

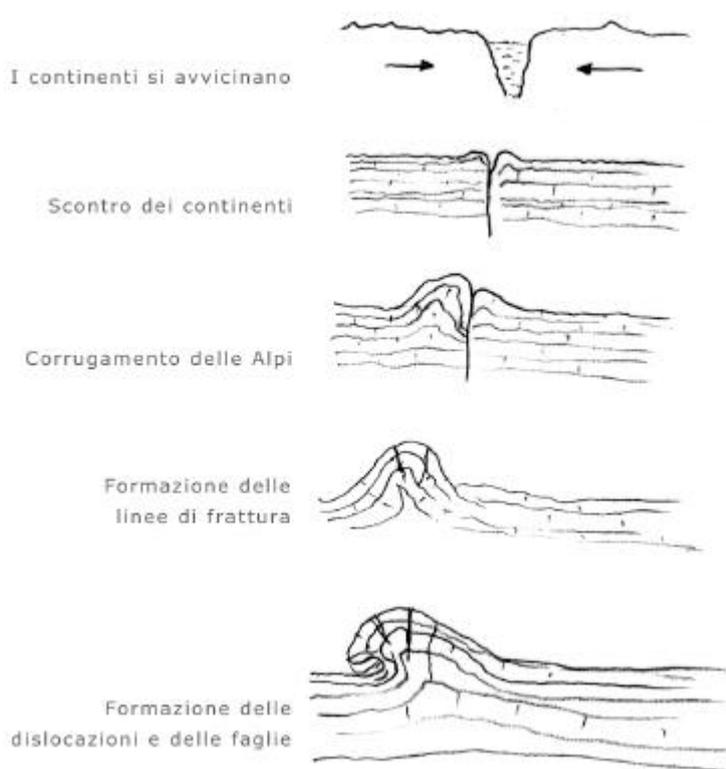
■ EISRIESENWELT

Scienza

1. Come si è formata la grotta „Eisriesenwelt“

La maggioranza delle grotte presenti nella regione alpina si trovano nelle montagne calcaree, a differenza delle grotte formatesi tramite il semplice innalzamento delle montagne (formazione delle crepe), le colate laviche oppure l'erosione provocata dall'acqua (grotte costiere). La formazione di grotte come l'Eisriesenwelt è dovuta soprattutto ai seguenti fattori.

1.1. Innalzamento delle montagne:



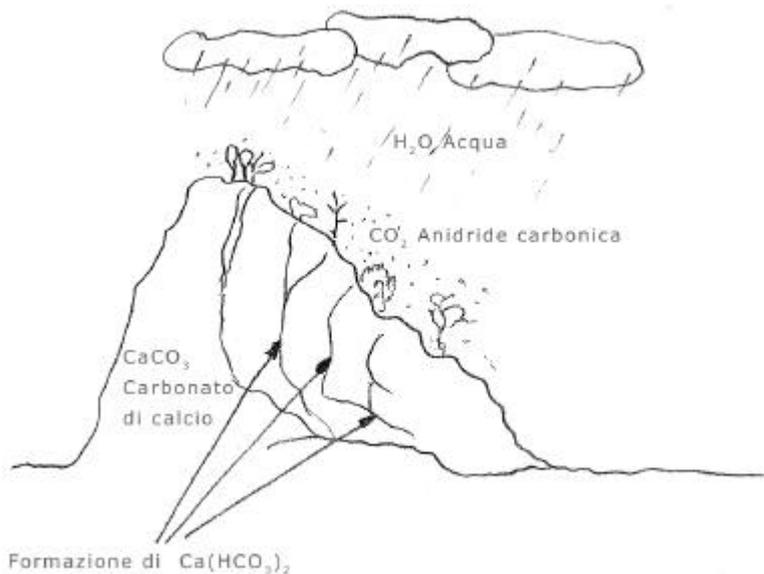
L'orogenesi alpina ha causato il corrugamento e il sollevamento delle catene montuose provocando delle spaccature (crepe tettoniche) che hanno prodotto delle cavità nel massiccio montuoso. Gli agenti esterni, specialmente l'acqua, hanno in tal modo influenzato lo sviluppo dei processi sotterranei.

