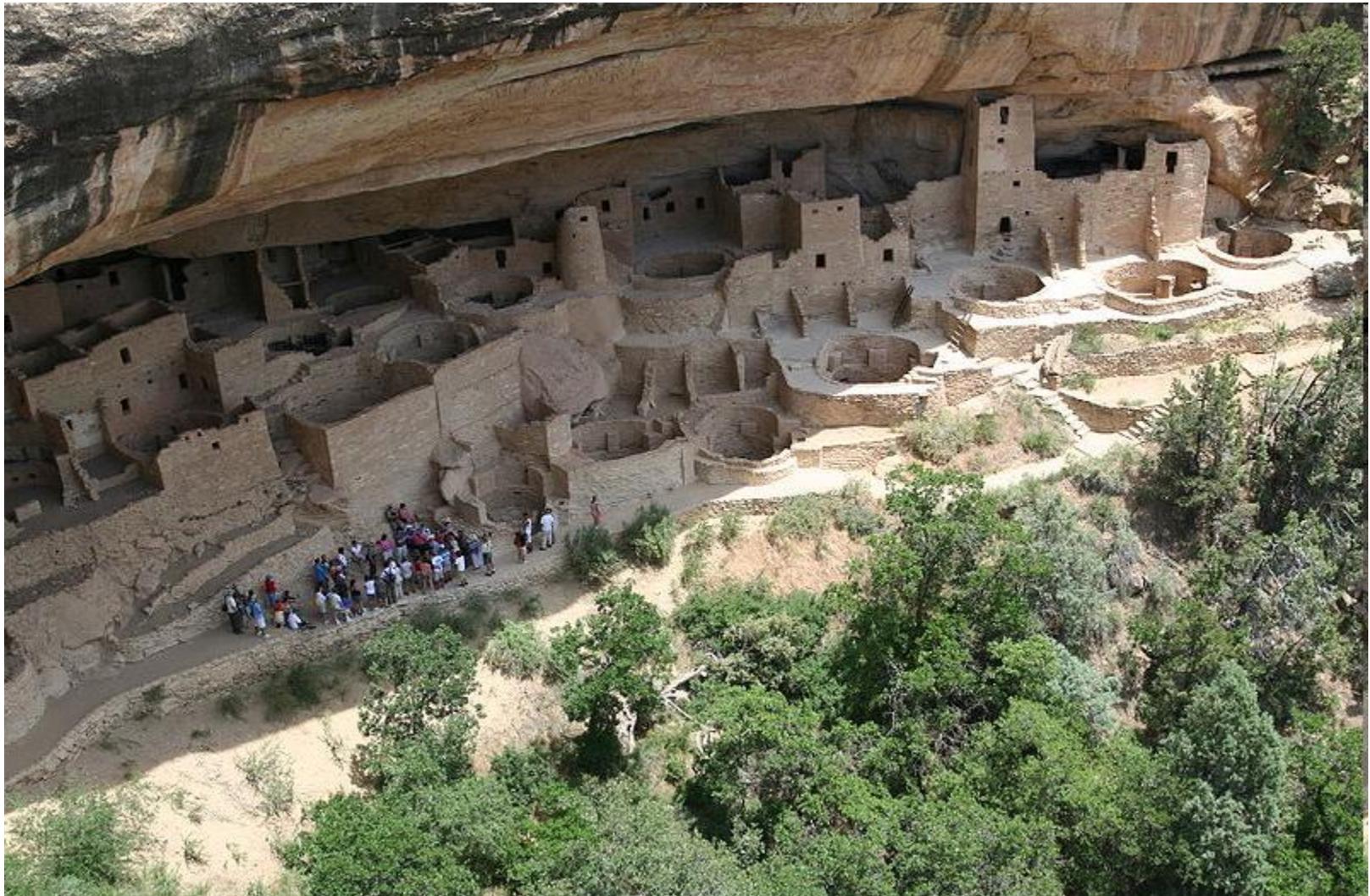


Scienze e Tecnologie per i Beni Culturali

Corso di Geologia Applicata

Dott. Maria Chiara Turrini

Ripari e grotte



Mesa Verde National Park, Colorado (popoli Anasazi e Navajo)

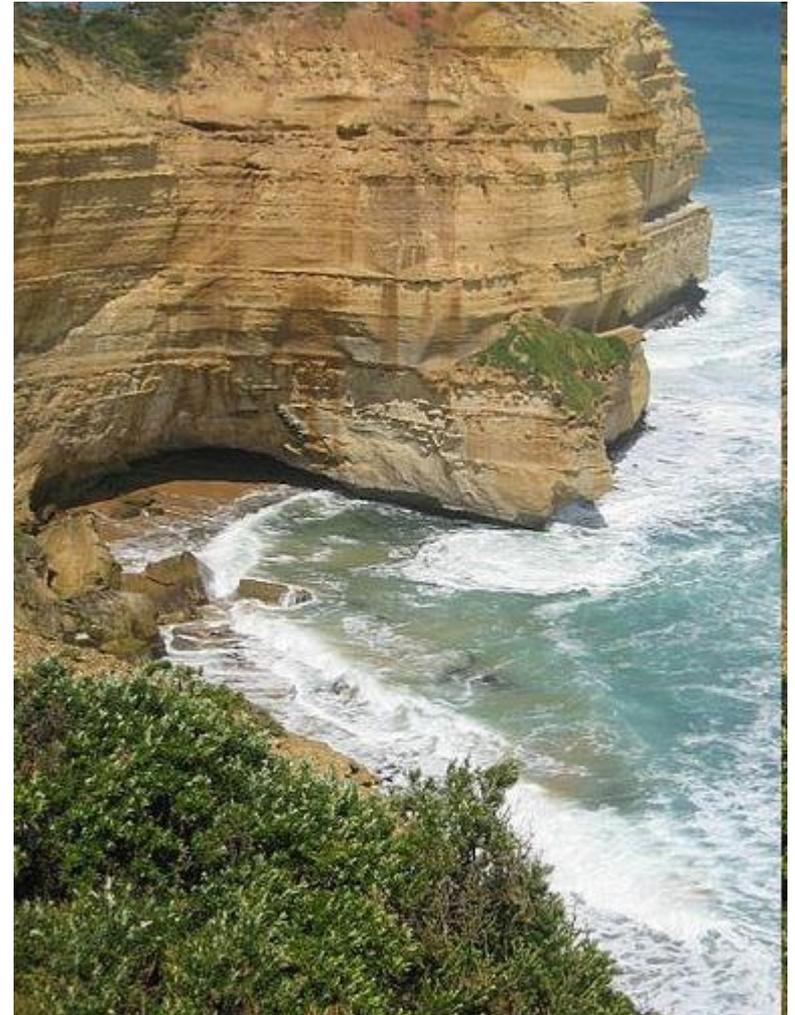
A **rock shelter (riparo roccioso)** is a shallow cave-like opening at the base of a bluff or cliff. Another term is rock house.

Rock shelters form because a rock stratum such as sandstone that is resistant to erosion and weathering has formed a cliff or bluff, but a softer stratum, more subject to erosion and weathering, lies just below the resistant stratum, and thus undercuts the cliff.

This same phenomenon commonly occurs at waterfalls, and, indeed, many rock shelters are found under waterfalls, or they form at the foot of a creek or river bank, due to the erosion of the water.

Rock shelters are often important archeologically. Because rock shelters form natural shelters from the weather, prehistoric humans often used them as living-places, and left behind trash, tools, and other artifacts. In mountainous areas the shelters can also be important for mountaineers.

Formazione di un riparo sotto roccia





Erosione selettiva lungo una
falesia attiva: gli strati rocciosi
più resistenti all'alterazione
rimangono in evidenza.
Sardegna, costa nord
occidentale.

Fontana Nuova - particolare interno
del riparo paleolitico vicino Ragusa

Strato più soggetto
all'erosione





This site would have been an ideal shelter for Aboriginal people.

Australia

This interesting rock shelter is one of the special features along the North Country Trail.

Wayne USA





A Native American rock shelter with paintings

Death Valley California



Il Riparo Tagliente, localizzato sui Monti Lessini sul versante occidentale del monte Tregnago, si apre sul lato sinistro della Valpantena ai piedi di una piccola parete rocciosa formata da un banco di calcari oolitici. Il riparo, situato a pochi metri sopra il fondovalle attuale ove scorre il torrente Progno, si trova a circa 250 m slm, nei pressi dell'abitato di Stallavena di Grezzana (VR).



Riparo Dalmeri, un grande riparo sottoroccia situato a 1.350 metri d'altezza nella Piana di Marcesina, all'interno del Comune di Grigno (Trento). Una grotta utilizzata da una comunità di cacciatori come riparo nel periodo della caccia, circa 13 mila anni fa.

Per **grotta (cave)** si intende qualsiasi tipo di **vuoto sotterraneo**, naturale o artificiale.

