

LE GROTTE DI FRASASSI:

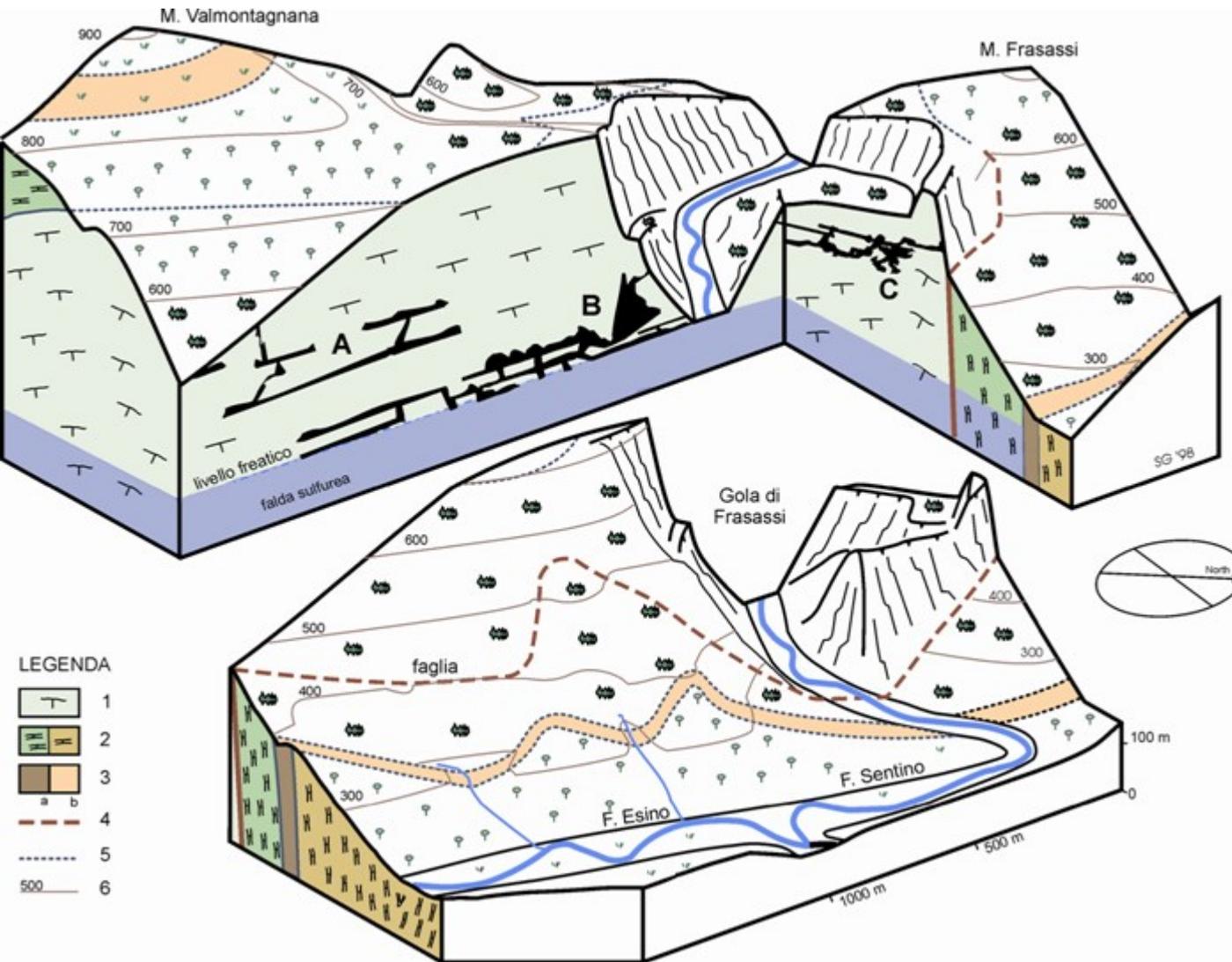
50 anni dalla scoperta

Genga, 25 settembre 2021

Sandro Galdenzi

**Acque sulfuree e grotte:
l'origine del sistema carsico di Frasassi**

Il sistema carsico di Frasassi



Tre principali complessi disposti a differente quota.

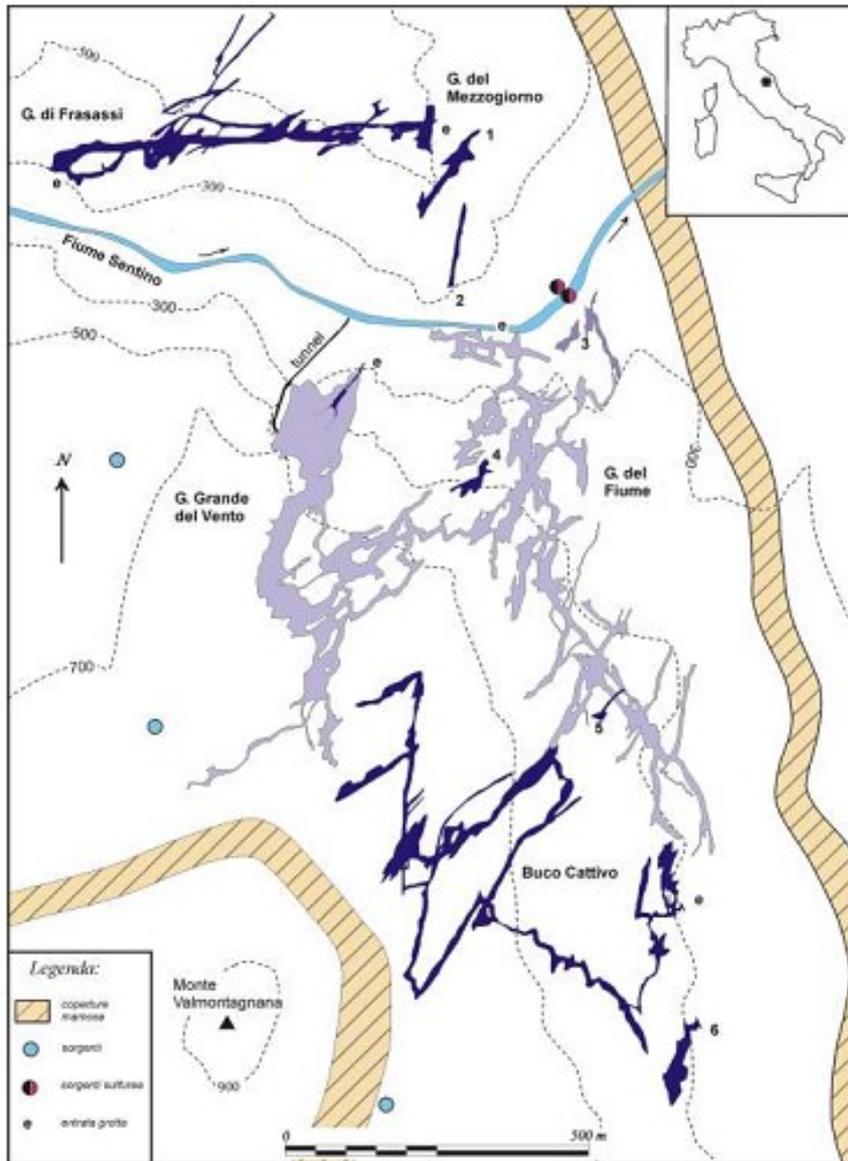
Gallerie orizzontali spesso sovrapposte, e interconnesse da pozzi.

