possono raggiungere i 20 cm di diametro. Comparsi nel Cambriano (542 Ma).

Foraminifera d'Orbigny, 1828: planktonic or benthonic sea eucariota unicellular organisms; they fossilized easily thanks to their mineralized test. Because of their diversity and abundance, fossil foraminifera assemblages are useful for biostratigraphy. Largest recorded specimen reached 20 cm. They appeared in the Cambrian period (542 mya).

and the well-preserved macroforaminiferous *Keramosphaerina tergestina*, upper Santonian bio-event. ENVIRONMENT: hydrodynamic shallow marine environment, with bioclastic sandy seabed (Ramp).

12. **LAMINITI VILLAGGIO DEL PESCATORE (TS)**, Campaniano sup.-Maastrichtiano inf. (75-68 Ma).



DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare fittamente laminato. (Lamina: microcoppia data da una lamina millimetrica scura, ricca di sostanza organica, sovrapposta ad una lamina chiara più spessa costituita da fanghi carbonatici. La deposizione delle lamine era probabilmente stagionale). In questi calcarci sono stati trovati resti fossili di dinosauri in perfetto stato di conservazione, oltre a coccodrilli, pesci, piante. **Antonio** (n° inventario 57021) il dinosauro più famoso, è in perfetta connessione anatomica. È un dinosauro vegetariano, di taglia piccola, sub-adulto.

PALEOAMBIENTE: piattaforma carbonatica interna (bacino d'acqua salmastra con fondale spesso anossico, cioè senza ossigeno, dove si depositava il fango carbonatico. Queste condizioni hanno permesso la perfetta conservazione degli organismi).

LAMINITES OF THE VILLAGGIO DEL PESCATORE SITE (TS), Late Campanian - Early Maastrichtian (75-68 mya): thick laminated limestone. (Lamina: a microcouplet made of mm-thick dark organic rich lamina superimposed to a light lamina

made of carbonate mud, thicker than the previous one. Each microcouplet was deposited during one year). In these limestone fossil remains of dinosaurs (perfectly preserved), crocodiles, fishes and plants were found. Antonio (ID number 57021) the most famous dinosaur, is in perfect anatomical alignment. It was a vegetarian, small-built, and sub-adult dinosaur.

ENVIRONMENT: inner carbonate platform (brackish water basin with anoxic bed where carbonatic mud deposited. This condition allowed the perfect preservation of organisms).

SCHEDA M - Box M

I DINOSAURI DEL VILLAGGIO DEL PESCATORE (Duino-Aurisina, TS), Campaniano sup.-Maastrichtiano inf. (75-68 Ma).

Il sito (una lente di calcare laminato esteso circa 70m per 20-25m) è stato scoperto alla fine degli anni '80 da Alceo Tarlao e Giorgio Rimoli, vicino ad una cava abbandonata nei pressi del villaggio del Pescatore (comune di Duino-Aurisina, provincia di Trieste). Da allora, varie campagne di scavo hanno permesso di estrarre numerosi reperti. Tra questi spicca lo scheletro completo di un nuovo genere di dinosauro, *Tethyshadros insularis* Dalla Vecchia, 2009 (conosciuto come "Antonio"), il più completo dinosauro di dimensioni medio-grandi (è lungo circa 4m) mai rinvenuto in Europa dalla scoperta di *Iguanodon* e *Dollodon* nel 1878 in Belgio. Il nome significa "dinosauro adrosauroide insulare della Tetide" (Tetide: oceano che al tempo dei dinosauri separava l'Africa dal continente Eurasatico; adrosauroidi: gruppo di dinosauri iguanodontoidi al quale *Tethyshadros* apparteneva). Caratteristiche: testa grande ed allungata (simile ad *Iguanodon*); arti anteriori con mano a 3 dita e con mobilità ridotta (probabilmente usata solo nella locomozione o nelle soste); arti posteriori più lunghi e robusti degli anteriori, con la tibia più lunga del femore (potrebbe indicare attitudine alla corsa);



Tethyshadros insularis
Museo Civico di Storia Naturale di Trieste

coda con caratteristiche peculiari (mai osservate in nessun adrosauroide) che potrebbero essere correlate con lo sviluppo della muscolatura responsabile della trazione degli arti posteriori (altra evidenza di un'attitudine alla corsa). Allo stesso genere appartengono altri 6 reperti provenienti dal sito del Villaggio del Pescatore: una coppia di zampe anteriori, un pubo sinistro, una vertebra cervicale con costola, un cranio completo ma fortemente deformato, una costola dorsale, uno scheletro parziale articolato ancora da preparare. Tutti i reperti sono in deposito al Museo Civico di Storia Naturale di Trieste. Importanti sono anche i resti di coccodrillo. Tra questi, vi è uno scheletro parziale di una nuova specie, *Acynodon adriaticus* Delfino, Martin, Buffetaut, 2008, con il cranio completo, le prime 10 vertebre, alcune costole, l'arto anteriore destro e il cinto pettorale.

THE DINOSAURS OF THE VILLAGGIO DEL PESCATORE SITE (Duino-Aurisina, TS) Late Campanian - Early Maastrichtian (75-68 mya).

The site (a lens of laminated limestone 70 m long and 20-25 m wide) was discovered at the end of the eighties by Alceo Tarlao and Giorgio Rimoli beside an abandoned quarry near Villaggio del Pescatore (Duino-Aurisina Municipality, Trieste Province, Italy). Many field works were undertaken to quarry the fossil specimens. Among these finds, the most important is a complete and articulated skeleton belonging to a new genus of dinosaur, *Tethyshadros insularis* Dalla Vecchia, 2009 (nicknamed Antonio). It is the most complete skeleton among medium to large-sized dinosaurs (4 meters) found in Europe since the discovery of *Iguanodon* and *Dollodon* in Belgium (1878). The genus name refers to Tethys Ocean and the Hadrosauroidea while the specific name means "of the island" in Latin.

Description: the skull is elongated (like *Iguanodon*); the hind legs are longer and stronger than the fore legs, with the tibia longer than the femur (it might suggest a running attitude); a tail with particular characteristics (never seen in any other hadrosauroid) that might be related with the femur retractor muscle (another evidence of a running attitude).