III. 1 Innalzamento delle montagne

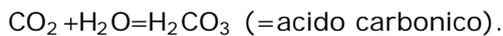
1.2. Composizione delle rocce:

La composizione rocciosa svolge un ruolo fondamentale per la formazione di numerose grotte nella regione alpina. Sistemi estesi di grotte si trovano soprattutto nell'ambito delle Alpi calcaree. La pietra calcarea tende a sciogliersi con l'acqua, specialmente quando l'acqua piovana, arricchita di sostanze organiche, penetra nella roccia. Questo provoca lo scioglimento della pietra calcarea formando delle cavità nel sottosuolo. Alcuni milioni di anni fa queste regioni erano soggette ad un clima subtropicale che favoriva in misura molto maggiore lo scioglimento della pietra rispetto al giorno d'oggi.

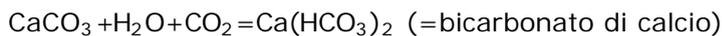
III. 2 Carsismo, corrosione



La corrosione è la dissoluzione chimica della roccia (carbonato di calcio CaCO₃) attraverso l'anidride carbonica (CO₂) e l'acqua (H₂O). L'acqua pura ha pochi ioni H⁺ per cui non riesce a sciogliere il carbonato di calcio. Attraverso l'aggiunta di CO₂ proveniente dall'atmosfera e dalle piante si forma un acido aggressivo:



Quando quest'acido penetra nelle fessure della pietra calcarea si scioglie il calcare:



Attraverso la dissoluzione del calcare nelle spaccature della roccia cominciano a formarsi dei sistemi di crepe man mano più grandi, in cui possono penetrare maggiori quantità di acqua che provocano ulteriori dilavamenti (erosioni).

1.3. Acqua:

Effetto dell'acqua sotto forma di erosione: il sollevamento dei massicci montuosi ha provocato la formazione di cavità nel sottosuolo. Queste si sono ingrandite nel corso delle varie epoche geologiche in seguito all'azione delle masse di acqua piovana che vi hanno scavato dei percorsi sotterranei. Ciò ha provocato l'ingrandimento meccanico (erosione) delle cavità esistenti chiaramente riconoscibile in quasi tutte le grotte delle Alpi.

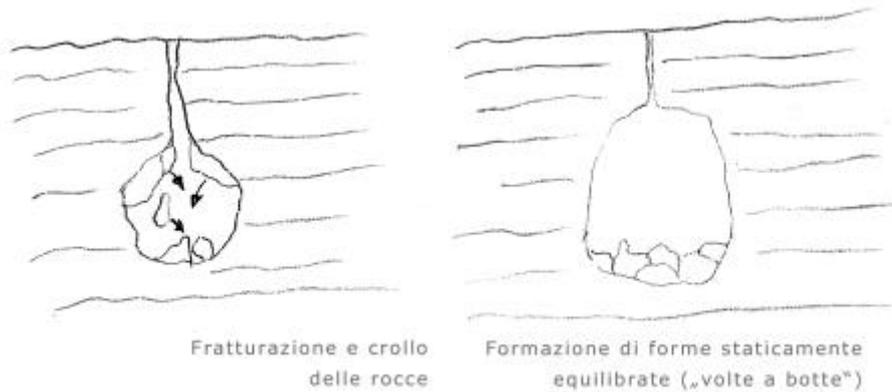
Un ulteriore effetto che influisce enormemente sull'erosione meccanica delle rocce si ha in seguito all'aumento della quantità di acqua che vi penetra. Ne risulta anche un aumento della velocità di scorrimento e il materiale staccatosi viene trasportato oltre. Si creano così gole, pozzi e canyon. Le cosiddette marmitte (dilavamenti) sono effetti visibili dell'erosione.



III. 3 Erosione

1.4. Cedimenti e crolli:

L'ingrandimento progressivo avvenuto nel corso dei millenni ha causato enormi crolli di volte e pareti nelle grotte cessati al momento in cui le grotte hanno trovato un equilibrio stabile e statico.



III. 4 Cedimenti e crolli

L'erosione meccanica delle montagne provoca degli incavi nella struttura statica della roccia. Ne risultano crolli di volte e pareti nel sottosuolo.