GROTTE NATURALI

Le **grotte primarie** si formano contestualmente alla formazione della roccia che le racchiude:

Tubi di lava

Grotte blister (bolla)

Grotte in travertino

Grotte nella barriera corallina



Le **grotte secondarie** si formano all'interno di rocce già consolidate

Grotte nel detrito

Grotte per fessura (diaciasi)

Grotte tettoniche

Grotte carsiche (per dissoluzione)

Tubo di lava
Lava tube



Lava tubes are formed when an active low-viscosity lava flow develops a continuous and hard crust, which thickens and forms a roof above the still-flowing lava stream.



Il tubo di lava svuotato diventa una grotta allungata





Blister cave

Si forma quando una grossa bolla di gas resta intrappolata nella lava che, raffreddandosi, forma la grotta



La Grotta dei Cristalli è stata incontrata per caso nelle profondità della Miniera di Naica, stato di Chihuahua, Messico. Si tratta di un vero e proprio geode: una caverna completamente ricoperta di trasparenti cristalli di selenite, cioè gesso purissimo, alcuni dei quali superano i 12 metri di lunghezza.



Un geode è una cavità interna ad una roccia, di forma tendenzialmente sferica, rivestita di cristalli. Con lo stesso termine si può intendere sia la cavità che la formazione cristallina al suo interno. Può avere dimensione variabile da pochi centimetri fino ad arrivare, in casi eccezionali, ad alcuni metri, delle vere e proprie grotte. Il geode è originato da infiltrazioni di minerali in soluzione acquosa che, tramite mineralizzazione secondaria, creano la cristallizzazione interna, che può essere totale o parziale.



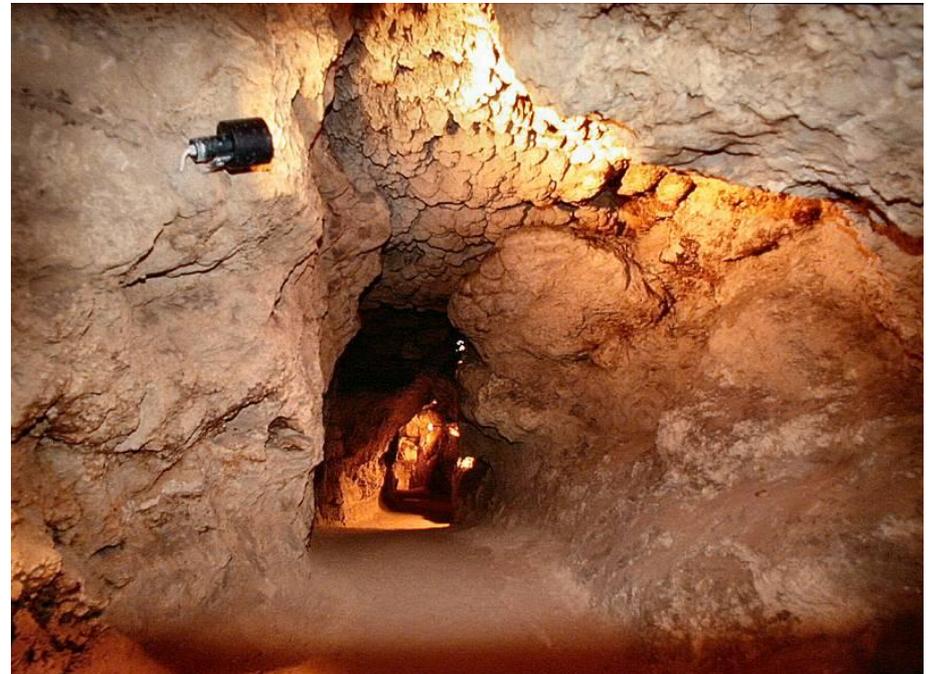


Tivoli (Italy)

Villa Gregoriana, grotta di Nettuno

Grotte in travertino

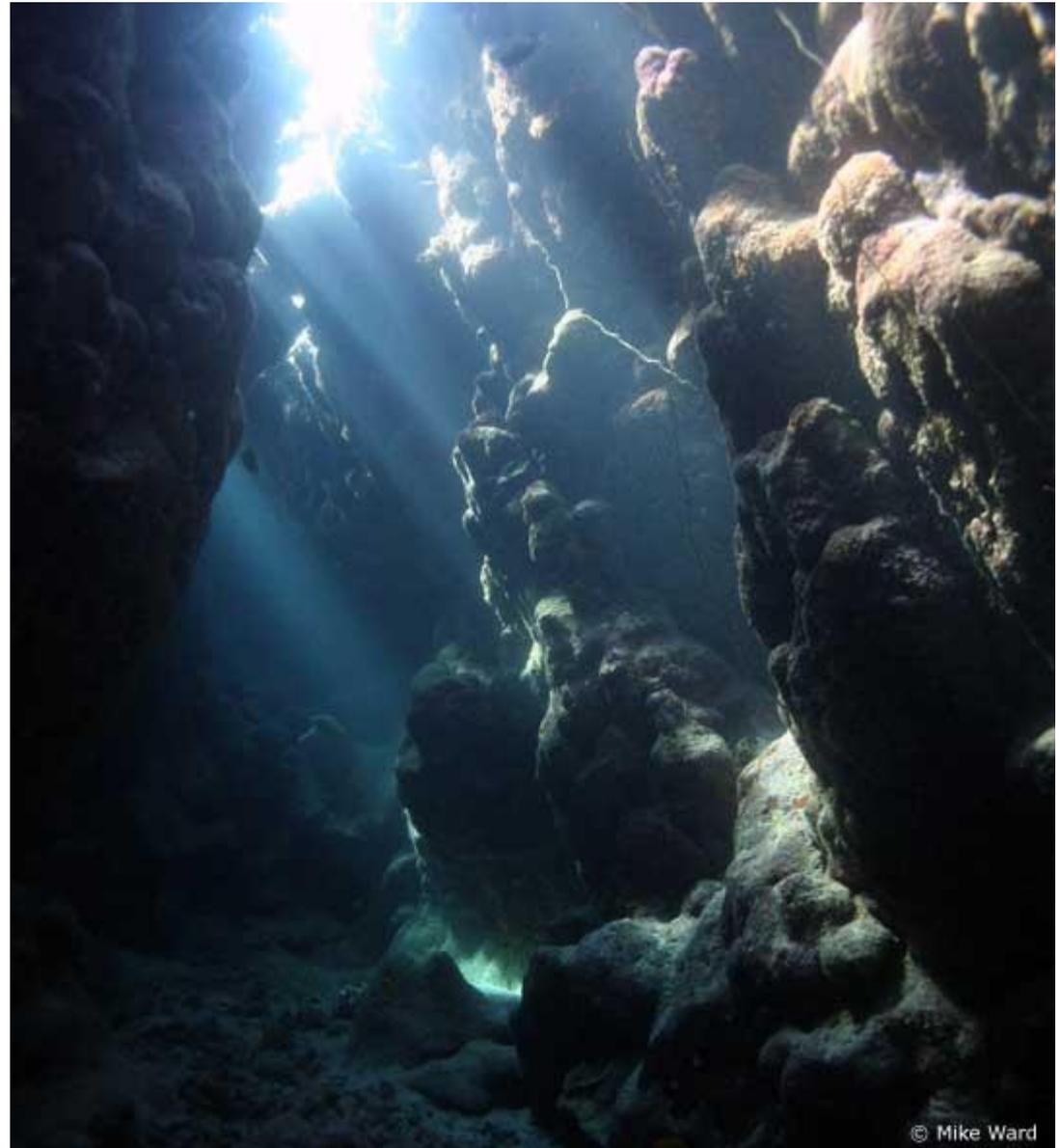
La grotta si forma contestualmente alla deposizione subaerea del travertino (tufa cave)