Other six specimens belonging to the same genus and species (*Tethyshadros insularis*) were found at the Villaggio del Pescatore site, they are: partial and articulated forelimbs; left pubis; a cervical vertebra with rib; a complete but strongly crushed skull; a dorsal rib; an articulated partial skeleton still unprepared. All the fossils are deposited at the Trieste Natural History Museum.

In the same site some crocodile fossils were discovered as well. One of them, belonged to a new species, *Acynodon adriaticus* Delfino, Martin, Buffetaut, 2008 and it is a well preserved specimen, with a complete skull, the first 10 vertebrae, some ribs, right forelimb and the pectoral girdle.

SCHEDA N - Box N

TRACCE FOSSILI (ichnofossili): registrano la presenza di un organismo del passato e il suo modo di vita. Sono: orme di vertebrati; piste lasciate da un organismo durante la locomozione; gallerie prodotte dagli organismi nei sedimenti non ancora consolidati; escrementi; uova fossili e tutte le testimonianze dell'attività vitale di un organismo.



ORME (ichniti): impronte lasciate sul sedimento non consolidato dalle zampe dei vertebrati. Il loro studio fornisce molte informazioni: tipo di postura (bipede o quadrupede), portamento (digitigrado o plantigrado), comportamento (specie gregarie o solitarie), peso, velocità. Non permettono, però, di determinare la specie che le ha lasciate.

In Istria (Croazia) sono stati trovati molti siti con orme fossili di dinosauri.

TRACE FOSSILS (Ichnofossils): *trace fossils are geological records of biological activity. Trace fossils may be: footprints (ichnite), set of footprints, burrows, coprolites, fossil eggs and all records of biological activity. FOOTPRINTS (ichnite): is a fossilised footprint made by vertebrates in a soft ground (such as a sedimentary deposit). Footprints can provide important clues about behaviour (herd or solitary species), gait (bipedal or quadrupedal), walk (digitigrades or plantigrades), speed, weight but do not help identify a particular species of animal. In Istria (Croatia) many paleontological sites with footprints were identified.*

SCHEDA O - Box O

LIMITE CRETACEO-TERZIARIO (K/T) – 65,5 MILIONI DI ANNI FA

CHE cos'è: il K/T (K, dal tedesco Kreide, è l'abbreviazione di Cretaceo; T è l'abbreviazione di Terziario) è un passaggio stratigrafico datato circa 65 milioni di anni fa che decreta la fine dell'Era Mesozoica (periodo Cretaceo) e l'inizio dell'Era Cenozoica (periodo Terziario). Questo segna il momento in cui è avvenuta un'estinzione di massa di diversi organismi animali e vegetali tra le quali i dinosauri, le rudiste, le ammoniti e una riduzione delle gimnosperme a favore delle angiosperme. Tra le varie ipotesi riguardo la causa di questo evento, una delle più famose è un violento impatto con una meteorite. Ad avvalere questa ipotesi è il ritrovamento di una notevole quantità di elementi solitamente rari in natura (come l'IRIDIO, Ir) ma assai comuni nelle meteoriti. Il cratere è stato individuato nello Yucatan (Messico). Conseguenze dell'impatto: riduzione fotosintesi per alcuni anni causa immissione in atmosfera di enormi quantità di polveri che ostacolarono il passaggio della luce solare; incremento dell'effetto serra; formazione di piogge acide. Vi sono altre ipotesi che tentano di spiegare l'estinzione di massa. Tra queste:

- impatti multipli simultanei
- regressione marina che ha ridotto l'estensione delle fasce marine di piattaforma continentale e quindi la presenza di organismi marini, che vivono soprattutto lì.

- un'ipotesi biologica-evolutiva secondo la quale le specie che si sono estinte erano già in fase di declino da molto tempo.
- un'ipotesi geologica-geochimica che afferma che al limite K/T ci fosse stato un aumento di eruzioni vulcaniche dovute a motivi tettonici (le anomalie di iridio confermano anche intensa attività vulcanica). La gran quantità di gas emessi alterarono la composizione dell'atmosfera e cambiò il clima. La catena alimentare venne alterata favorendo l'estinzione di massa.
Probabilmente le cause dell'estinzione di massa sono molteplici e tutte queste teorie sono plausibili.
Nel Carso Triestino questo passaggio stratigrafico è stato rinvenuto a Padri-ciano nei pressi dell'Area di Ricerca e a Basovizza a pochi metri dal confine italo - sloveno. Altri affioramenti analoghi sono stati studiati in Slovenia.

THE K/T BOUNDARY – 65.5 MILLION YEARS AGO

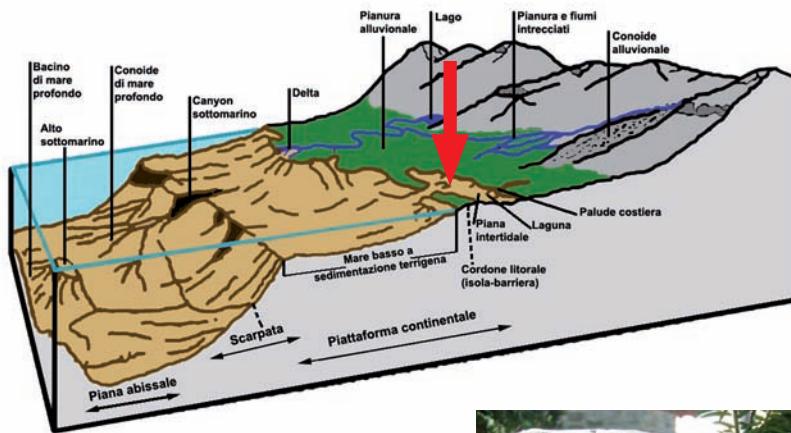
What is it: the K/T boundary is a stratigraphic transition dated about 65 million years ago, at the end of the Mesozoic Age (Cretaceous period) and the beginning of the Cenozoic Age (Tertiary period). K (from the German Kreide) is the abbreviation of Cretaceous while T is the abbreviation of Tertiary. This marks the time when a mass extinction of many animals and plant species occurred among which were dinosaurs, rudists, ammonites and a reduction of gymnosperms in favour of angiosperms. Among the various theories on the cause of these events, the most accredited is a violent impact with a meteorite. An evidence of this theory is the finding of a significant amount of rare elements (as iridium, Ir) but very common in meteorites. The crater was found in the Yucatan peninsula (Mexico). The consequences of the impact: inhibition of photosynthesis for a few years because of a release of dust into the air which could have blocked sunlight; increase of the greenhouse effect; production of acid rain. Other theories that explain this mass extinction are:

- simultaneous multiple impacts;
- severe marine regression would have greatly reduced the continental shelf area which is the most species-rich part of the sea;
- a biological-evolutionary theory: the extinct species were already in a decline phase.
- a geological-geochemistry theory: at the K/T limit there was an increase of volcanic eruptions caused by tectonic reasons (the iridium anomaly is an evidence of volcanic activity). The large quantity of gas released into the air could have caused a climate change that could have altered the food chain leading to mass extinction.