Una distribuzione in livelli correlabili alla evoluzione della valle fluviale.

Un acquifero di base, con acque sulfuree risalenti dal basso.

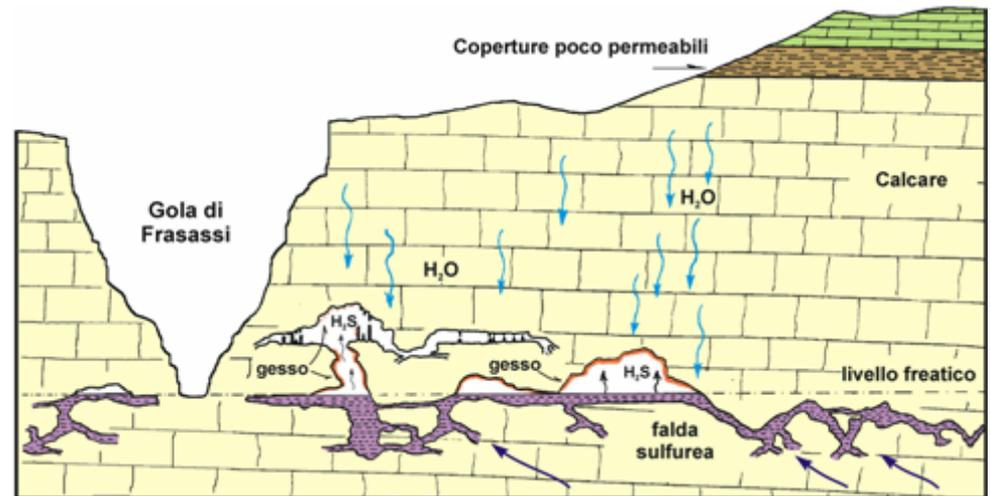
La falda sulfurea è raggiungibile nei piani inferiori della grotta, presso l'attuale livello di scorrimento del F. Sentino.

Il sistema carsico di Frasassi



Una struttura molto ramificata, con ambienti di grandi dimensioni

Una distribuzione planimetrica delle gallerie influenzata dalle condizioni giacitureali



L'ossidazione dell'H₂S è il principale agente speleogenetico

I meccanismi speleogenetici sono responsabili della struttura morfologica in grande della grotta

I processi attivi nei rami inferiori sono confrontabili con le morfologie dei piani superiori

L'ossidazione dell' H₂S

L'ossidazione dello zolfo produce acido solforico



- **L'acido solforico trasforma il calcare in gesso**



Questo processo necessita di:

- **Rifornimento di ossigeno**
- **Rimozione di anidride carbonica**
- **Ciò è possibile vicino alla superficie della falda idrica**

Le zone sulfuree

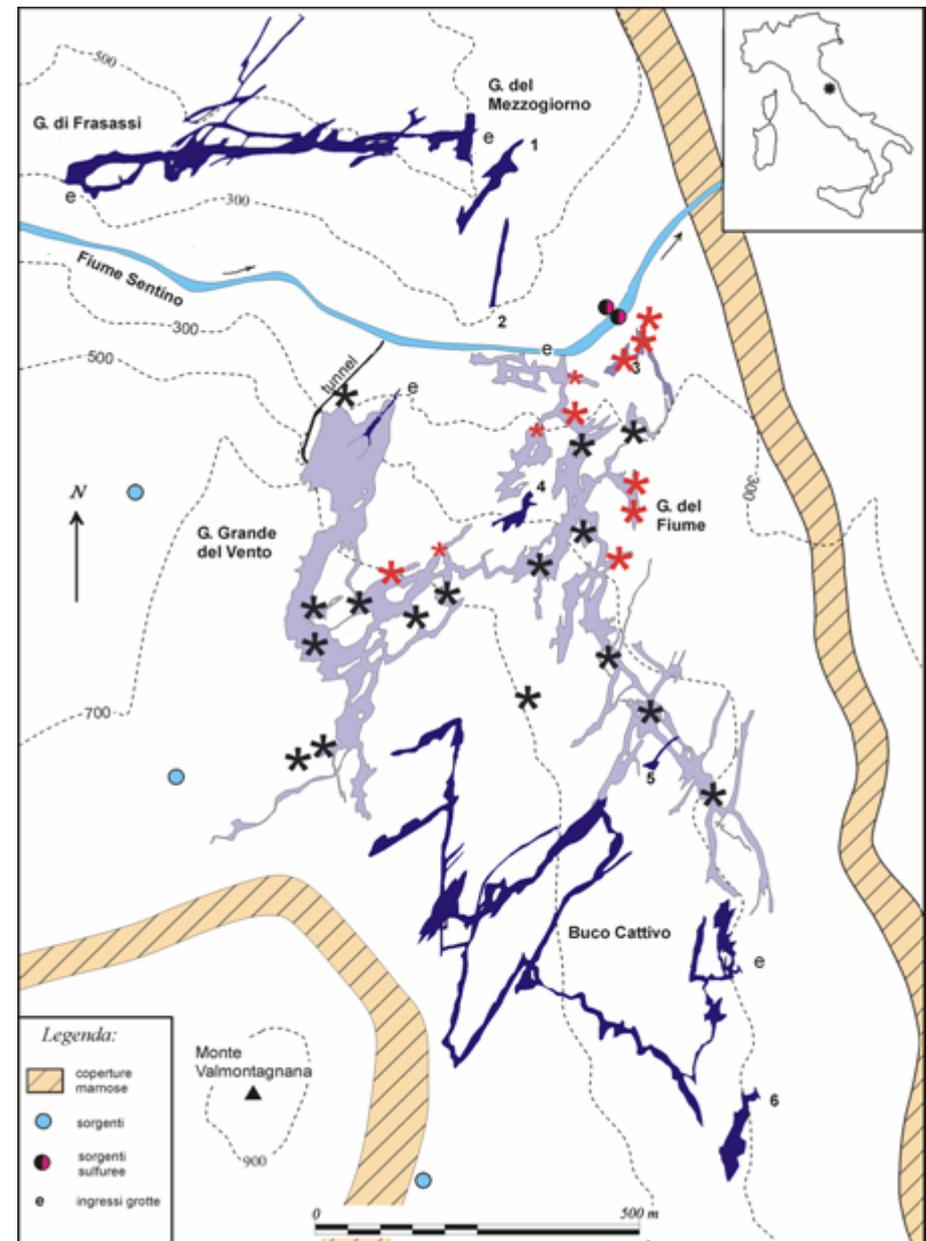
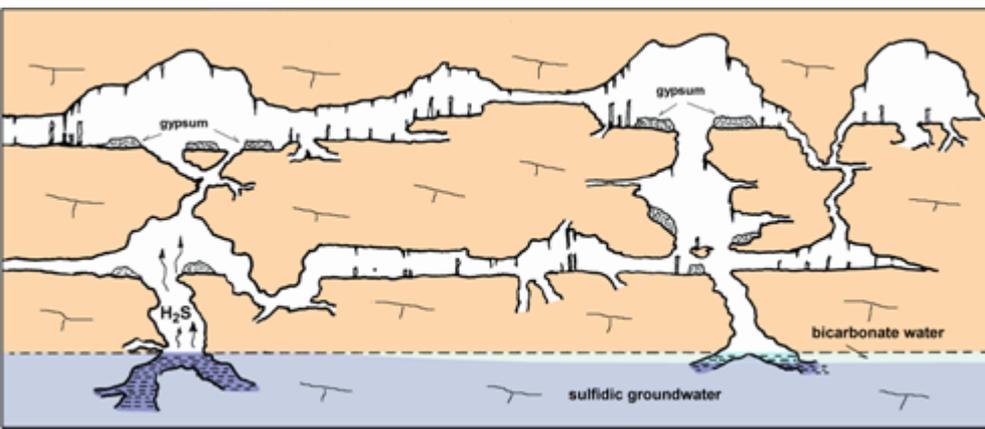


La falda sulfurea

La falda idrica può essere raggiunta in numerosi punti, in un'area vasta 0,5 km². Condizioni di flusso attivo si hanno solo nel settore nord orientale.