Reef cave

La grotta si forma contestualmente alla costruzione della barriera corallina

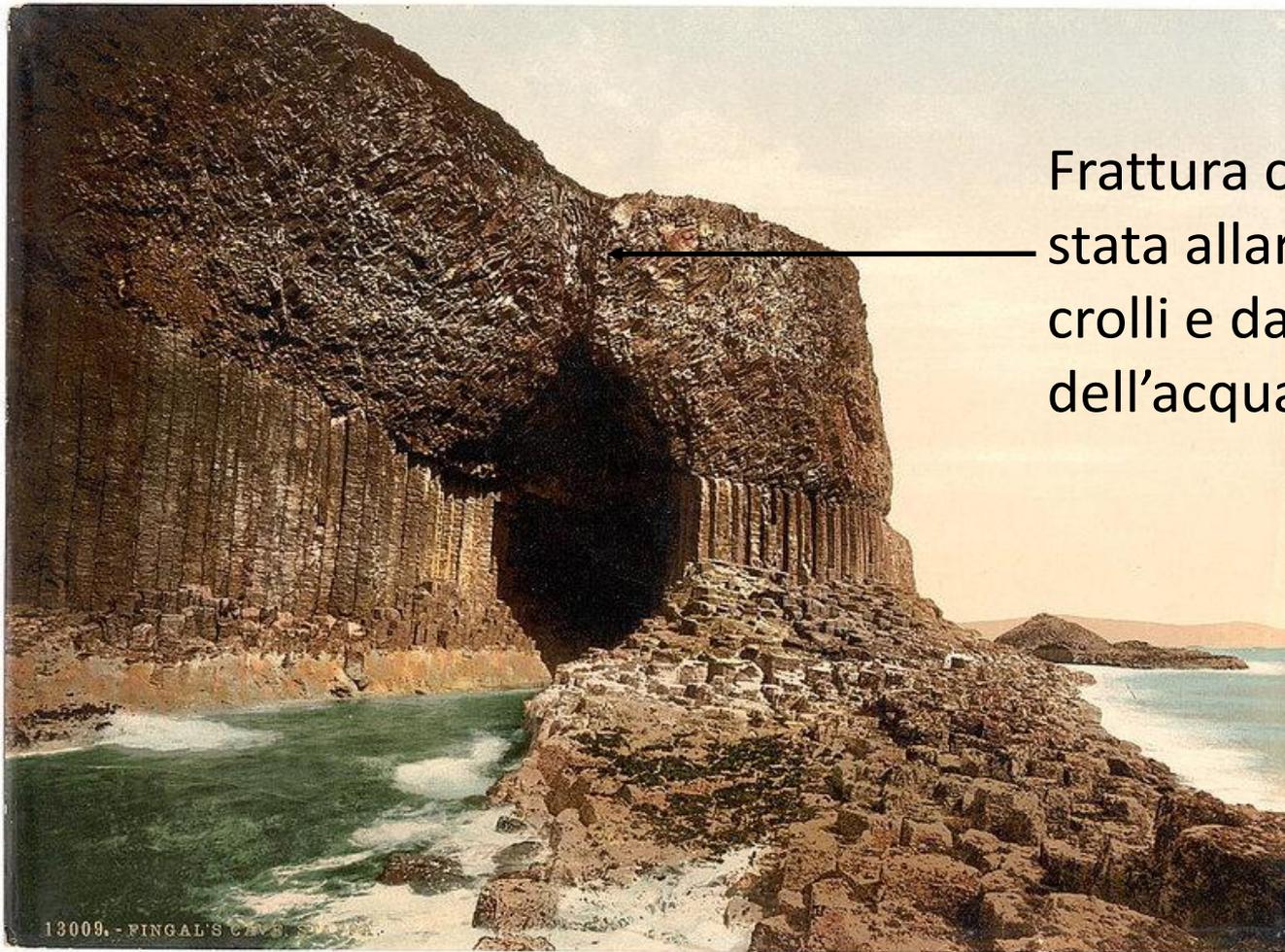


Grotta secondaria formatasi per la giustapposizione di grossi blocchi



Talus cave

Grotta secondaria per fessura (diaciasi)

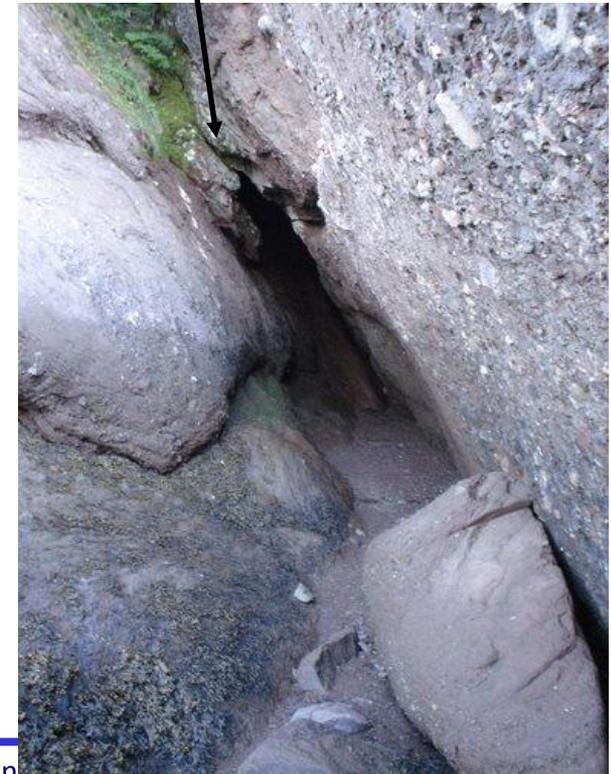


Frattura che è poi stata allargata da crolli e dall'azione dell'acqua

Scotland, isle Staffa, Fingal's Cave



Frattura che poi è stata allargata dal passaggio dell'acqua e da crolli dalle pareti e dal soffitto



Grotte secondarie dovute all'allargamento di una fessura



Tectonic cave

Grotta di origine tettonica: si differenzia dalle grotte per fessura solo per il fatto che si sviluppano lungo una faglia, cioè una frattura della crosta terrestre lungo la quale c'è stato un movimento relativo dei due lembi

Nella maggioranza dei casi, le grotte derivano dalla **corrosione** (scioglimento o dissoluzione chimica) di rocce solubili, quali:
i calcari,
i marmi,
i gessi,
i depositi di salgemma (sale).

Alla corrosione si aggiunge, subordinatamente, anche il fenomeno dell'**erosione meccanica (abrasione)** dovuta all'azione dell'acqua e dei detriti da questa trasportati e della gravità.



Grotta in gesso per dissoluzione



Concrezione di gesso



Grotta formatasi nel sale
per dissoluzione

Salt caves are dissolved
simply by water, not
requiring the presence of
acidity as does the
production of solution
caves in carbonate rocks.
And the salt speleothems
inside also grow much
faster than those in
limestone



I carbonati sono i litotipi che più comunemente danno luogo alla formazione delle grotte, in quanto sono i più diffusi sulla superficie terrestre.

Essi sono una categoria di rocce che comprende i calcari, le dolomie e i marmi, e ogni tipo di roccia ad essi riconducibili, cioè tutte le rocce contenenti lo **ione carbonato CO₃⁻**.

Nei carbonati, ed a loro spese, avviene un fenomeno denominato **carsismo**.

La corrosione avviene per opera delle acque meteoriche che, contenendo disciolta al loro interno una certa quantità di anidride carbonica atmosferica (biossido di carbonio), intaccano la roccia calcarea, asportando in particolare il carbonato di calcio. Con il passare del tempo l'acqua piovana, talora localmente acidificata dall'azione biologica, discioglie la roccia, sia superficialmente che in profondità, infiltrandosi per vie di penetrazione spesso impostate sulle linee di frattura o di faglia.

Il complesso fenomeno chimico della dissoluzione carsica può essere così sintetizzato:



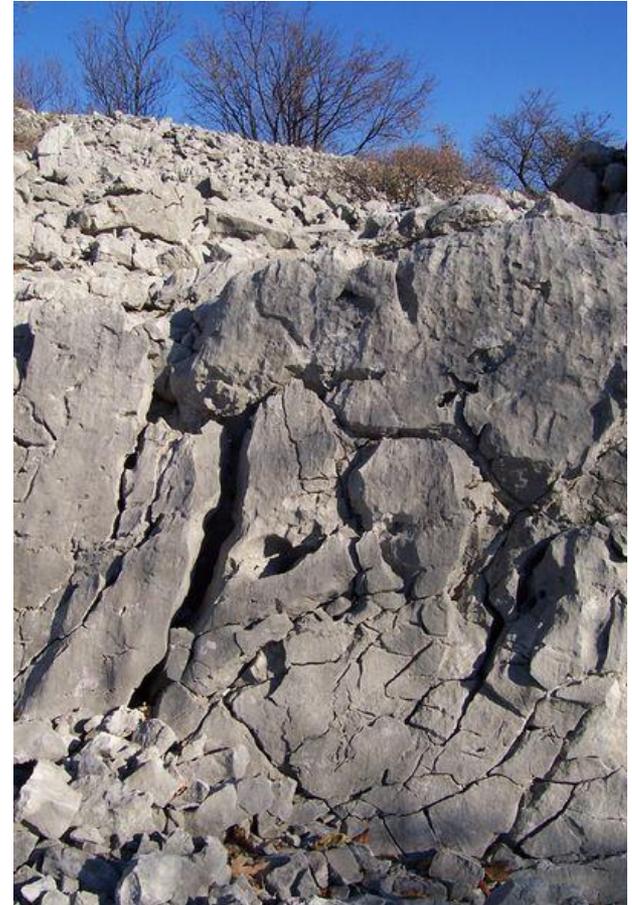
Contrariamente al carbonato di calcio (CaCO_3) praticamente insolubile, il carbonato acido di calcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) (detto anche, con terminologia attualmente superata, bicarbonato di calcio) si dissocia in acqua in ioni Ca^{++} e HCO_3^- che vengono asportati dall'acqua dilavante.

Il materiale non disciolto (es. silice e ossidi metallici) vanno a costituire i cosiddetti depositi residuali, sovente associati alle forme carsiche.

L'evoluzione del carsismo procede in profondità creando cavità ipogee, arrestandosi solo al contatto con rocce non sottoposte, per contenuto mineralogico, al fenomeno di dissoluzione carsica.