Probably numerous were the causes of the mass extinction and all these theories are plausible.

In the Trieste Karst this stratigraphic transition was found in Padri-ciano near the Research Area and in Basovizza near the border between Italy and Slovenia. Other outcrops were studied in Slovenia.

13. CALCARO STROMATOLITICO, Paleocene (Daniano, 65,5-61,7 Ma)



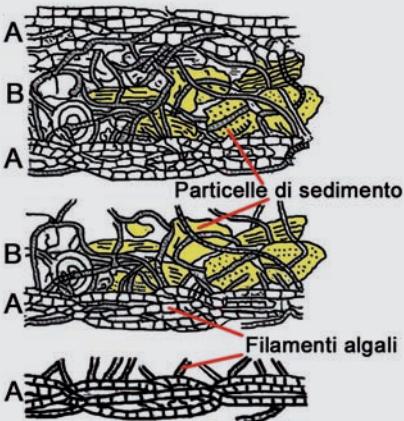
DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare nerastro, fetido alla percussione, con evidenti stromatoliti (= successione di sottili lamine sovrapposte, di origine organico-sedimentaria).

PALEOAMBIENTE: ambiente costiero. Laguna con acqua bassa, soggetto alle variazioni del livello marino: ambiente intertidale-sopratidale (tra il livello dell'alta e bassa marea ed emerso rispettivamente). I calcarci neri derivano da un ambiente anossico (senza ossigeno).

LIMESTONE WITH STROMATOLITES, Paleocene (Danian 65.5-61.7 mya). DESCRIPTION: fossiliferous, black and bituminous limestone, with **stromatolite** (= layered accretionary structures).

ENVIRONMENT: inner carbonate platform (shallow restricted lagoon, intertidal and supratidal settings affected by anoxic phases (black limestone)).

SCHEDA P - Box P



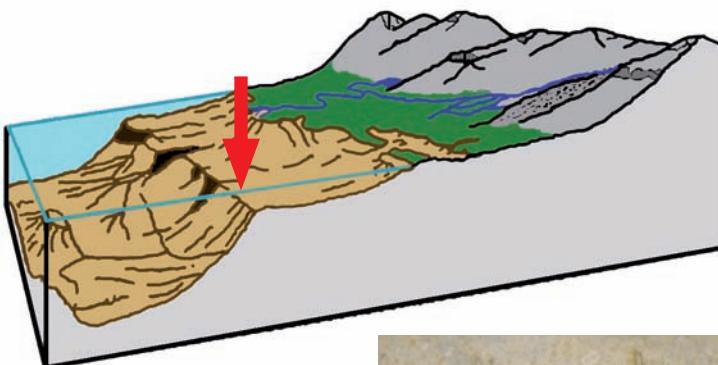
LE STROMATOLITI. Sono una successione di sottili lamine sovrapposte di origine organico-sedimentaria. Si formano quando sedimento molto fine (fango) (in giallo nel disegno) rimane intrappolato nel materiale gelatinoso (mucillagine) prodotto dall'attività vitale di alghe azzurre e/o batteri (sequenza A nel disegno). Si forma così una prima lamina (AB); le alghe allora si spostano verso l'alto e ricominciano a crescere, intrappolando in questo modo di nuovo fango e riformando una lamina. Si formano così delle successioni di lamine algali/batteriche e lamine fangose che nel loro insieme costituiscono i corpi finemente stratificati conosciuti come stromatoliti.

Le stromatoliti più antiche risalgono a circa 3.500 milioni di anni fa (Archeano) ma si diffusero nel Proterozoico (2.500-540 milioni di anni fa). Oggi si trovano in ambienti marini (piane di marea, lagune) e lacustri, soprattutto in climi temperato-tropicali.

STROMATOLITE. *Layered accretionary structures formed from the trapping, binding and cementation of sedimentary grains (muds) produced by biofilms of microorganisms, especially cyanobacteria (blue-green algae). In this way a first lamina is formed; algae grow in vertical to rebuild another layer and trap again sedimentary grain. In this way the algae/muds layered structures called stromatolite are formed.*

The ancient stromatolites date 3,500 million of years ago (Archean) but were abundant in the Proterozoic time (2,500-540 million years ago). Modern stromatolites are found in marine (tidal flats, lagoons) and lacustrine environments, particularly in temperate-tropical climates.

14. CALCARE A NUMMULITI, Eocene inferiore (55,8-48,6 Ma)



Nummuliti



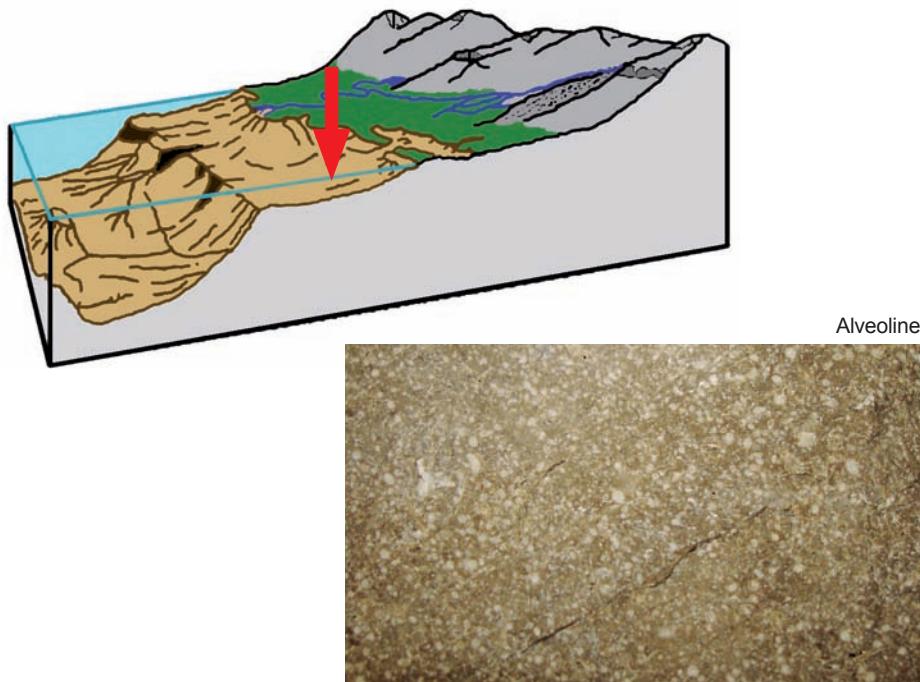
DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare grigio compatto con evidenti macroforaminiferi, le **Nummuliti**: il nome deriva dal latino *nummulus*, monetina; sono foraminiferi [organismi unicellulari] bentonici [vivono sul fondo del mare] a guscio calcareo perforato, di forma lenticolare o discoidale. Potevano raggiungere i 15 cm di diametro. Fossili guida del Paleogene.

