La maggior parte delle grotte presenti in territorio italiano vengono definite “grotte carsiche”. All’origine del termine del processo “carsico” sta il nome del territorio, che comprende parte del Nord-Est italiano: il “Carso”, dove il processo è particolarmente ben rappresentato, tanto nella formazione delle grotte, qui particolarmente numerose, quanto nella creazione di caratteristici paesaggi superficiali.
Con “carsismo” vengono indicati sostanzialmente i processi di dissoluzione e corrosione (ovvero di scioglimento) della roccia da parte di un agente chimico aggressivo. Il caso più semplice da immaginare è quello dell’acqua piovana che, resa acida dall’anidride carbonica prelevata ad esempio attraversando il suolo, penetra nella roccia sciogliendola e creando in tal modo dei vuoti.
In natura, i minerali più solubili sono,in ordine decrescente di solubilità:

- **Halite** (NaCl): 360.000 mg/l
- **Gesso** (CaSO4 2H2O): 2.400 mg/l
- **Calcite** (CaCO3): 60 mg/l
- **Dolomite** (CaMg(CO3)2): 50 mg/l

Per una temperatura T=25°C e una pressione parziale dell’anidride carbonica PCO2=0,001 bar.
Sul territorio italiano le rocce costituite da calcite sono molto più diffuse rispetto a quelle formate da minerali più solubili come il gesso o l’halite e possono essere sia sedimentarie (formate cioè dall’accumulo di materiale calcareo) sia metamorfiche (ovvero rocce sedimentarie calcaree sottoposte a condizioni di alta temperatura e pressione: i marmi).



Di seguito viene riportata la reazione di



dissoluzione della calcite in una soluzione acquosa arricchita di CO2:
$CaCO_3+CO_2+H_2O \rightarrow Ca^{2+}+2HCO_3^-$ Ma molte sono le variabili che entrano in gioco nel processo di dissoluzione degli ammassi rocciosi carbonatici (riferibili per la maggiorparte anche alla dissoluzione di halite, gesso e dolomite), vediamone i principali.

L’ammasso roccioso
LITOLOGIA (ovvero composizione mineralogica di una roccia). In natura è difficile trovare una roccia carbonatica costituita per il 100% da calcite. Generalmente, in associazione al carbonato

di calcio si trovano altri minerali, meno solubili, che accumulandosi possono arrivare anche ad occludere i vuoti creati dalla dissoluzione del calcare.
STRUTTURA DELLA ROCCIA E POROSITA'. Una soluzione aggressiva deve poter circolare n



ell'ammasso roccioso affinché possa attuarsi un processo come quello carsico. Devono quindi essere presenti dei vuoti che possono essere quelli tra gli strati, o in una frattura, i pori tra i granuli della roccia ecc.
Affinché il processo carsico possa avvenire è inoltre importante che un ammasso roccioso non sia per così dire "sigillato" da masse impermeabili che ne impediscano il raggiungimento da parte delle soluzioni aggressive.

Il chimismo delle acque
SATURAZIONE: man mano che una soluzione acquosa acida dissolve il carbonato di calcio (calcite) diventa sempre più ricca di $Ca2+ + 2HCO3^-$ e diminuisce il suo potere corrosivo fino a perderlo del tutto quando raggiunge la saturazione. Tuttavia, può accadere che due soluzioni acquose in circolo nell'ammasso roccioso, anche se sature, ma con caratteristiche fisiche diverse (ad esempio di temperatura e di pressione), si vengano a miscelare riconquistando aggressività (effetto Bögli).
ACIDI INORGANICI: ad esempio l'HCl (acido cloridrico) e l'H2S (acido solfidrico).
Sono sostanze che danno origine a fenomeni carsici particolari. Si può citare ad esempio l'H2S, riconosciuto come il principale responsabile della speleogenesi dei complessi carsici di Frasassi (AN), piuttosto famosi per la loro spettacolarità. L'acidità che esso conferisce ad una soluzione acquosa, molto più grande di quella data dalla CO2, produce un meccanismo carsico molto potente. Per questo motivo si parla in questi casi di "**ipercarsismo**". Il fenomeno viene anche definito "carsismo ipogenetico" ovvero un carsismo proveniente dal basso, dal momento che le acque ricche di acido solfidrico provengono da zone profonde in risalita lungo particolari strutture geologiche; l'azione carsica si esplica in tal modo dal basso verso l'alto. Il "carsismo ipogenetico" si contrappone invece al "carsismo epigenetico " che corrisponde al modello classico precedentemente descritto di dissoluzione della roccia per percolazione e circolo dell'acqua dalla superficie verso l'interno dell'ammasso roccioso.
Di seguito vengono riportate le reazioni chimiche del fenomeno ipercarsico da acido solfidrico.
H2S + 2O2 2S+ 2 H2O 2S+ 2 H2O + 3O2 2HSO4- + 2H+
CaCO3 + H2SO4 CaSO4 + H2O + CO2 L' H2S inoltre, liberato nell'atmosfera sotterranea può attaccare direttamente il calcare.
Va fatto notare che tra i prodotti di queste reazioni vi sia in primo luogo la CO2, che favorisce il processo carsico e il gesso che si accumula come deposito lungo le pareti o sul pavimento delle grotte.







L'influenza dell'attività biologica sul carsismo