Ogni sistema carsico è legato alla presenza di *fattori* ed *agenti*, necessari e determinanti. Il principale fattore è la **fratturazione**, il principale fra gli agenti è l'**acqua**. La fratturazione è la condizione indispensabile per l'evoluzione di un sistema carsico, l'acqua è il suo agente modellante. Le fratture (siano esse faglie o giunti) sono le strutture all'interno delle quali le acque si introducono nella roccia, per dare inizio al processo corrosivo.

Fratture nell'ammasso roccioso calcareo allargate per dissoluzione del carbonato di calcio



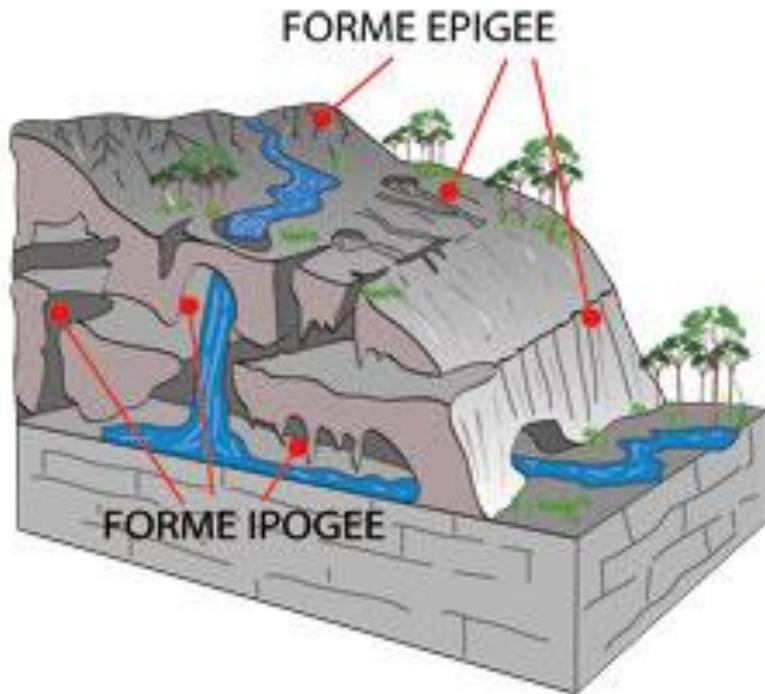
Semplificando, le fasi secondo cui un sistema ipogeo si crea, sono tre.

1 - La fratturazione, che crea le vie di deflusso idrico preferenziali.

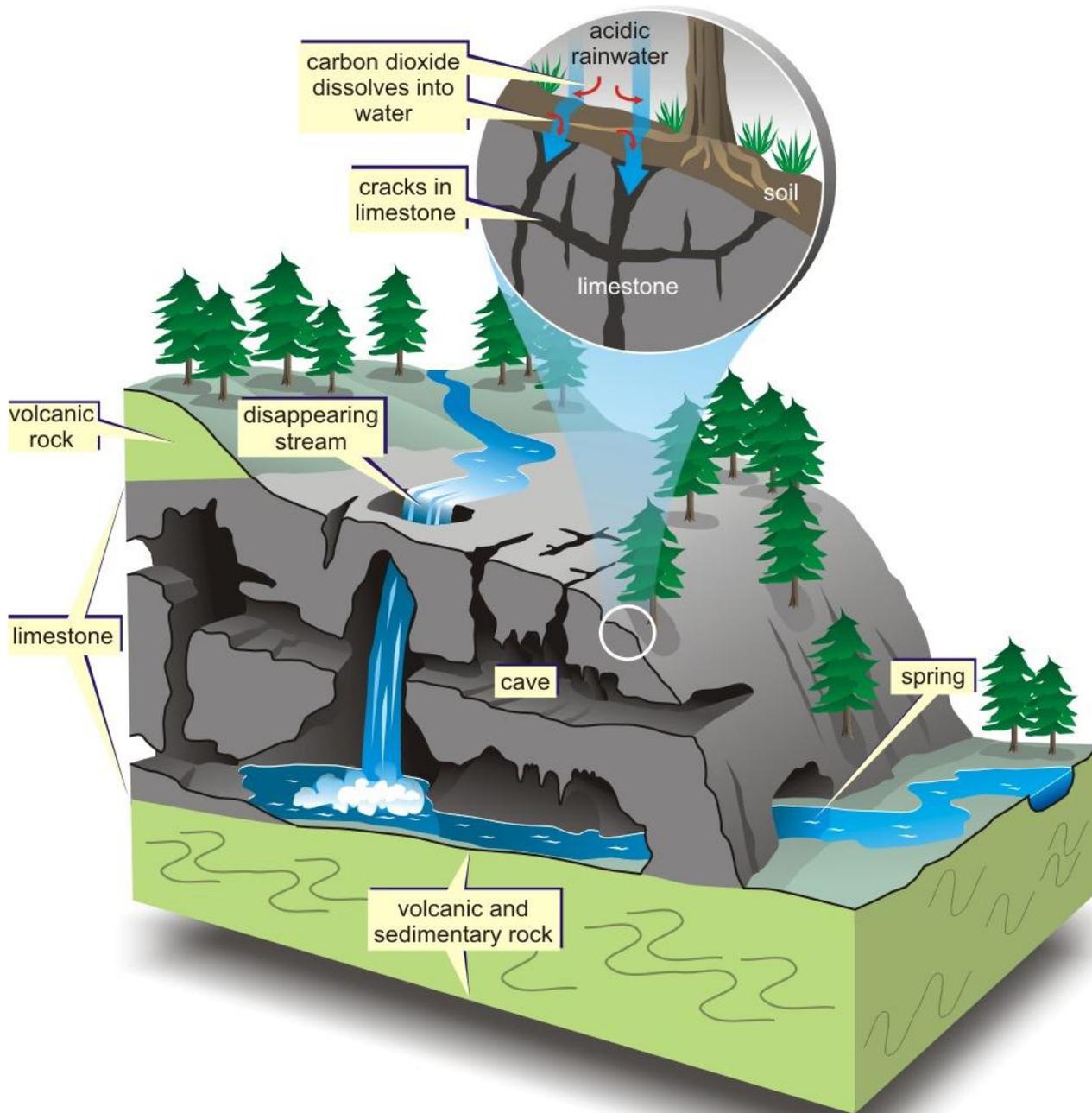
2 - L'invasione da parte delle acque, che crea i grandi vuoti ipogei, allargando le fratture. In questa fase il fenomeno del concrezionamento esiste, ma limitatamente.

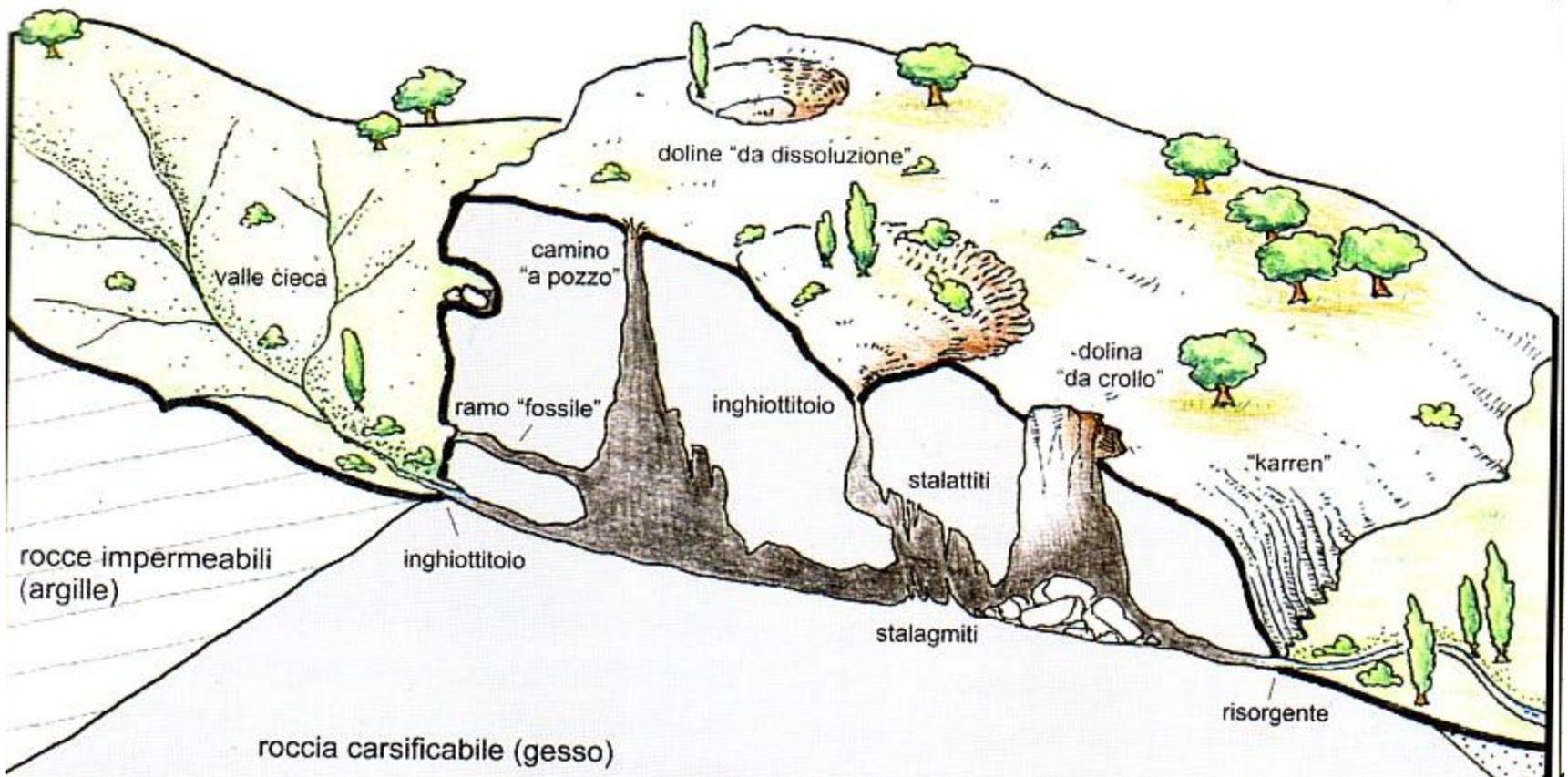
3 - L'abbandono delle acque, che dà vita al vuoto percorribile.