In un'ampia zona acque bicarbonatiche sono stratificate sopra quelle sulfuree. *(in blu)*

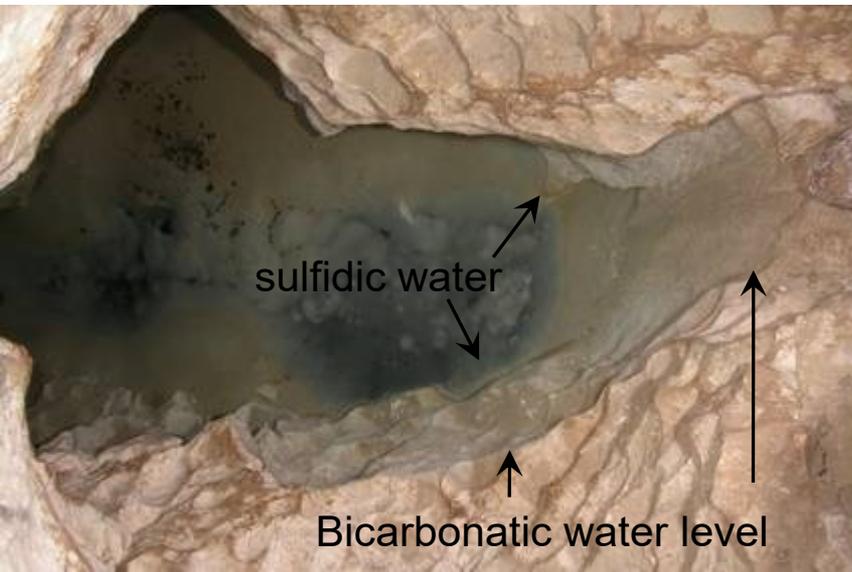
In alcune località le acque sulfuree sono a diretto contatto con l'atmosfera della grotta. *(in rosso)*



L'acquifero sulfureo



Il chemoclino può trovarsi da pochi cm ad alcuni metri dalla superficie.



In assenza di stratificazione delle acque, esalazioni sulfuree attaccano la roccia, producendo gesso.

Aspetti biologici



Microorganismi autotrofi vivono nella grotta grazie all'energia chimica rilasciata dai processi di ossidoriduzione che coinvolgono lo zolfo.

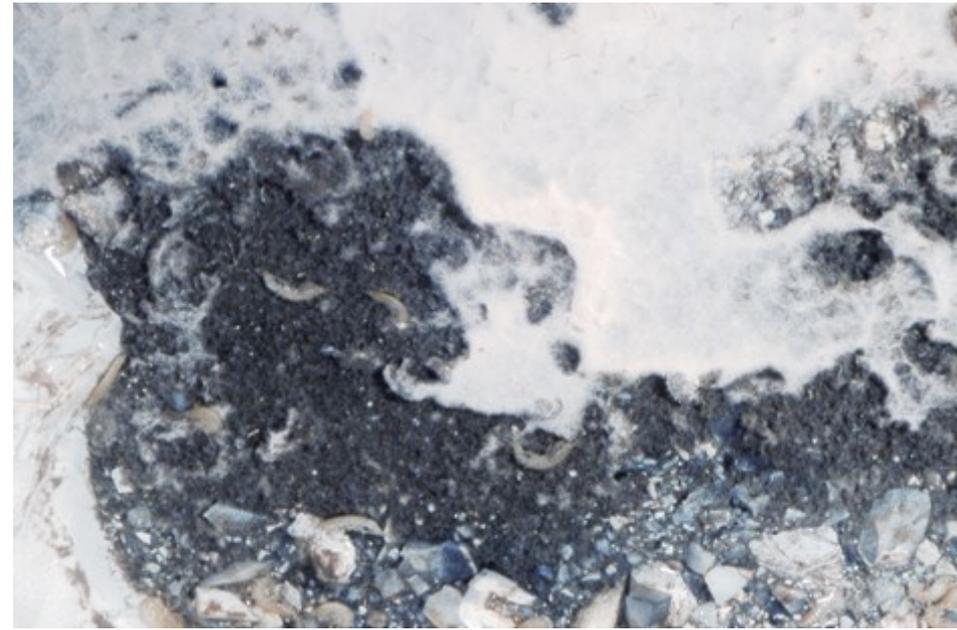
Colonie di batteri rivestono i fondali delle gallerie allagate.

Fuori dall'acqua, biofilm di solfobatteri crescono sulle pareti fino a produrre "stalattiti" di muco (mucoliti).

Le gocce che stillano hanno $\text{pH} < 1$ per la presenza di H_2SO_4 (acido solforico).