PALEOAMBIENTE: piattaforma continentale (più esterna rispetto le Alveoline).

LIMESTONE WITH NUMMULITE, Lower Eocene (55.8-48.6 mya). DESCRIPTION: compact, grey limestone, with large foraminifera, the Nummulites; a relatively large unicellular perforated coin-shaped shell-bearing organism, belonging to the Foraminifera. Their name is a diminutive form of the Latin *nummulus* meaning "little coin". They are Paleogene index fossils.

ENVIRONMENT: continental shelf, less costal than Alveoline.

15. CALCARE AD ALVEOLINE, Eocene inferiore (55,8-48,6 Ma)



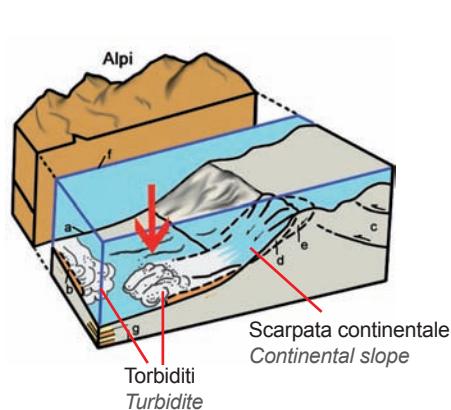
DESCRIZIONE CAMPIONE: calcare grigio compatto con evidenti e abbondanti macroforaminiferi, le **Alveoline**: foraminiferi bentonici a guscio calcareo imperforato porcellanacelo [così denominato perché appare compatto e di colore bianco porcellana] a forma di fuso. Le Alveoline compaiono nel Cretaceo inferiore-medio e raggiungono la massima diffusione e varietà nell'Eocene. Oggi pochi generi sopravvivono nei mari caldi e poco profondi.

PALEOAMBIENTE: piattaforma continentale, più interna rispetto le nummuliti.

LIMESTONE WITH ALVEOLINE, Lower Eocene (55.8-48.6 mya). **DESCRIPTION:** compact, grey limestone, with many large foraminifera (Alveoline: is a relatively large unicellular fusiform-shaped shell-bearing organism, belonging to the Foraminifera, with a porcelaneus imperforated calcareous shell. Alveoline appears in lower-middle Cretaceous; their maximal diffusion is in the upper Eocene. Today a few genera survived in shallow and tropical seas.

ENVIRONMENT: continental shelf, more costal than Nummuliti.

16. ARENARIA CON RESTI VEGETALI, Eocene medio (48,6-37,2 Ma)



DESCRIZIONE CAMPIONE: l'arenaria è una roccia sedimentaria formata dalla cementazione della sabbia. Il campione qui presentato deriva dal *Flysch* (vedi scheda Q). Con i sedimenti terrigeni (originati dal disfacimento della catena paleocarnica per opera dell'orogenesi alpina), arrivarono in bacino frammenti vegetali (fig. 48) e rari resti di organismi.

PALEOAMBIENTE: accumulo di materiali ai piedi della scarpata continentale per opera di frane sottomarine.

SANDSTONE WITH VEGETABLE REMAINS, Medium Eocene (48.6-37.2 mya). DESCRIPTION: sandstone is a sedimentary rock, formed by cemented grains (fragments of pre-existing rocks). Flysch (Box Q) was deposited with sedimentary materials (derived from the forming Alps) like vegetable fragments and organism remains.

ENVIRONMENT: turbidite sediments deposited at the base of the continental slope.

SCHEDA Q - Box Q

FLYSCH Eocene medio (48,6-37,2 Ma). Il nome “Flysch” deriva dal tedesco “*fliessen*”, terreno che scivola, ed è una sequenza di rocce sedimentarie (arenarie e marne) formate dalla deposizione di sedimenti (sabbiosi e fangosi) gradati in un bacino marino ad opera di apporti terrigeni (correnti di torbida) durante l’orogenesi (formazione delle montagne).

ORIGINE DEL FLYSCH IN RAPPORTO ALL'OROGENESI ALPINA: l’orogenesi alpina (formazione delle Alpi) ha causato la produzione di una grande quantità di sedimento. L’ambiente marino cambia, l’acqua diventa più torbida. Incominciano a depositarsi sabbie e fanghi (che daranno le arenarie e le marne del Flysch) mentre non si depositano più i sedimenti calcarei (che originavano le rocce calcaree).

Flysch (Medium Eocene 48.6-37.2 mya): the name comes from the German word fliessen, which means to flow. Flysch is a sequence of sedimentary rocks (sandstone and marlstone) formed in a deep marine basin by current deposits (turbidite), during orogen. ALPINE OROGENY AND FLYSCH ORIGIN: Alpine orogeny produced a large amount of sediment. The sea environment changes, water becomes turbid. Sands and marls deposit on the seabed while sediments that form limestone no longer deposit.



Nella foto, arenaria con granulometria che si riduce dal basso verso l’alto (vedi freccia). Questa disposizione si chiama Sequenza di Bouma (=sequenza di deposizione ordinata tipica delle turbiditi) ed indica anche la polarità dello strato.