Le grotte sono il risultato di svariati fattori come l'innalzamento delle montagne (formazione delle crepe), l'azione dell'acqua sulla superficie rocciosa (corrosione) e l'erosione provocata dall'acqua che nel corso di millenni e milioni di anni hanno portato alla formazione delle grotte come le possiamo vedere oggi.

2. Perché c'è il ghiaccio nelle grotte?

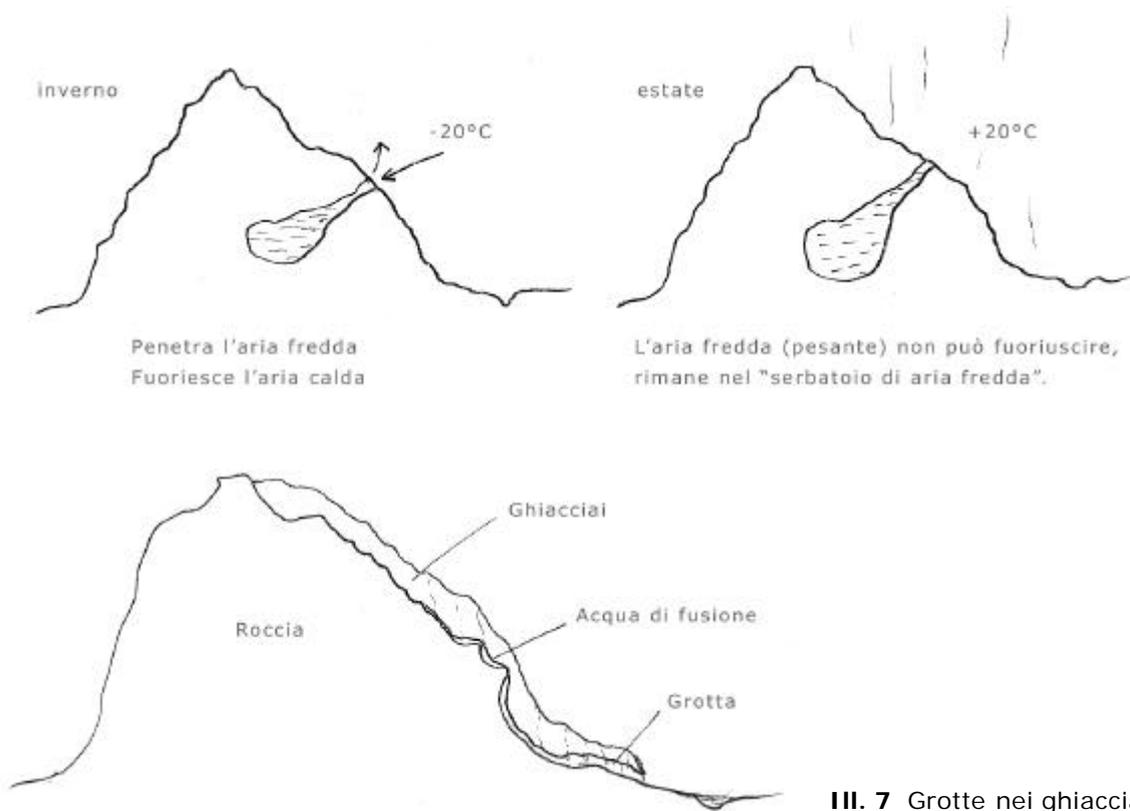
Il nostro pianeta ospita un'infinità di grotte (probabilmente un numero molto superiore al milione) ma solo poche grotte di ghiaccio. Una grotta di ghiaccio è da considerare tale se le formazioni di ghiaccio presenti nelle sue cavità perdurano durante tutto l'anno. L'Eisriesenwelt viene definita una tipica grotta di ghiaccio dinamica.