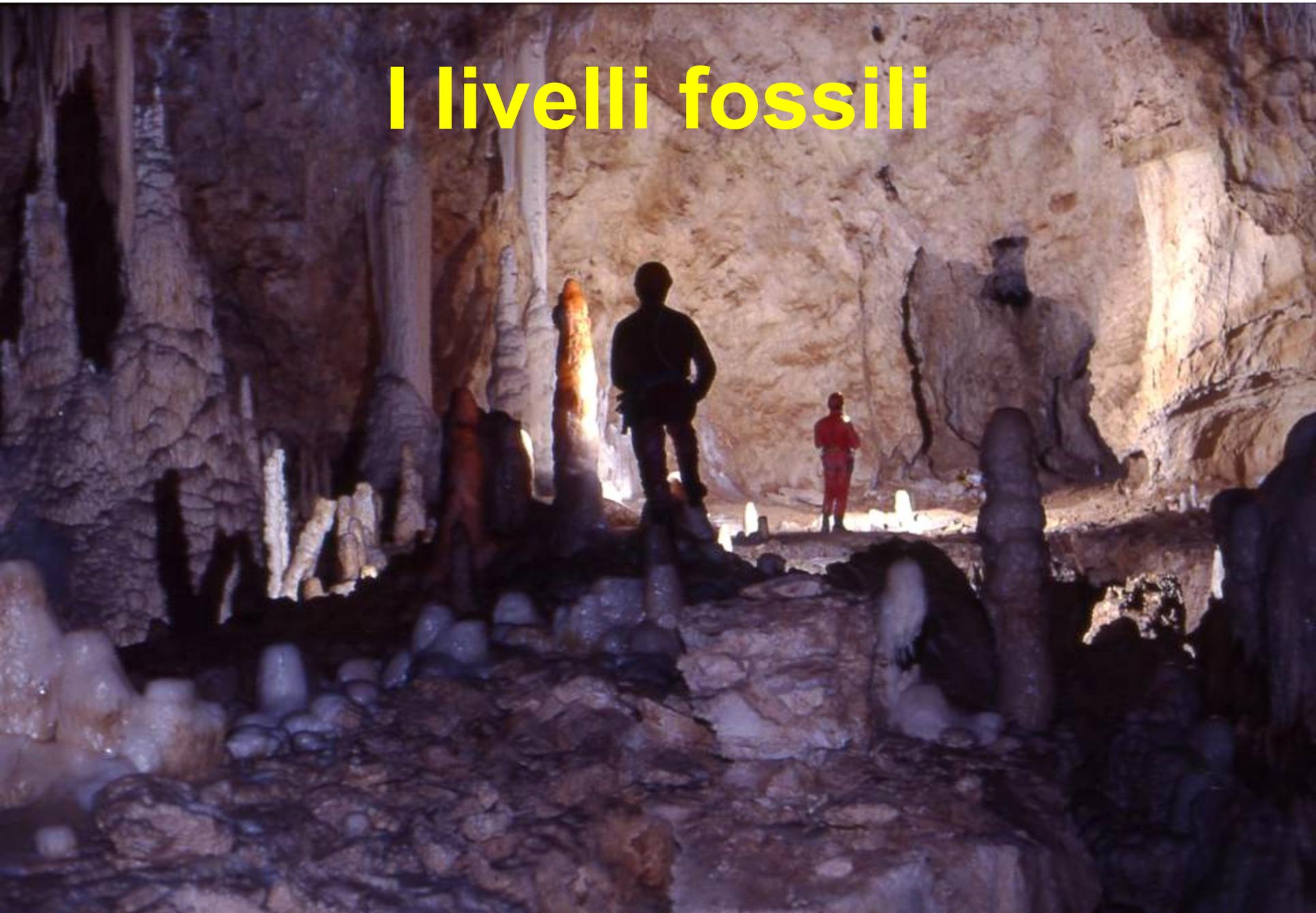
La fauna nei rami sulfurei

- Il materiale organico prodotto dai batteri è il nutrimento per la fauna cavernicola nelle zone sulfuree.



- La densità degli organismi presso gli specchi di acqua sulfurea è molto elevata
- Numerose specie endemiche sono state scoperte
- Il loro habitat è limitato ai rami sulfurei della grotta

I livelli fossili

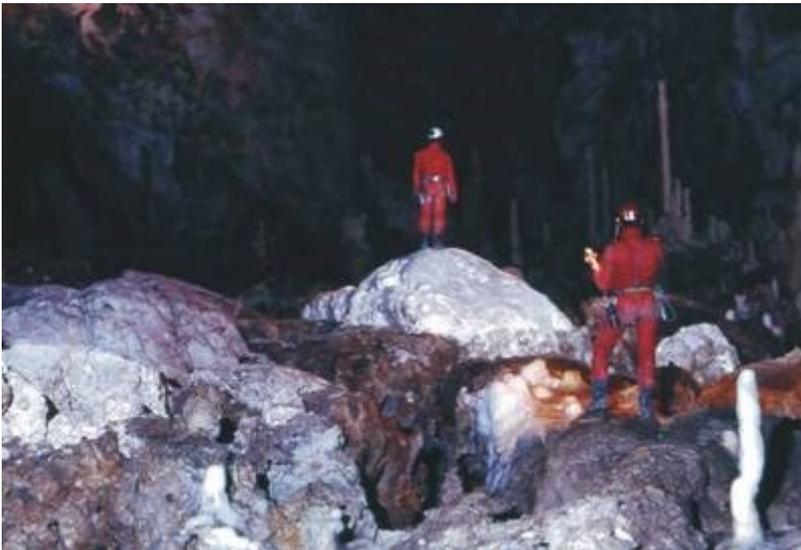
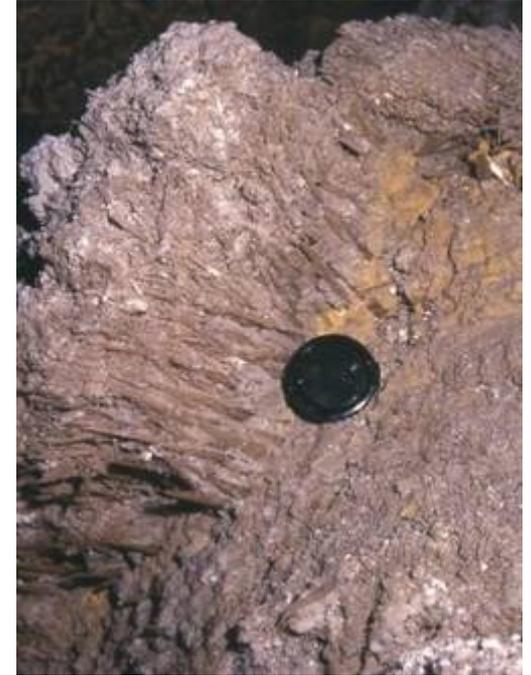