Picture: sandstone with reduction of the sand grain size from the bottom to the top (see the arrow line). This turbidites classic sedimentary sequence is called Bouma Sequence and it is used to indicate the original position of the strata.

17. BRECCIA OSSIFERA DI SLIVIA, Pleistocene inferiore terminale (900-800.000 anni fa)

DESCRIZIONE CAMPIONE: la breccia è una roccia formata da frammenti rocciosi angolosi di diverse dimensioni (clasti) tenuti assieme da matrice o cemento. Se assieme ai clasti ci sono delle ossa, la breccia si chiama “ossifera”.

ANNO DELLA SCOPERTA: 1969, causa lavori di scavo per estrarre l'onice (alabastro calcareo).

LA FAUNA: nella breccia sono stati trovati diversi gruppi di mammiferi, alcuni estinti solo in Europa, altri estinti in tutto il mondo. La tabella li elenca. Con il simbolo ▼ sono indicate le specie estinte.

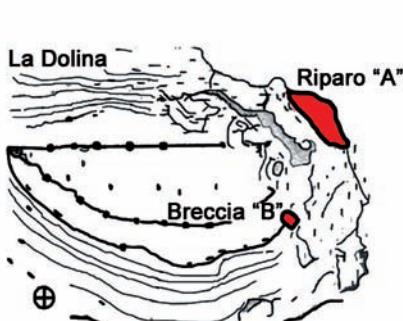
FAUNA DI SLIVIA	
ORDINE	SPECIE
CARNIVORA	<i>Canis mosbachensis</i> (lupo arcaico)
	<i>Homotherium crenatidens</i> ▼ (tigre dai denti a sciabola)
	<i>Meles meles</i> (tasso)
	<i>Panthera gombaszoegensis</i> ▼ (giaguaro europeo)
	<i>Pachycrocuta brevirostris</i> ▼ (iena gigante)
	<i>Ursus deningeri</i> ▼ (orso arcaico)
ARTIODACTYLA	<i>Bison schoetensacki</i> ▼ (bisonte)
	<i>Cervus sp.</i> (cervo)
	<i>Pseudodama sp.</i> (daino)
	<i>Hippopotamus sp.</i> (ippopotamo)
	<i>Megaloceros sp.</i> ▼ (cervo gigante)
	<i>Sus scrofa</i> (cinghiale)
PERISSODACTYLA	<i>Equus altidens</i> ▼ (cavallo arcaico)
	<i>Equus caballus</i> (cavallo)
	<i>Stephanorhinus hemitoechus</i> ▼ (rinoceronte delle steppe)
	<i>Stephanorhinus hundsheimensis</i> ▼ (rinoceronte)
PROBOSCIDEA	<i>Elephas antiquus</i> ▼ (elefante antico)
LAGOMORPHA	<i>Lepus europaeus</i> (lepre)
RODENTIA	<i>Castor fiber</i> (castoro)

COM'ERA L'AMBIENTE? Era un ambiente steppico piuttosto arido (altipiano carso) con zone forestali sviluppate nelle aree più umide (verso la pianura friulana, nelle vicinanze della foce di qualche fiume, nei polje).



SLIVIA OSSIFEROUS BRECCIA, Late Early Pleistocene (900-800,000 years ago). DESCRIPTION: breccia is a rock composed of angular rocky fragments cemented with matrix and/or calcite cement. If bones are present, the breccia is called "ossiferous breccia". It was discovered in 1969 while quarrying for alabaster. FAUNA: many mammiferous mammal groups were found in the breccia, How was THE ENVIRONMENT? An arid steppe-like environment (karstic plateau) with forests in humid areas (Friuliana plain, near the mouths of some rivers, in the polje).

18. BRECCIA E RIPARO DI VISOGLIANO, Pleistocene medio (450-300.000 anni fa)



A destra: manufatti litici
 (soprattutto raschiatoi)
 trovati a Visogliano.
 On the right: stone tools
 (especially scrapers) found
 in the Visogliano site.



DESCRIZIONE CAMPIONE: roccia formata da frammenti rocciosi angolosi di diverse dimensioni (clasti) tenuti assieme da matrice e/o cemento.

IL SITO: “Riparo di Visogliano o dei Micromammiferi”, si trova in una dolina carsica nei pressi di Visogliano (Trieste). ANNO della SCOPERTA: 1974, in seguito a lavori di scavo che asportarono parte del deposito.

RITROVAMENTI: nella breccia ossifera (B) trovato dente premolare superiore (nel 1983) e mandibola (nel 1985) di ***Homo heidelbergensis***. Successivamente anche nel riparo sono stati trovati dei denti umani. Nella breccia (B) e nel riparo (A) trovata industria litica. Trovata anche molta fauna: micromammiferi (arvicole, ghiabi); grandi mammiferi [cervo, daino, capriolo, megacero, cavallo, bisonte, rinoceronte, orso (*Ursus deningeri*), volpe, mustelidi].

IMPORTANZA DEL SITO: presenza di ***Homo heidelbergensis*** sul Carso triestino; conoscenze sul paleoambiente del Pleistocene medio (la successione stratigrafica del riparo è continua e rappresenta una registrazione delle modificazioni ambientali nel Pleistocene medio, segnando il passaggio da una fase interglaciale ad una glaciale).

VISOLIANO BRECCIA AND SHELTER, Middle Pleistocene (450-300,000 years ago).

DESCRIPTION: breccia is a rock composed of angular rocky fragment cemented with matrix and/or calcite cement. If bones are present, the breccia is called "ossiferous breccia".

DISCOVERY: "Visogliano or Micromammals Shelter", it was discovered in a sink-hole near Visogliano (Trieste) in 1974.

REMAINS: a tooth (1983) and a jaw (1985) of **Homo heidelbergensis** in the ossiferous breccia (B) and in the shelter (A). Stone tools in the shelter (A) and breccia (B). Visogliano site yielded also micromammals (vole, dormouse) and big mammals (deer, Fallow deer, Roe deer, Giant Deer, horse, bison, rhinoceros, bear, fox, mustelidae).

SITE IMPORTANCE: the discovery of **Homo heidelbergensis** in Triestine Karst; new palaeoenvironment data about Triestine Karst Middle Pleistocene (the continuous shelter stratigraphy underlined the environmental changes -from interglacial to glacial- of the Middle Pleistocene).