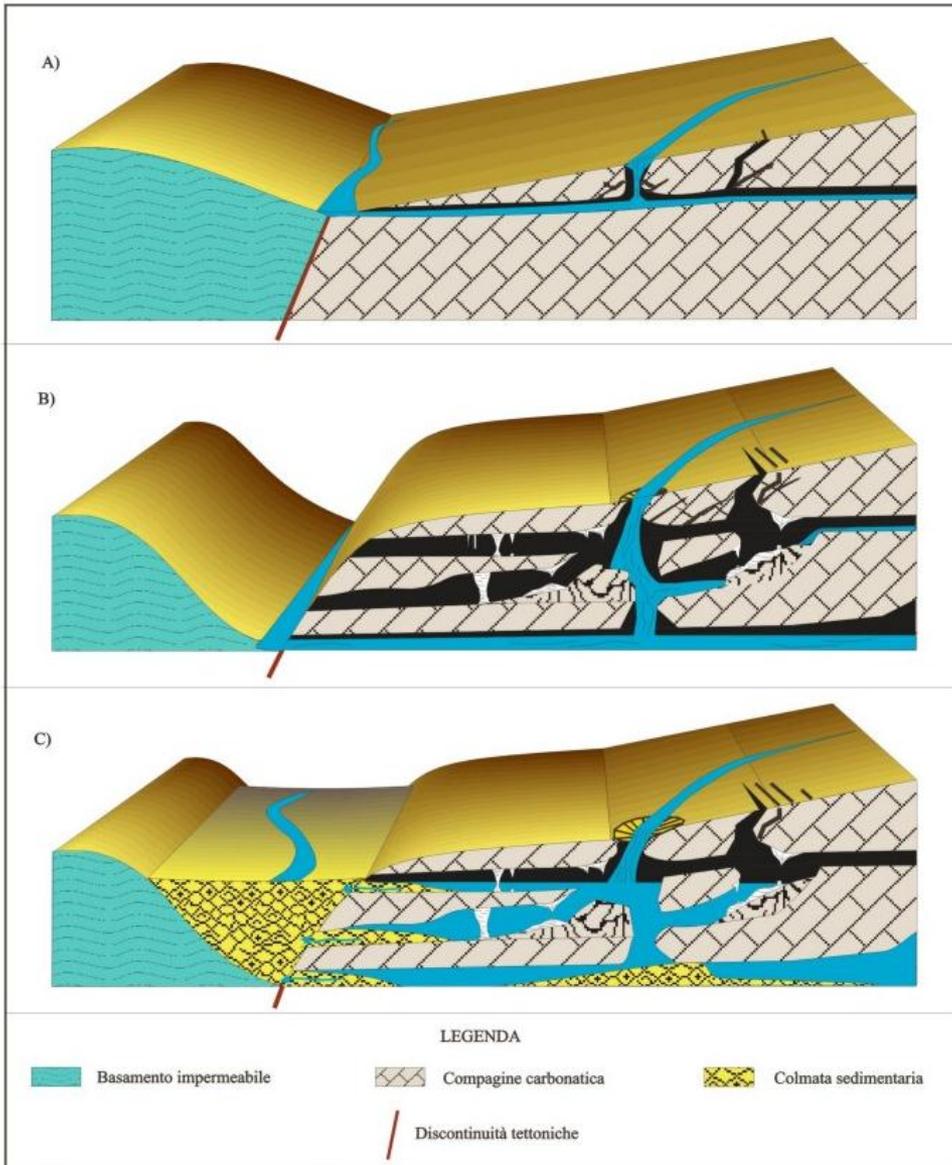
In quest'ultima fase avvengono i fenomeni di **percolazione** che formano le concrezioni più diffuse. L'abbandono delle acque è responsabile anche dei riempimenti sabbiosi e fangosi, depositati per sedimentazione.



Schema riassuntivo dei fenomeni carsici superficiali (epigei) e profondi (ipogei). Anche se sono espressione dello stesso fenomeno e sono strettamente collegate e dipendenti, si suole distinguere *forme carsiche epigee* o superficiali da quelle carsiche *ipogee* o profonde.





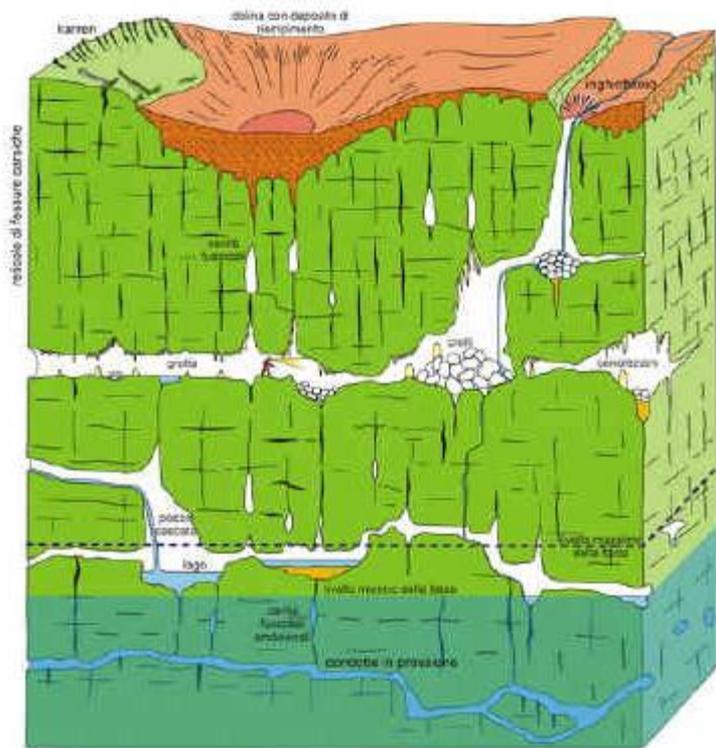


A) La falda è in equilibrio col livello del fiume: si forma un sistema di grotte superficiale, riempito stagionalmente dall'acqua di infiltrazione

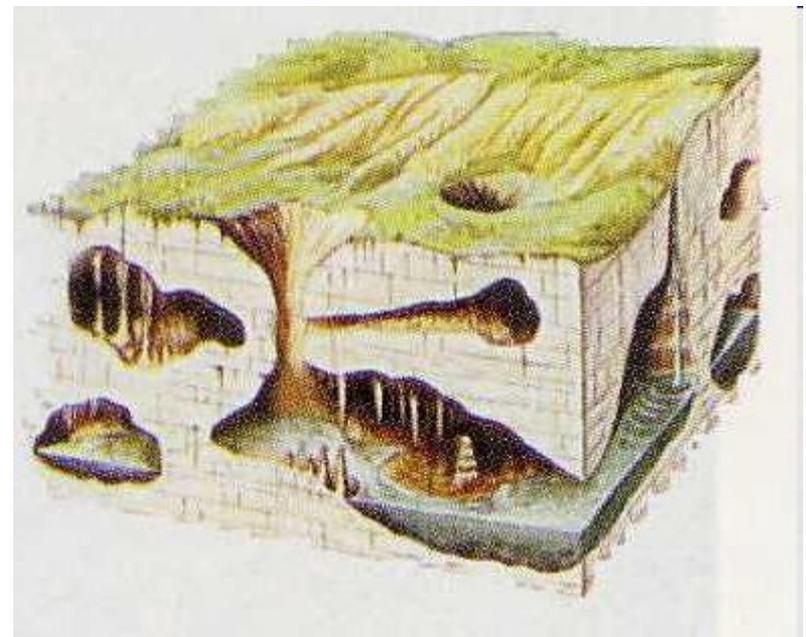
B) All'abbassarsi del fiume, per erosione di questo, si abbassa anche il livello della falda, con costruzione di nuovi livelli del sistema ipogeo