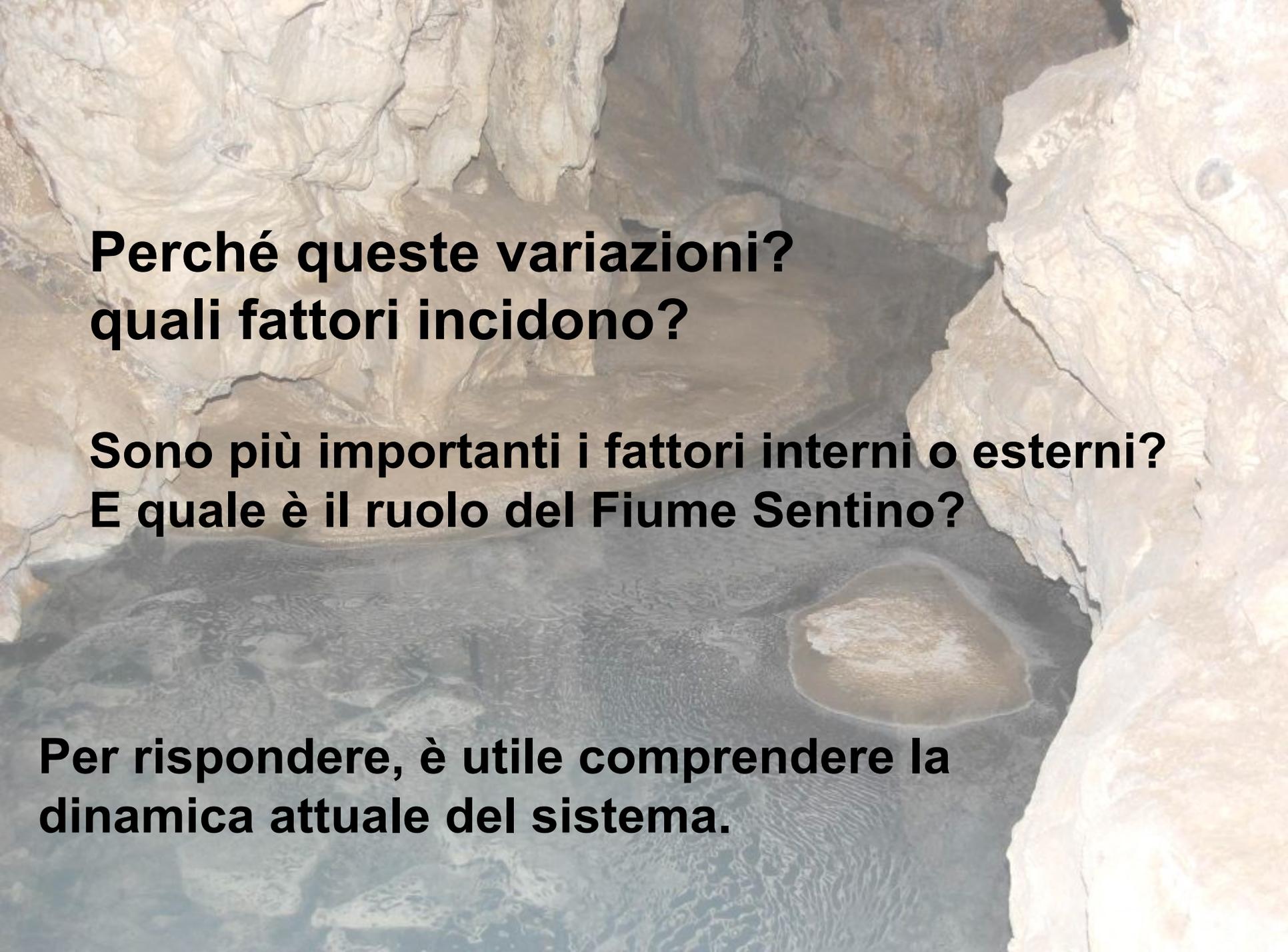
**Grandi ambienti,
simili morfologie**



Grandi depositi di gesso

Diffusi depositi di gesso nei livelli superiori testimoniano azioni corrosive da esalazioni sulfuree. Ciò implica estese superfici libere con acque sulfuree a contatto con l'atmosfera.





**Perché queste variazioni?
quali fattori incidono?**

**Sono più importanti i fattori interni o esterni?
E quale è il ruolo del Fiume Sentino?**

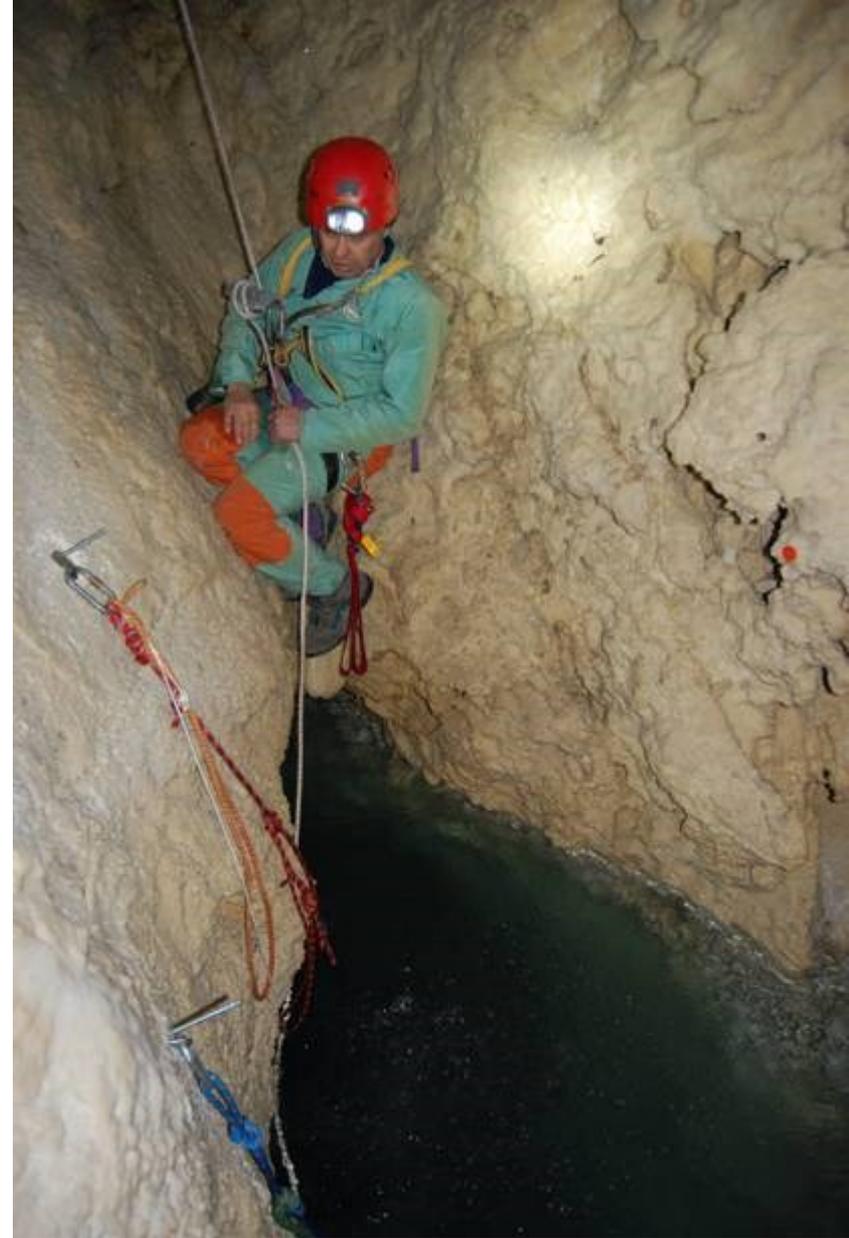
**Per rispondere, è utile comprendere la
dinamica attuale del sistema.**

Per questo fine, negli anni abbiamo:

- Monitorato i livelli idrici e realizzato una livellazione estesa a larga parte del complesso carsico
- monitorato i parametri idrologici con logger remoti
- Misurato l'entità dei processi di corrosione



Queste ricerche sono state finanziate in parte dalla Regione Marche (L.R. 12/2000).