SCHEDA R - Box R

STALATTITE (ALABASTRO CALCAREO): DESCRIZIONE CAMPIONE: roccia formata da sottili veli calcitici (carbonato di calcio) depositati uno dopo l'altro a formare imponenti colate. Il carbonato di calcio (CaCO_3) si forma per precipitazione chimica diretta da acque sovrassature. La stalattite è una concrezione calcarea.

STRUTTURA E COLORAZIONE: struttura a bande: dipende dalle dimensioni dei cristalli di calcite. Bande sottili: formate da piccolissimi cristalli di carbonato; bande spesse: composte da cristalli di forma aciculare (aghiforme) con l'asse di accrescimento perpendicolare alla superficie incrostata. Diverse colorazioni: dal rosso-ambra al giallo ochraceo, dipendono dalla composizione chimica delle acque (assieme alla calcite, si depositano ossidi o pigmenti limonitici). Dalla diversa colorazione dipendono le diverse varietà di stalattite (per es. giallo-ambra e rossa).

Uso: rivestimenti interni, opere ornamentali interne (caminetti, colonnine...), arredo, oggettistica.



STALACTITE (calcareous alabaster). *DESCRIPTION: rock made up of thin calcitic veins deposited in succession and forming large flows as a result of direct chemical precipitation of calcium carbonate (it is a speleotem).*
STRUCTURE AND COLOURS: the rock is characterized by a typical band-zone structure. The thinner bands are made up of tiny carbonate crystals, whereas the thicker ones are characterized by acicular (needle shaped) crystals whose accretion axis is perpendicular to the encrusted surface. The colours range from red amber to yellow ochreous due to the various physical-chemical characteristics of oversaturated waters (oxidation films or limonite pigments). Thus there are various varieties of stalactite, like the yellow amber and the red one. *USE: interior facing, interior ornamental works (fireplaces, small column...), furniture in general, art objects.*



BIBLIOGRAFIA

- ABBAZZI L., FANFANI F., FERRETTI M.P., ROOK L., 2000 - *New Human Remains of Archaic Homo sapiens and Lower Palaeolithic Industries from Visogliano (Duino Aurisina, Trieste. Italy)*. Journal of Archaeological Science, 27: 1173-1186.
- AMBROSETTI P., BARTOLOMEI G., DE GIULI C., FICCARELLI G., TORRE D., 1979 - *La breccia ossifera di Slivia (Aurisina-Sistiana) nel Carso di Trieste*. Boll. Soc. Pal. It. vol.18 (2): 207-220.
- ARBULLA D., COTZA F., CUCCHI F., DALLA VECCHIA F.M., DE GIUSTO A., FLORA O., MASETTI D., PALCI A., PITTAU P., PUGLIESE N., STENNI B., TARLAO A., TUNIS G., ZINI L., 2006 - *Escursione nel Carso Triestino, in Slovenia e Croazia. 8 giugno. Stop 1. La successione Santoniano-Campaniana del Villaggio del Pe-scatore (Carso Triestino) nel quale sono stati rinvenuti i resti di dinosauro*. In: MELIS R., ROMANO R., FONDA G. (a cura), Guida alle escursioni/excursions guide, Società Paleontologica Italiana - Giornate di Paleontologia 2006, EUT Edizioni Università di Trieste, Trieste: 20-27.
- BARTOLOMEI G., 1982 - *Paleoecologia e paleobiologia nel Carso di Trieste durante il Quaternario sulla base dei micromammiferi*. Trieste, Atti Museo Civ. Stor. Nat., 34: 1-8.
- BARTOLOMEI G., 1992 - *I giacimenti del Pleistocene medio della dolina di Vi-sogliano (Aurisina) nel Carso di Trieste: osservazioni paleoecologiche e paleoclimatiche*. Atti Soc. Preist. Prot. Friuli Ven. Giulia, 6: 7-17.
- BARTOLOMEI G., TOZZI C., 1977 - *Il giacimento di Visogliano nel Pleistocene medio con industrie del Paleolitico inferiore*. Atti Soc. Preist. Prot. Friuli Ven. Giulia, 3: 5-17.
- BON M., PICCOLI G., SALA B., 1992 - *La fauna pleistocenica della breccia di Sli-via (carso triestino) nella collezione de Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*. Trieste, Atti Museo Civ. Stor. Nat., 44: 35-51.
- BOSELLINI A., 1991 - *Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche*. Ferrara, Bovolenta Editore: 1-317.
- BOSELLINI A., MUTTI E., RICCI LUCCHI F., 1995 - *Rocce e successioni sedimenta-rie*. Torino, UTET: 1-395.
- CAFFAU M., PLENICAR M., 1991 - *Rudist fauna from Turonian deposits of the locality "Archi" Moscenice in the surronding of Duino (Karst of Triest)*. Slo-

- venska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razred za naravoslovne Vede, Razprave, 32: 259-315.
- CALLIGARIS R., 1989 – Storia delle miniere di carbone del Carso triestino e dell'Istria dal '700 al 1945. Trieste, Atti Museo Civ. Stor. Nat., 42: 1-69.
- CASTIGLIONI G.B., 2004 - *Geomorfologia*. Torino, UTET: 1-436.
- CESTARI R., SARTORIO D., 1995 - *Rudists and Facies of the Periadriatic Domain*. San Donato Milanese, Agip: 1-207.
- CUCCHI F. (responsabile), 2000 - *Il carsismo epigeo ed ipogeo*. SGI ed. G.B. Carulli, 80 riunione estiva, Guida alle escursioni, Escursione B2: 207-234
- CUCCHI F., GERDOL S. (a cura di), 1985 - *I marmi del Carso triestino*. Trieste, Camera di Commercio, Industria Artigianato e Agricoltura: 1-195.
- CUCCHI F., PUGLIESE N., ULCIGRAI F., 1989 - *Il Carso Triestino: note geologiche e stratigrafiche*. Int. J. Speleol., 18 (1-2): 49-64.
- DALLA VECCHIA F.M., 2006, *I dinosauri del Villaggio del Pescatore (Trieste): qualche aggiornamento*. Trieste, Atti Museo Civ. Stor. Nat., 53 (suppl.): 111-129.
- DALLA VECCHIA F.M., 2009 - *Tethyshadros insularis, a new Hadrosauroid dinosaur (Ornitischia) from the Upper Cretaceous of Italy*. Journal of Vertebrate Paleontology 29(4): 1100-1116.
- DALLA VECCHIA F.M., TARLAO A, TUNIS G., VENTURINI S. &., 2000 – *New Dinosaur Track sites in the Albian (Early Cretaceous) of the Istrian Peninsula (Croatia)*. Padova, Mem. Sci. Geol., 52/2: 193-292.
- DELFINO M., MARTIN J.E., BUFFETAUT E., 2008 – *A new species of Acynodont (Crocodylia) from the Upper Cretaceous (Santonian-Campanian) of Villaggio del Pescatore, Italy*. Paleontology 51, Part 5: 1091-1106.
- GRADSTEIN F.M., OGG J.G., 2004 - *Geologic Time Scale 2004 – Why, How, And Where Next!* International Commission on Stratigraphy
- HILL C., FORTI P., 1997 - *Cave minerals of the world*. Huntsville (Alabama), 2ed., National speleological society: 1-463.
- JURKOVŠEK B., TOMAN M., OGORELEC B., SRIBAR L., DROBNE K., POLJAK M. & SRIBAR L., 1996 - *Geological map of the southern part of the Trieste-Komen Plateau. Cretaceous and Paleogene carbonate rocks. 1:50.000*. Lubiana, Institut za Geologijo, geotehniko in geofiziko: 1-143 and map.
- JURKOVŠEK B., 2008 - *Geological map of the northern part of the Trieste-Komen Plateau (Slovenia) 1:25.000*. Lubljana, GeoZS, map.