C) Se la valle viene sovralluvionata e tutto il materasso di detriti è saturo, allora tutta la parte bassa del sistema ipogeo, in relazione con la valle, è completamente pieno di acqua

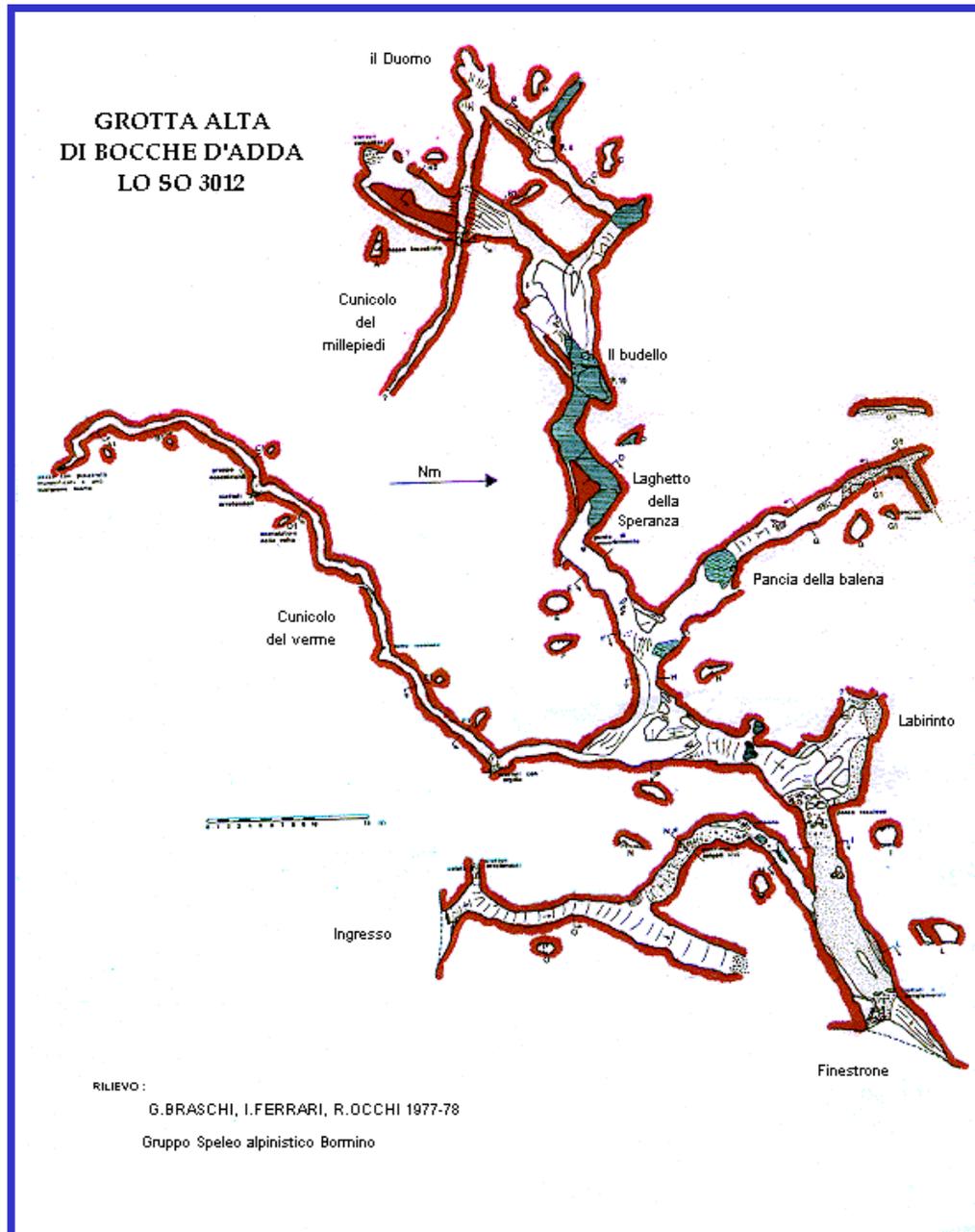
Evoluzione del sistema carsico ipogeo al variare del livello di base della falda

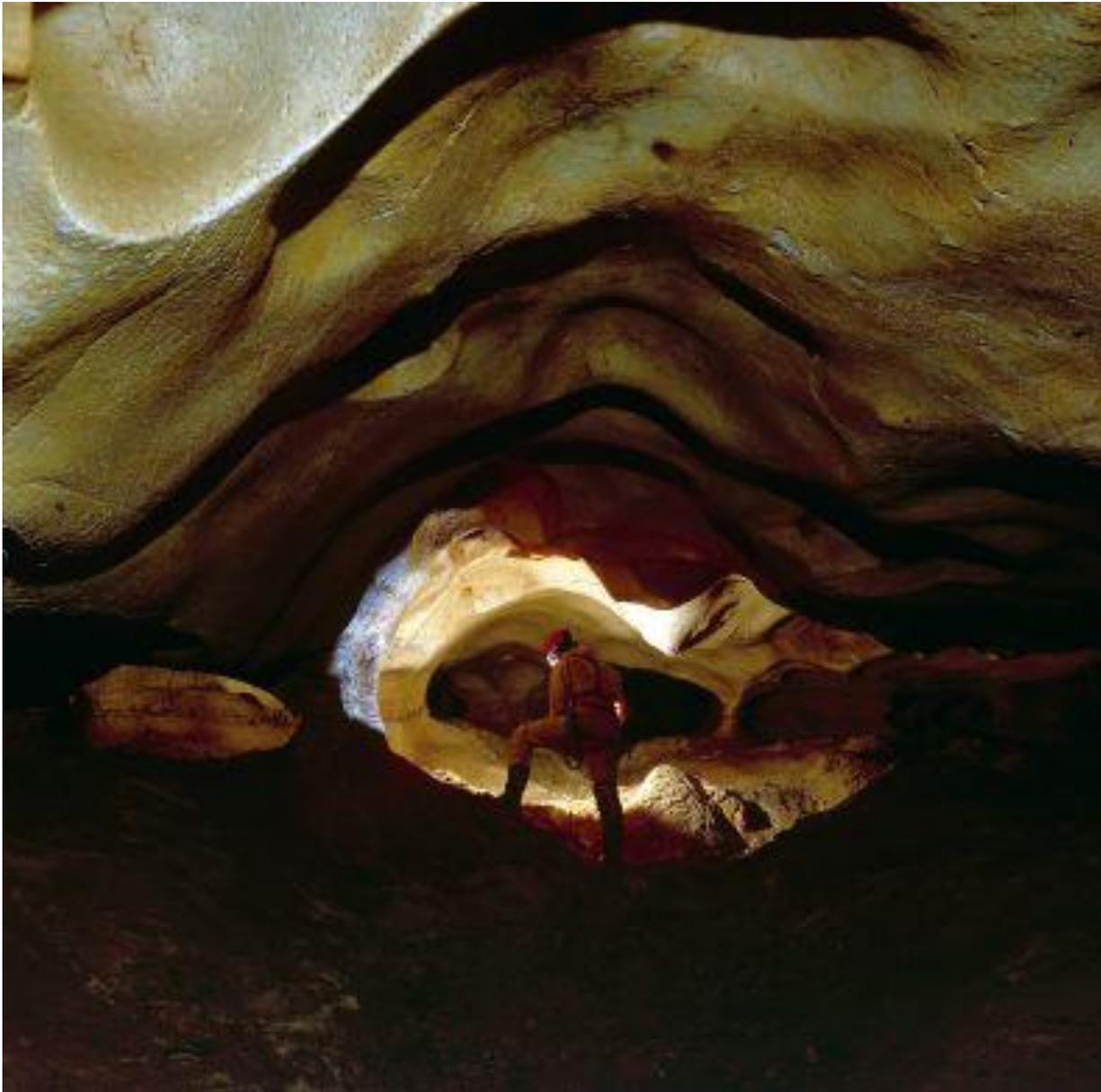


Il sistema carsico si è evoluto all'abbassarsi del livello di base della falda. Attualmente solo il livello più basso è saturo, mentre nei due livelli superiori si ha evoluzione per gravità e la formazione delle concrezioni per percolazione dell'acqua di infiltrazione