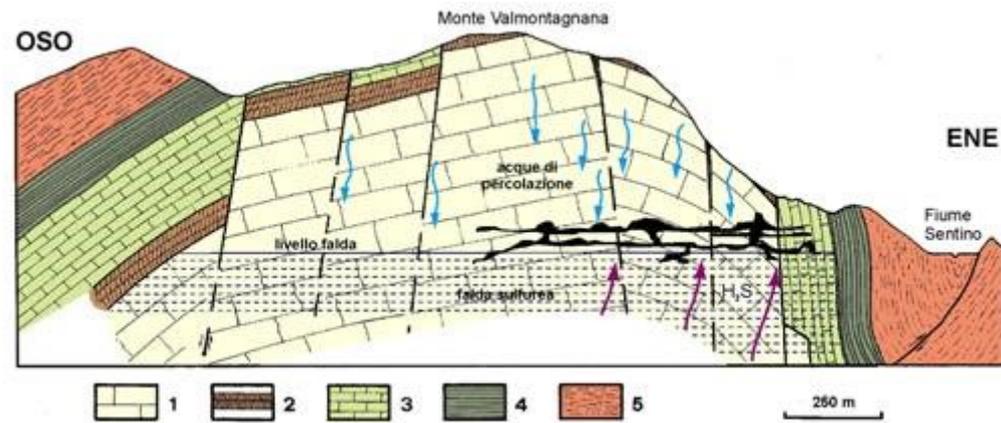
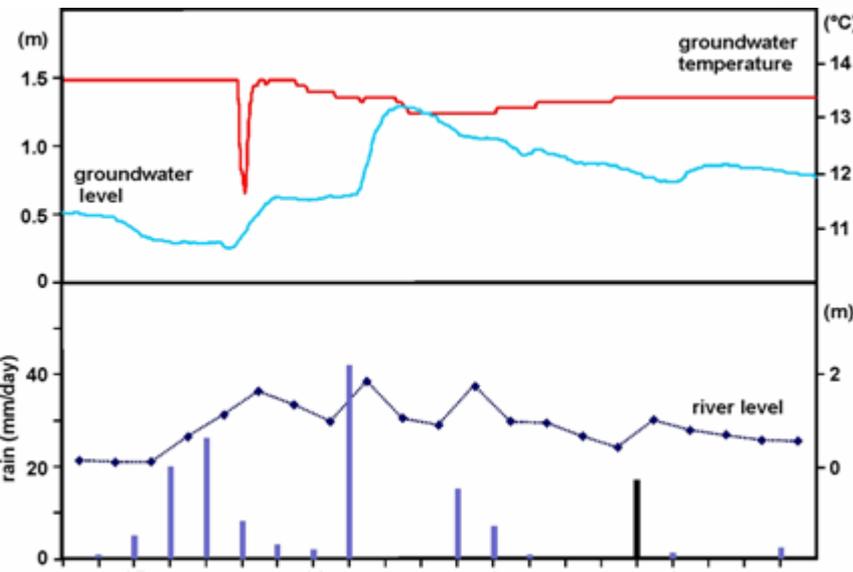
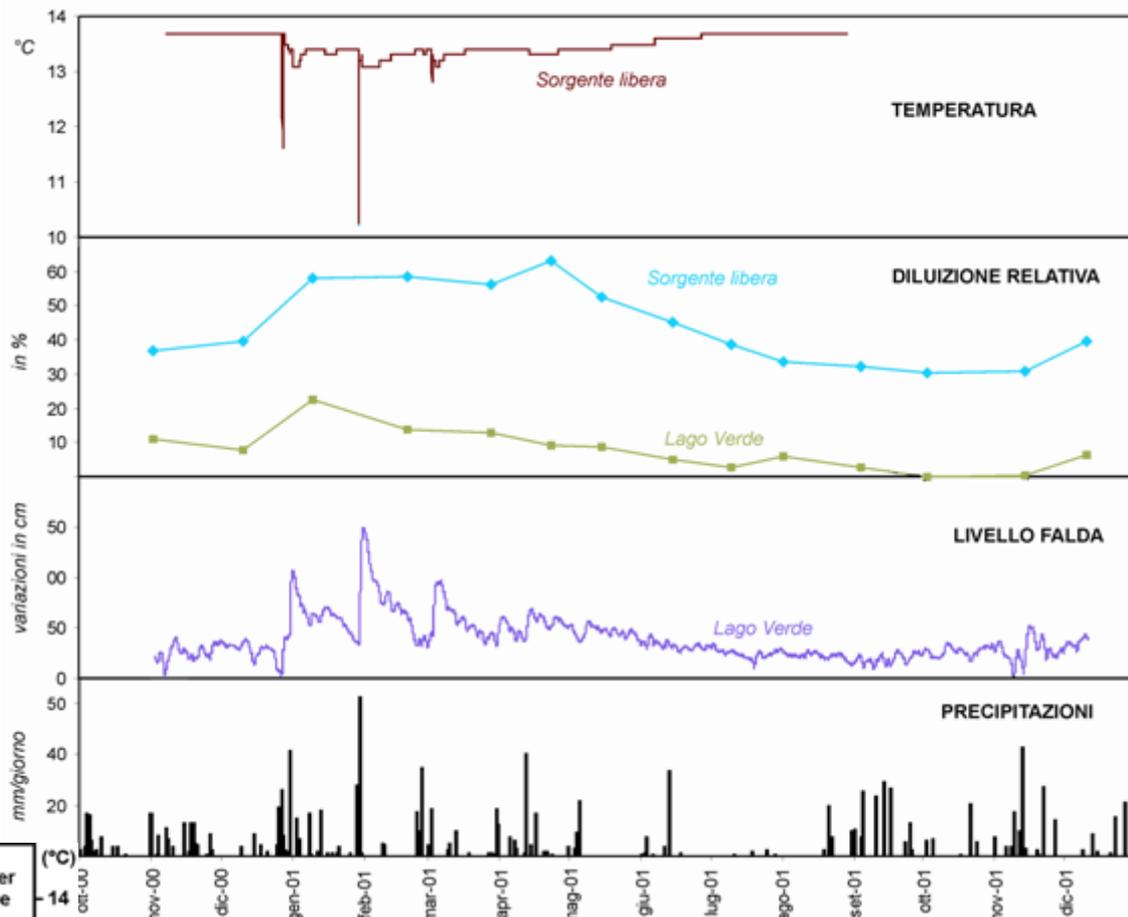
Hanno collaborato: Gruppo Grotte Recanati, G.S. CAI Macerata, C.R.S. "Nottoloni" Macerata e G.A.SP. Civitanova Marche, G.S. Al.Val.P di Pioraco ed altri singoli speleologi.

L'acquifero sulfureo: la chimica delle acque

Le acque sulfuree subiscono una diluizione stagionale, correlata ad andamento termico e livello idrico