- MALLEGANI F., TOZZI C., 1982-83 - *Resti umani e manufatti paleolitici nei depositi pleistocenici di Visogliano (Duino-Aurisina)*. Atti Soc. Preist. Prot. Friuli Ven. Giulia, 5: 9-27.
- MANGIONE A., SALA B., 1999 - *Grandi mammiferi del Quaternario*. Siena, Mus. Civ. Preist. Monte Cetona: 1-141.
- MOORE R.C. (Directed and Edited by) 1989 - *Treatise on Invertebrate Paleontology*. The Geological Society of America and The University of Kansas, (I) Mollusca 1: I1-I351
- MOORE R.C. (Directed and Edited by) 1989, *Treatise on Invertebrate Paleontology*. The Geological Society of America and The University of Kansas, (N) vol.2 (of.3) Mollusca 6 Bivalvia: N491-N592
- MOORE R.C. (Directed and Edited by) 1989, *Treatise on Invertebrate Paleontology*. The Geological Society of America and The University of Kansas, (N) vol.3 (of.3) Mollusca 6 Bivalvia: N953-N1224
- PALCI A., 2002-2003 - *Ricostruzione paleoambientale del sito fossilifero Senoniano del Villaggio del Pescatore (Trieste)*. Tesi di laurea inedita: 1-134.
- PALCI A., CALDWELL M.W., 2007 - *Vestigial forelimbs and axial elongation in a 95 million-year-old non-snake squamate*. Journal of Vertebrate Paleontology 27(1):1-7.
- PALCI A., CALDWELL M.W., 2010 - *Redescription of Acteosaurus tommasinii von Meyer, 1860, and a discussion of evolutionary trends within the clade ophidiomorpha*. Journal of Vertebrate Paleontology 30(1): 94-108.
- pons J.M., VICENS E., TARLAO A., 2011 - *Cenomanian radiolarid bivalves from Malchina, Karst of Trieste, Italy*. Cretaceous Research 32 (6): 647-658.
- ROSSET A., SARTORIO D., GRILLO B., 2007 - *Geologia e carsismo delle rocce carbonatiche*. Pordenone, Ed U.S.P. C.A.I.: 1-225.
- STACHE G., 1889 – *Die Liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte*. Abhandlungen der k.k. geol. R.-A. Wien, 13/1: 1-170.
- STAUBER T., www.paleotax.de/rudists/
- TEŠOVIĆ B.C. MEZGA A., GLUMAC B., 2008 - *Stable isotope analysis of Upper Tithonian limestones with dinosaur footprints from Kirmenjak quarry (Istria, Croatia)*. Geologia Croatica, 61/1: 3-9.
- VENTURINI S., 2005 - *L'evento a Keramosphaerina tergestina: considerazioni bio-cronostratigrafiche*. Natura Nasosta, 31: 15-22

INDICE

INTRODUZIONE / INTRODUCTION	7
IL CARSO: COS'È, DOVE SI TROVA	9
QUANDO SI È FORMATO.....	10
COME SI È FORMATO.....	10
KARST: WHAT IS IT? WHERE IS IT?	11
WHERE DID IT FORM?	11
HOW DID IT FORM?	11
IL CARSISMO.....	12
LE FORME DEL CARSO.....	13
FORME EPIGEE.....	13
FORME IPOGEE	15
IMPORTANZA DEL CARSO	15
KARST.....	16
KARST FORMATIONS	16
EXPOSED SURFACE	16
BENEATH THE SURFACE.....	17
WHY IS KARST IMPORTANT?	17
CARTA GEOLOGICA SEMPLIFICATA DEL CARSO CLASSICO <i>GEOLOGICAL MAP OF THE CLASSICAL KARST.....</i>	18
IL PERCORSO GEOPALEONTOLOGICO <i>THE GEOPALEONTOLOGICAL ROUTE.....</i>	19
I CAMPIONI DEL PERCORSO GEOPALEONTOLOGICO <i>THE SAMPLES OF THE GEOPALEONTOLOGICAL ROUTE</i>	20
1. CALCARE NERO, APTIANO-ALBIANO (125-99,6 MILIONI DI ANNI FA [MA]) <i>1. BLACK LIMESTONE, APTIAN-ALBIAN (125-99.6 MILLION YEARS AGO [MYA])</i>	21
SCHEDA A - Box A: CALCARÉ - LIMESTONE	21
2. CALCARE CON REQUIENIDI, APTIANO-ALBIANO (125-99,6 MA) <i>2. LIMESTONE WITH REQUIENIIDAE, APTIAN-ALBIAN (125-99.6 MYA)</i>	23
SCHEDA B - Box B: LE RUDISTE - FAMIGLIE DI RUDISTE - RUDISTS - RUDIST FAMILIES	24
3. DOLOMIA CALCAREA, ALBIANO-CENOMANIANO PARTIM (112-93,5 MA) <i>3. CALCAREUS DOLOSTONE, ALBIAN-CENOMANIAN PARTIM (112-93.5 MYA)</i>	28
SCHEDA C - Box C: DOLOMIA – DOLOMITE ROCK OR DOLOSTONE.....	28
4. DOLOMIA CALCAREA FOSSILIFERA, CENOMANIANO (99,6-93,5 Ma) <i>4. FOSSILIFEROUS CALCAREUS DOLOSTONE, CENOMANIAN (99.6-93.5 MYA).....</i>	29
SCHEDA D - Box D: CHONDRODONTA JOANNAE (CHOFFAT, 1902)	29