Planimetria di una grotta carsica





Grotta carsica
senza
concrezioni



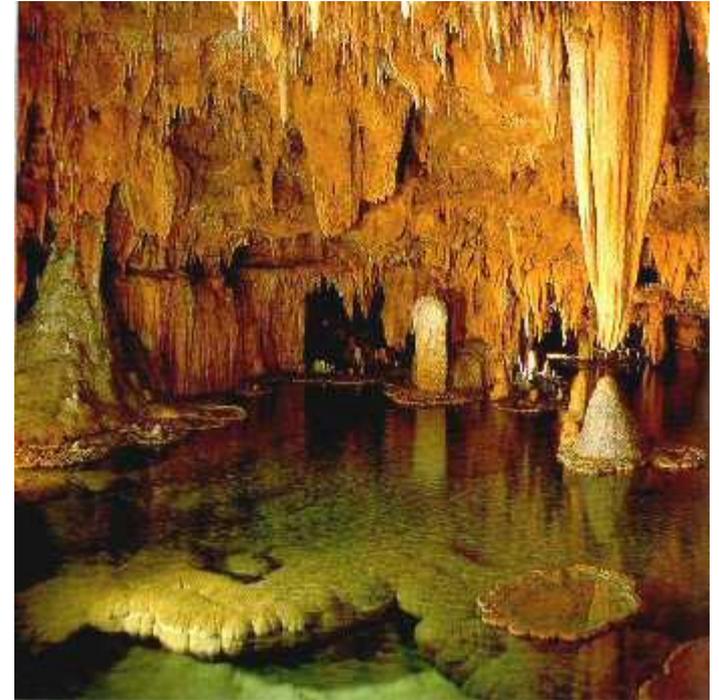
Stalagmiti in formazione



Embrione di stalattite



Cascata di carbonato di calcio



Lago ipogeo con stalattiti
e stalagmiti in
formazione

Paesaggio

carsico



Paesaggio carsico

Tipicamente non esiste un'idrografia superficiale e la superficie topografica è caratterizzata dalla presenza di depressioni circolari (doline)





Forme epigee: vaschette di corrosione

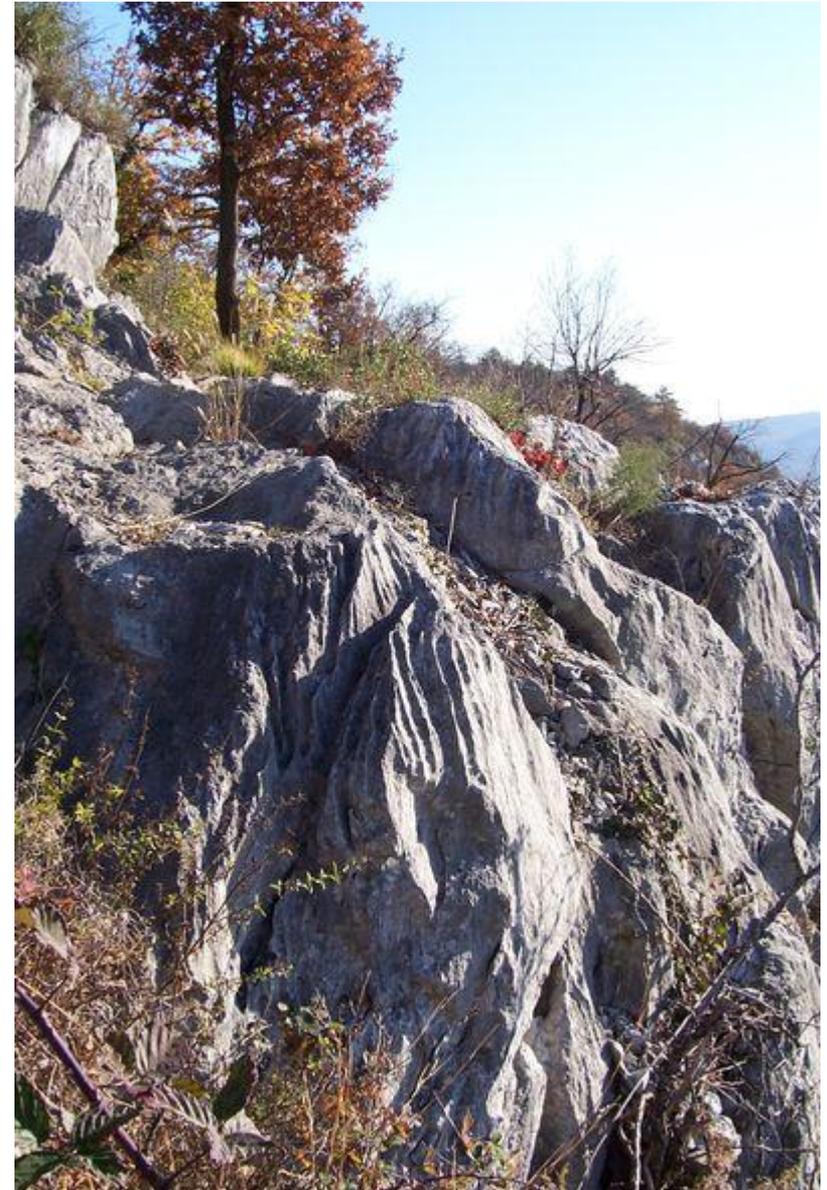
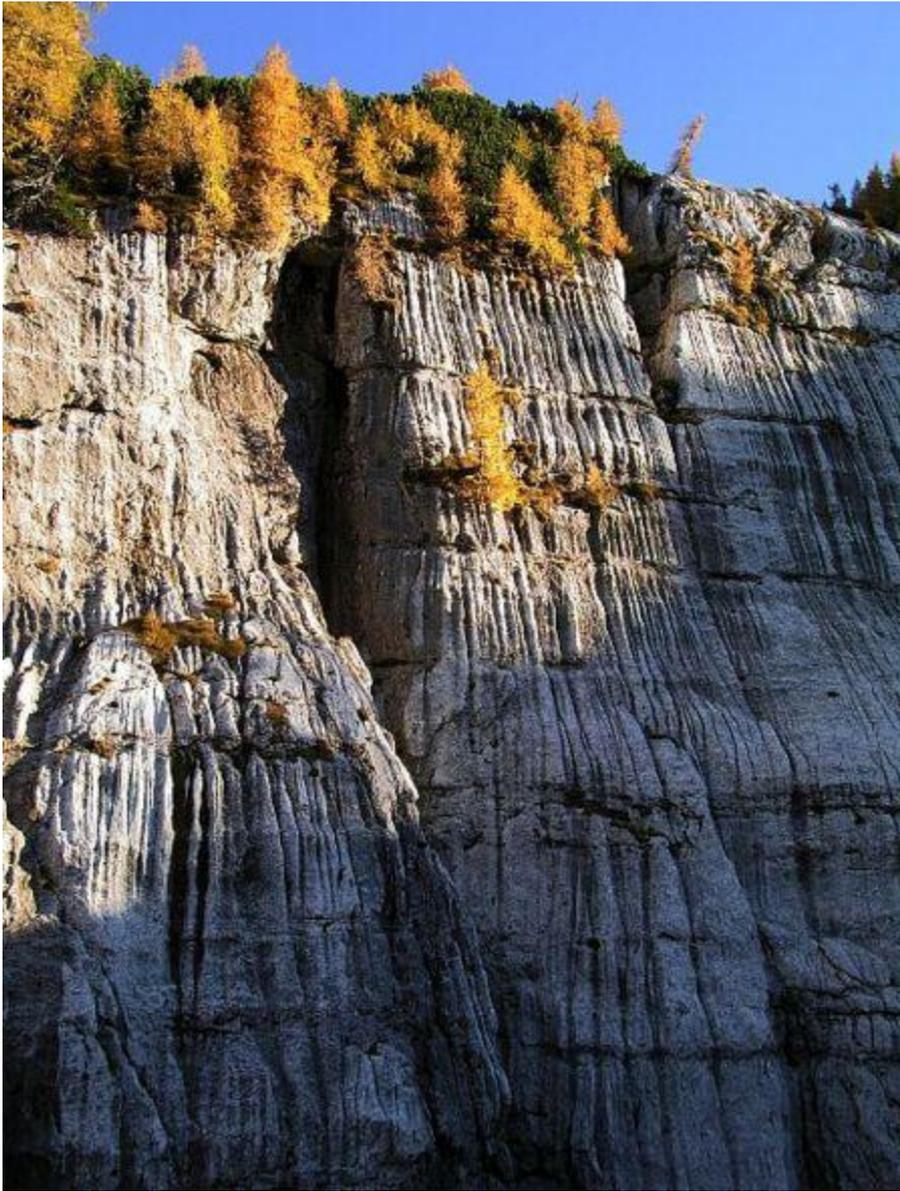