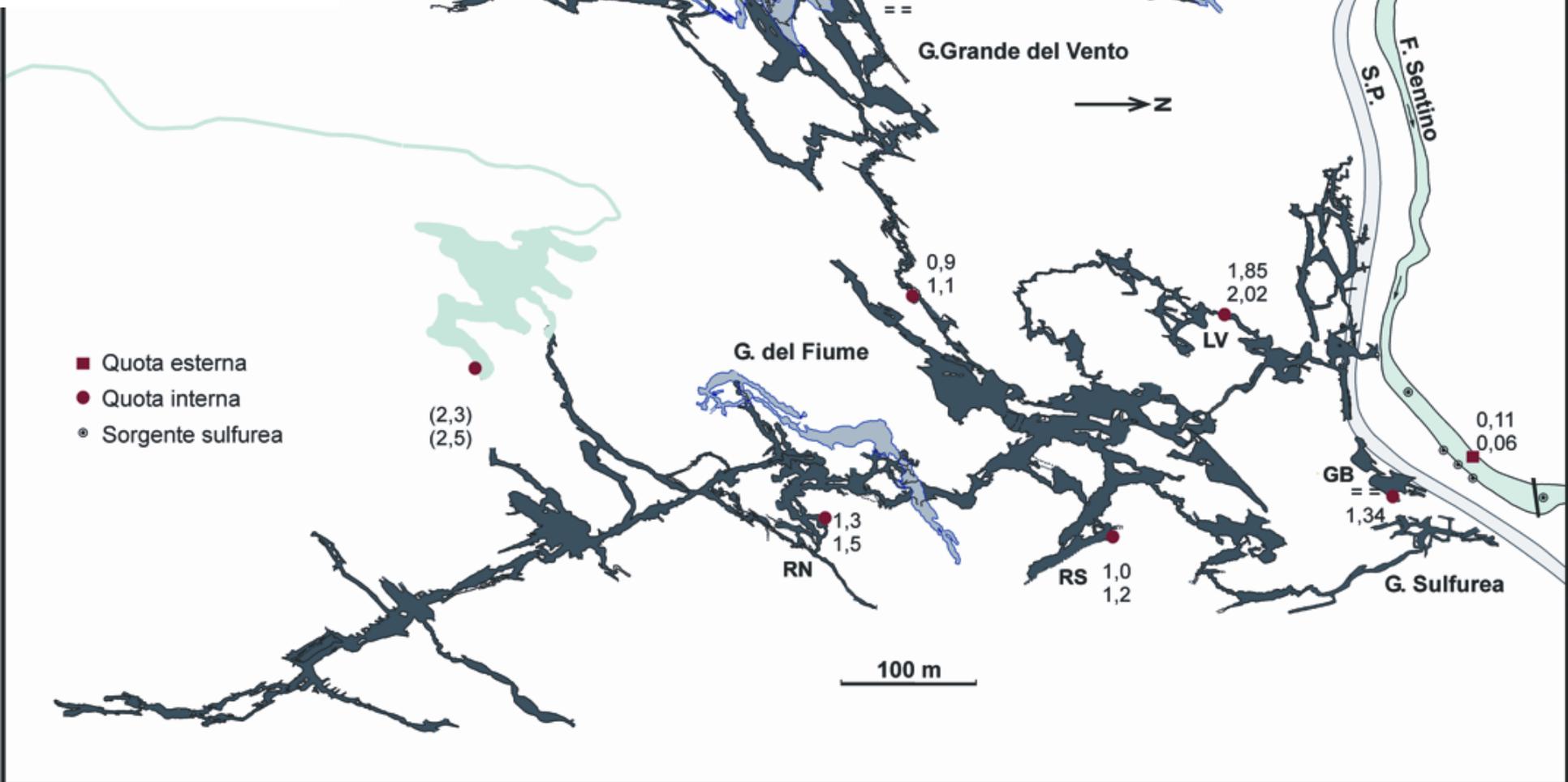
La diluizione delle acque bicarbonatiche è dovuta ad apporti di acque percolanti.

Piene fluviali e livelli idrici nella falda non sono in diretta relazione



I LIVELLI IDRICI

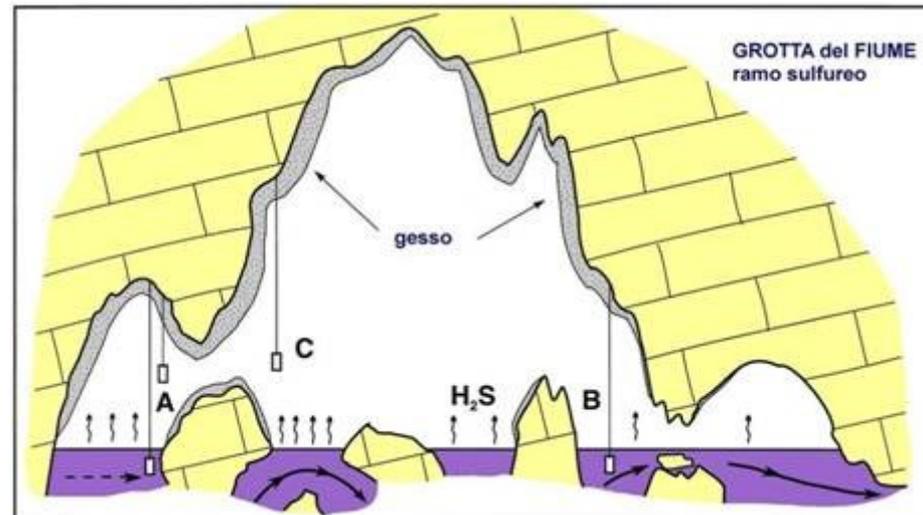
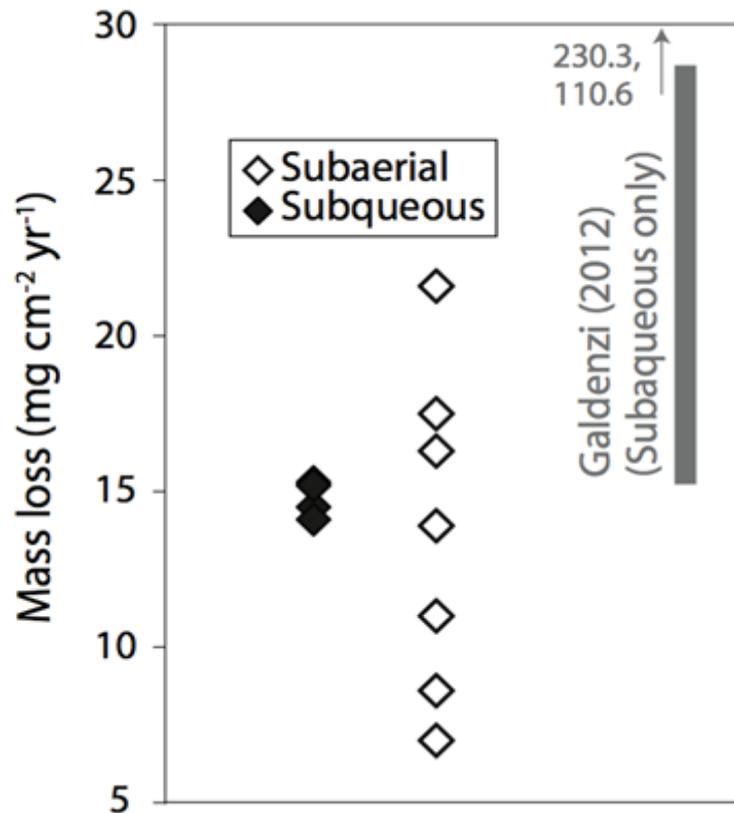
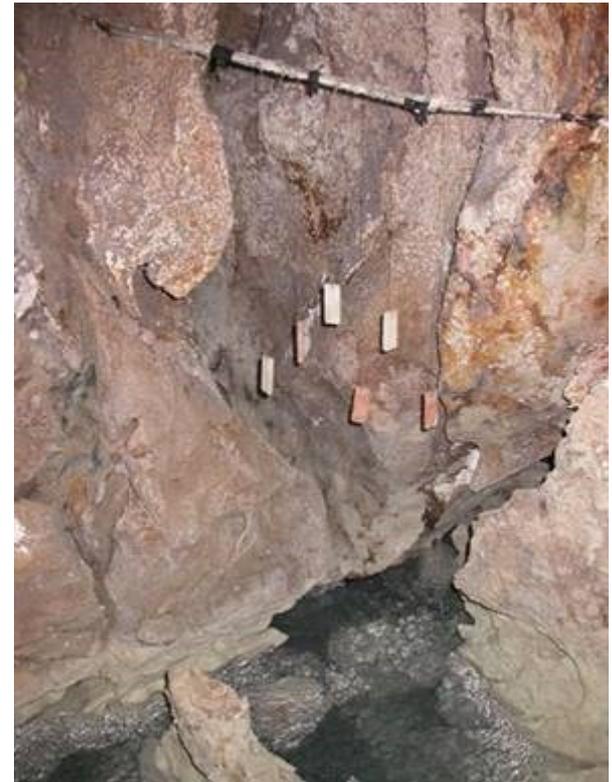
Il basso gradiente idraulico (~3‰) indica una alta permeabilità



Le piene fluviali influenzano livelli idrici e chimismo acque solo nelle zone più esterne della grotta.