5. CALCARO ORGANOGENO A FRAMMENTI FOSSILI (FIOR DI MARE - CAVA RUPINPICCOLO), CENOMANIANO (99,6-93,5 Ma)	
5. ORGANOGENIC LIMESTONE WITH FOSSIL FRAGMENTS ("FIOR DI MARE" LIMESTONE, RUPINPICCOLO CAVE), CENOMANIAN (99.6-93.5 MYA)	30
SCHEDA E - Box E: I "MARMI" DEL CARSO TRIESTINO – THE "MARBLE" OF THE TRIESTE KARST.....	31
6. CALCARO A <i>NEITHEA</i> , CENOMANIANO (99,6-93,5 Ma)	
6. LIMESTONE WITH <i>NEITHEA</i> , CENOMANIAN (99.6-93.5 MYA).....	31
SCHEDA F - Box F: <i>NEITHEA DROUET</i> (1825)	32
7 CALCARO "SCISTOSO" DI COMENO, CENOMANIANO (99,6-93,5 Ma)	
7. LAMINATED LIMESTONE ("Scisti di COMENO"), CENOMANIAN (99.6-93.5 MYA).....	32
SCHEDA G - Box G: RETTILI FOSSILI DI COMENO – THE FOSSIL REPTILE FROM KOMEN	33
8. CALCARO AD <i>ACTEONELLA</i> , TURONIANO (93,5-89,3 Ma)	
8. LIMESTONE WITH <i>ACTEONELLA</i> , TURONIAN (93.5-89.3 MYA)	36
SCHEDA H - Box H: <i>ACTEONELLA d'ORBIGNY 1843</i>	36
9. CALCARO CON NODULO DI SELCE, TURONIANO-SANTONIANO (93,5-83,5 Ma)	
9. LIMESTONE WITH FLINT NODULE, TURONIAN- SANTONIAN (93.5-83.5 MYA)	37
SCHEDA I - Box I: SELCE – CHERT.....	37
10. CALCARO A <i>VACCINITES</i> , SANTONIANO-CAMPANIANO (85,8-70,6 Ma)	
10. LIMESTONE WITH <i>VACCINITES</i> , SANTONIAN-CAMPANIAN (85.8-70.6 MYA)	38
11. CALCARO CON <i>KERAMOSPHAERINA TERGESTINA</i> (STACHE), SANTONIANO (85-83 Ma)	
11. LIMESTONE WITH <i>KERAMOSPHAERINA TERGESTINA</i> , SANTONIAN (85-83 MYA).....	39
SCHEDA L - Box L: <i>FORAMINIFERA d'ORBIGNY, 1828</i>	39
12. LAMINITI VILLAGGIO DEL PESCATORE (TS) CAMPANIANO SUP. - MAASTRICHTIANO INF. (75-68 Ma).	
12. LAMINITES OF THE VILLAGGIO DEL PESCATORE SITE (TS), LATE CAMPANIAN - EARLY MAASTRICHTIAN (75-68 MYA)	40
SCHEDA M - Box M: I DINOSAURI DEL VILLAGGIO DEL PESCATORE (DUINO-AURISINA, TS), CAMPANIANO SUP. - MAASTRICHTIANO INF. (75-68 Ma) – THE DINOSAURS OF THE VILLAGGIO DEL PESCATORE SITE (DUINO-AURISINA, TS), LATE CAMPANIAN - EARLY MAASTRICHTIAN (75-68 MYA)	41
SCHEDA N - Box N: TRACCE FOSSILI (ICHNOFOSSILI) – TRACE FOSSILS (ICHNOFOSSILS)	43
SCHEDA O - Box O: LIMITE CRETACEO-TERZIARIO (K/T) – 65,5 MILIONI DI ANNI FA THE K/T BOUNDARY – 65.5 MYA	44
13. CALCARO STROMATOLITICO, PALEOCENE (DANIANO, 65,5-61,7 Ma)	
13. LIMESTONE WITH STROMATOLITES, PALEOCENE (DANIAN 65.5-61.7 MYA).....	46
SCHEDA P - Box P: LE STROMATOLITI – STROMATOLITE	47
14. CALCARO A NUMMULITI, EOCENE INFERIORE (55,8-48,6 Ma)	
14. LIMESTONE WITH NUMMULITE, LOWER EOCENE (55.8-48.6 MYA).....	48
15. CALCARO AD ALVEOLINE, EOCENE INFERIORE (55,8-48,6 Ma)	
15. LIMESTONE WITH ALVEOLINE, LOWER EOCENE (55.8-48.6 MYA)	49

16. ARENARIA CON RESTI VEGETALI, EOCENE MEDIO (48,6-37,2 MA)	
16. SANDSTONE WITH VEGETABLE REMAINS, MEDIUM EOCENE (48.6-37.2 MYA)	50
SCHEDA Q - Box Q: FLYSCH, EOCENE MEDIO (48,6-37,2 MA) –	
FLYSCH, MEDIUM EOCENE (48,6-37,2 MYA)	51
17. BRECCIA OSSIFERA DI SLIVIA, PLEISTOCENE (900-800.000 ANNI FA)	
17. SLIVIA OSSIFEROUS BRECCIA, PLEISTOCENE (900-800,000 YEARS AGO)	52
18. BRECCIA E RIPARO DI VISOGLIANO, PLEISTOCENE (450-300.000 ANNI FA)	
18. VISOGLIANO BRECCIA AND SHELTER, PLEISTOCENE (450-300,000 YEARS AGO)	54
SCHEDA R - Box R: STALATTITE (ALABASTRO CALCAREO) – STALACTITE (CALCAREOUS ALABASTER) ...	56
BIBLIOGRAFIA	57