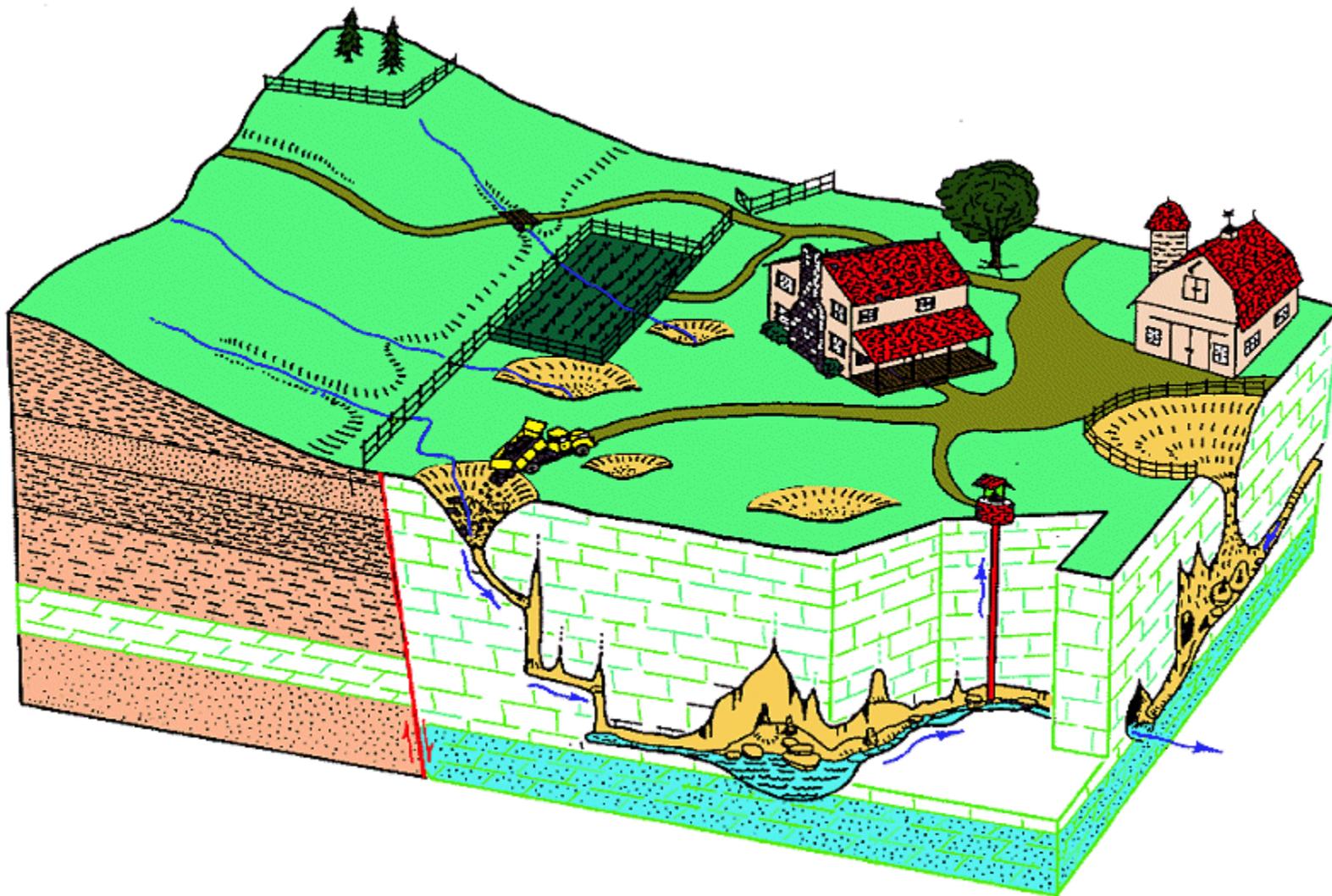
Forme epigee: campi carreggiati



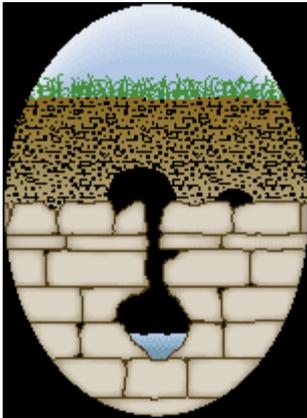
Forme epigee: campi carreggiati

Forme epigee di corrosione

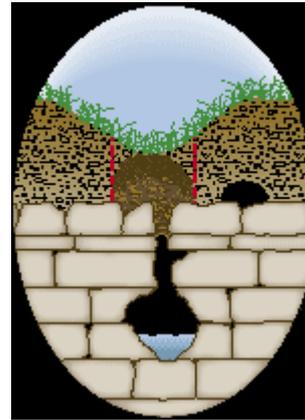




Forme epigee: doline (sinkholes)



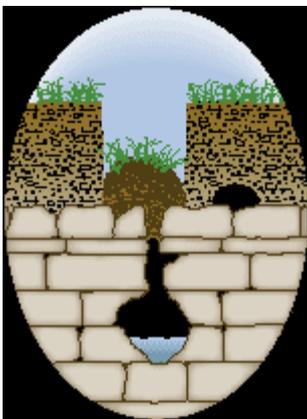
Initially, a sinkhole forms as soil collapses into a crevice and is carried away through a conduit by water.



Erosion by water flowing into this new drain hole smooths the hole's sharp edges to form the typical inverted cone- or bowl-shaped depression.



Then the soil roof of the developing sinkhole falls into the hole to form a cylindrical cavity.



Further collapse of the soil cover from below causes circular cracks to develop at the surface.

Formazione di una dolina



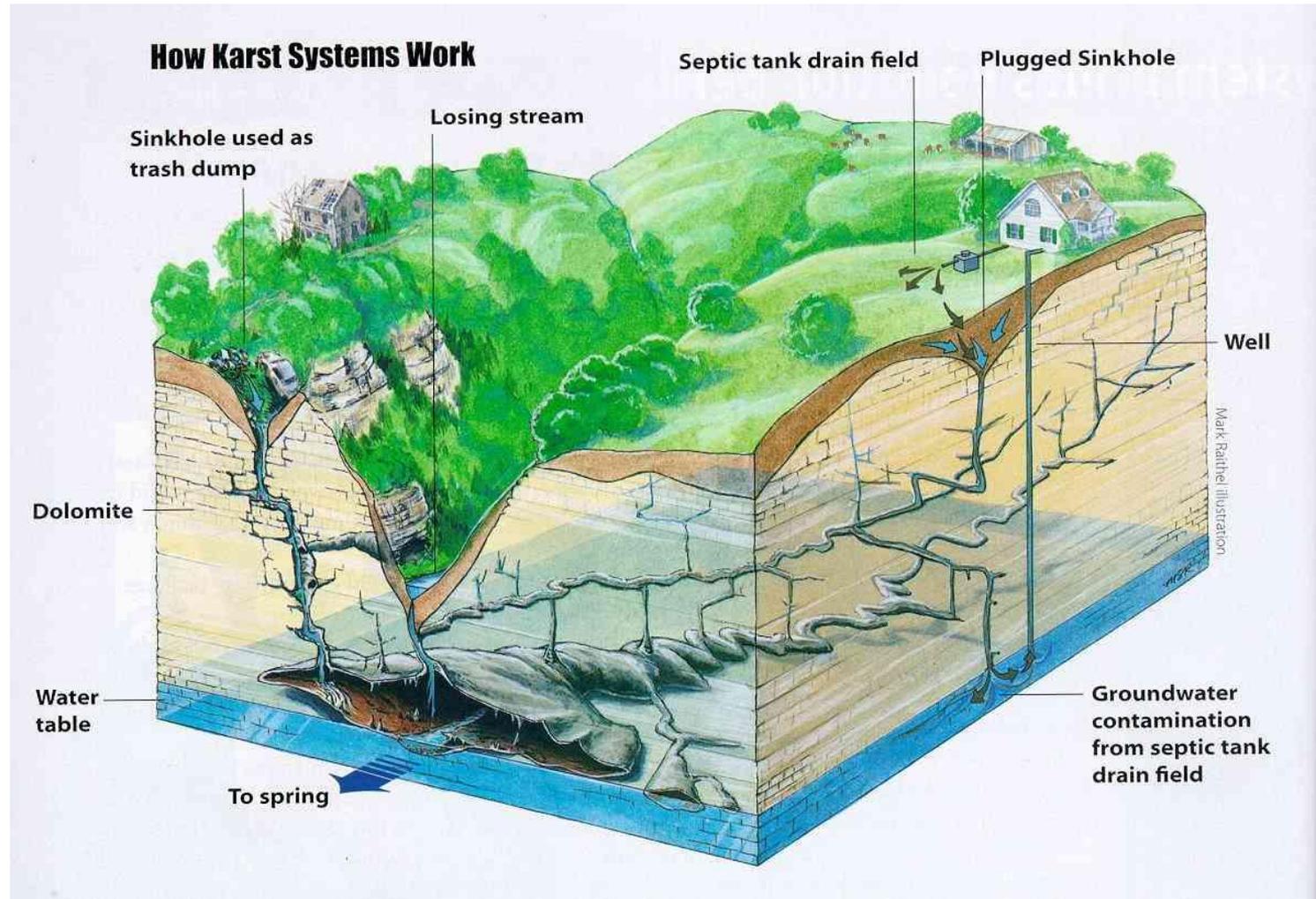


Esempi di doline





Forme epigee: stagno carsico in una dolina



Le acque sotterranee delle zone carsiche sono molto vulnerabili all'inquinamento in quanto l'inquinante può arrivare facilmente alla falda e manca la capacità di filtrazione e di depurazione del terreno granulare