L'esperimento con le placchette

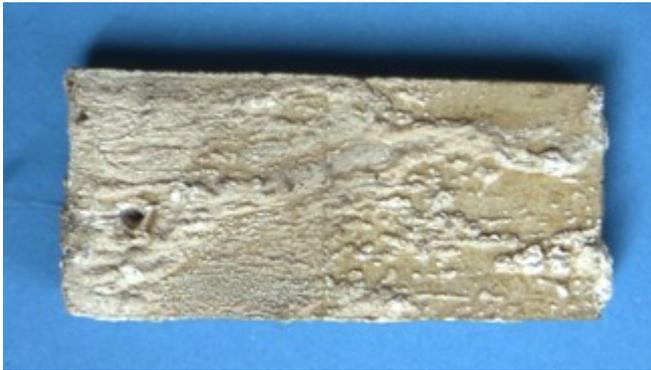
Un primo esperimento di 5 anni, organizzato con Marco Menichetti, ha misurato la perdita di massa sopra e sotto il livello dell'acqua.



Le placchette dopo 5 anni

La perdita di peso ha superato i 15 mg/cm^2 per anno

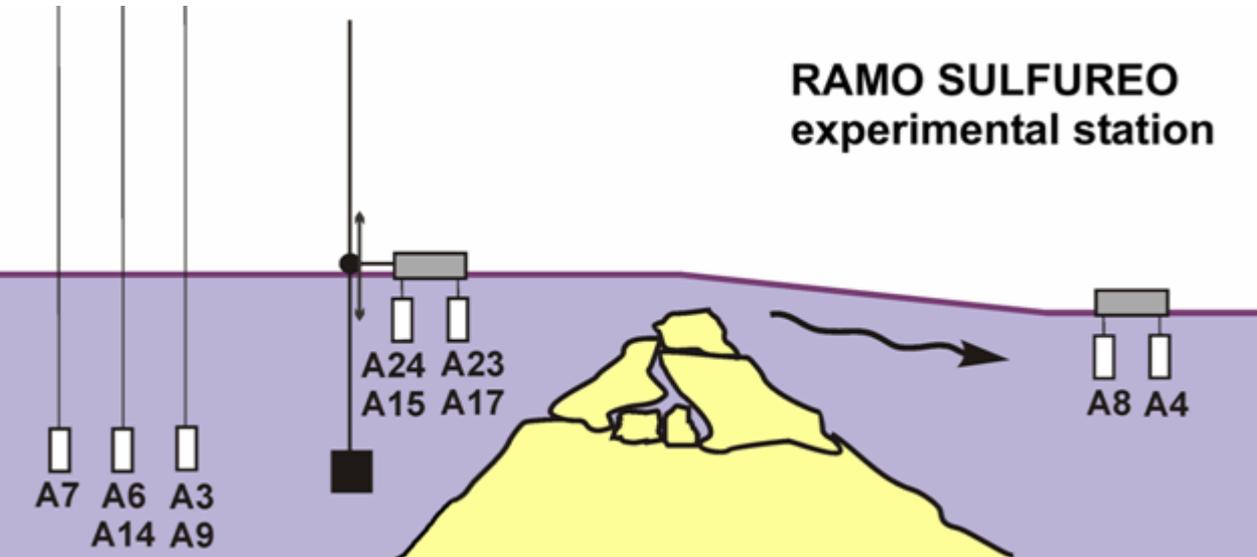
L'abbassamento medio della superficie è di oltre 5 mm ogni 100 anni



Le placchette in atmosfera

Le placchette in falda

Un secondo esperimento



Un secondo esperimento ha verificato la corrosione in acqua.

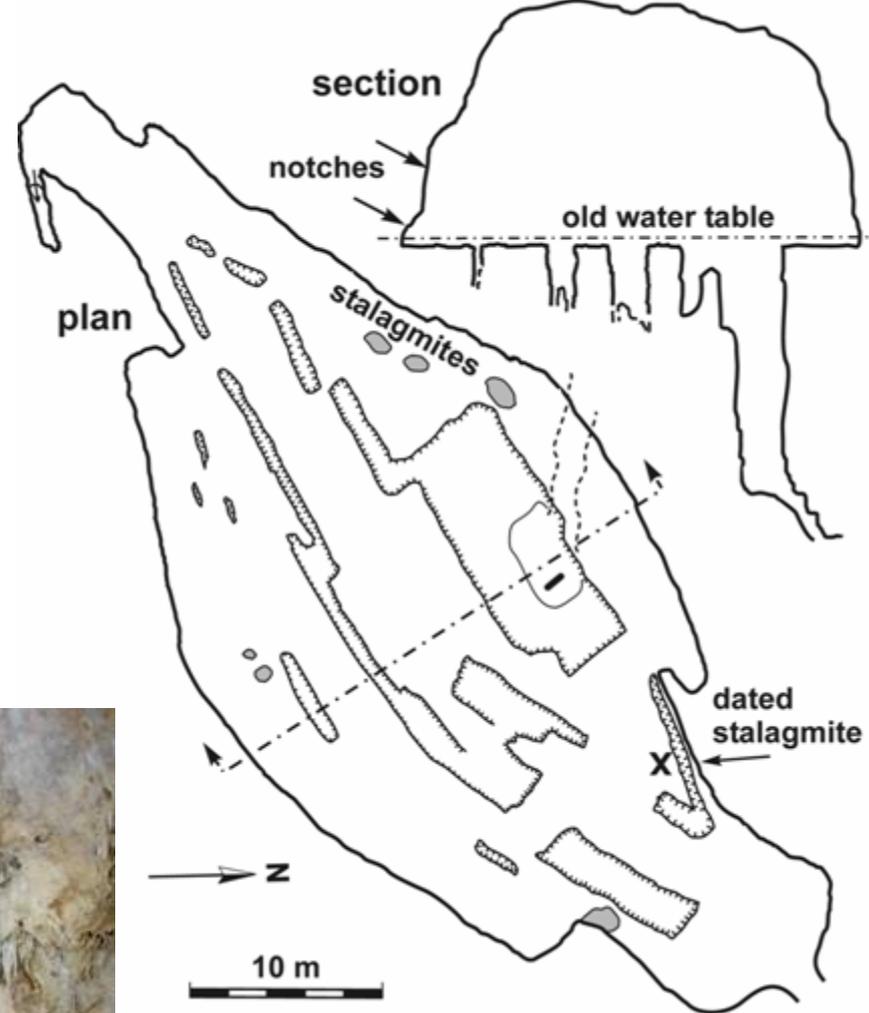
Luoghi diversi,
risultati diversi



I valori attuali di corrosione sono compatibili con la storia della grotta?

150 mila anni:

il tempo necessario a creare questa sala con i valori di corrosione misurati



**Un ringraziamento a tutti
coloro che in tanti anni hanno
in qualche modo collaborato.**



. . . e grazie per l'attenzione!