2.1. Tipi di grotte di ghiaccio



III. 5 Grotte di ghiaccio dinamiche o cicliche

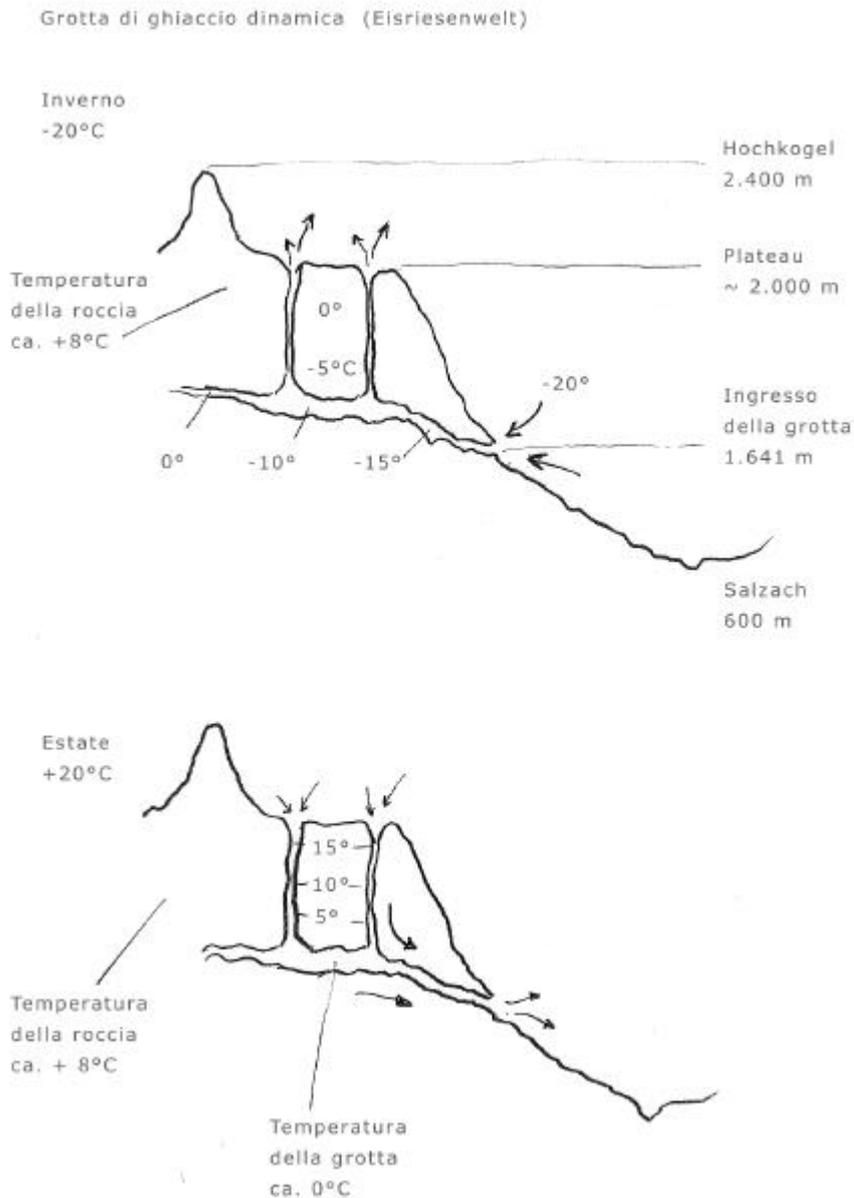
III. 6 Grotte di ghiaccio statiche



III. 7 Grotte nei ghiacciai

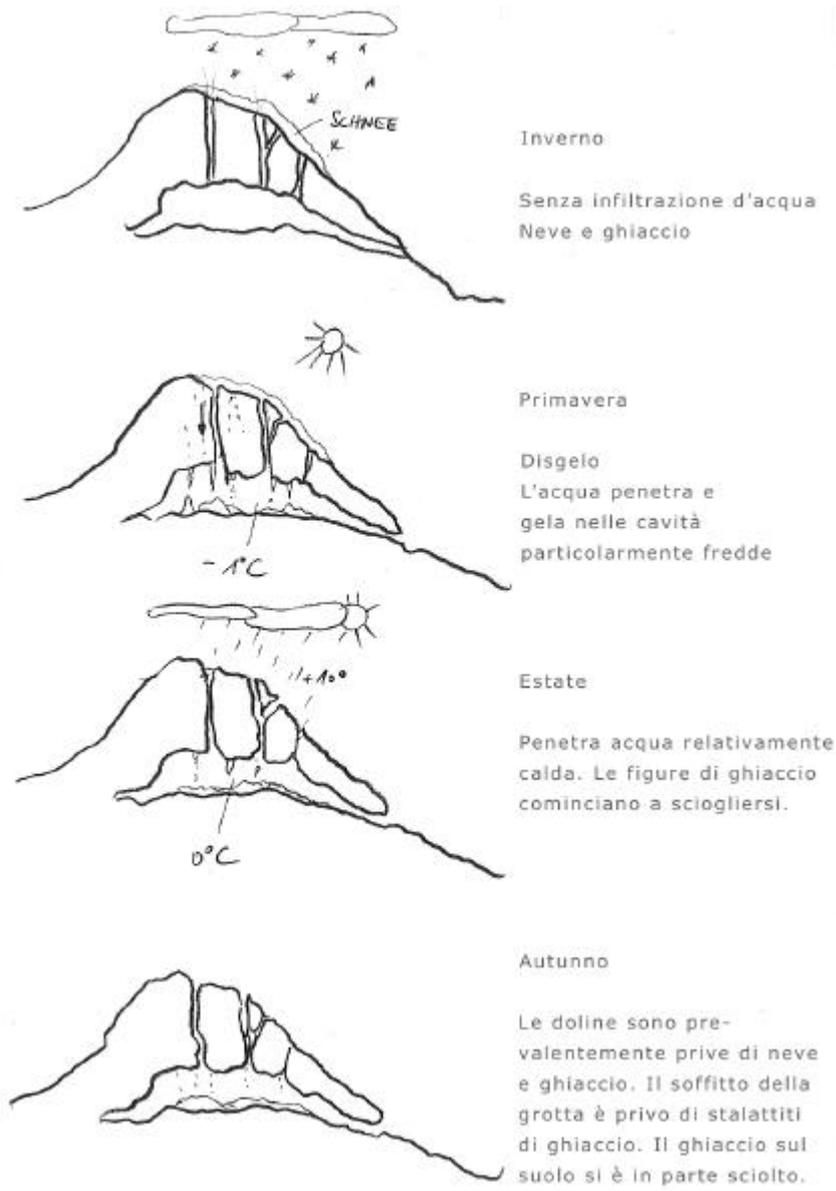
2.2. Grotte dinamiche o cicliche

Il principio basilare di una grotta di ghiaccio dinamica è la circolazione a "tubo di vento". In questo caso è necessario che la grotta disponga di un sistema di cavità che abbia almeno un ingresso situato ad un livello molto basso ed un'altra uscita ad un'altezza molto superiore. In tal mondo in inverno, quando le temperature esterne sono molto basse, la temperatura relativamente calda all'interno della grotta provoca una corrente d'aria che sale attraverso il sistema di grotte. Specialmente nell'ambito dell'ingresso situato in basso, nel quale continua a penetrare l'aria fredda, la superficie delle rocce diviene particolarmente fredda. Durante i mesi estivi, quando la temperatura esterna è notevolmente più alta della temperatura all'interno della grotta, si ha l'effetto contrario. L'aria relativamente fredda (normalmente la temperatura delle masse rocciose è di ca. 8 gradi centigradi) provoca una corrente d'aria che spinge verso il basso, cosicché dalle aperture situate più in alto viene aspirata un'aria relativamente calda. Quest'aria però, prima di arrivare nello strato più in basso, si raffredda a tal punto che le cavità presenti in quella zona non possono riscaldarsi abbastanza. Per questo motivo la temperatura costante di questo spazio dell'ingresso più basso è al di sotto degli zero gradi centigradi e l'acqua che vi penetra (specialmente l'acqua di fusione in primavera) gela formando figure di ghiaccio.



2.3. Presupposti climatici

Presupposto per la formazione di una grotta di ghiaccio è la giusta quantità e il giusto periodo di infiltrazione dell'acqua. Ciò significa che le condizioni climatiche ed atmosferiche devono corrispondere ad un preciso sistema. In inverno deve sussistere una costellazione climatica tale da provocare una sufficiente copertura di neve sulla superficie delle montagne, in estate invece la temperatura deve essere tale da far sciogliere la neve restante senza però far penetrare troppo calore all'interno della grotta.



2.4. Bilancio energetico complesso

Dal punto di vista scientifico una grotta dinamica presenta un bilancio energetico (di calore) a tutt'oggi non completamente chiarito dal punto di vista scientifico. Per un calcolo delle cause della formazione di ghiaccio in una grotta mancano fino al giorno d'oggi ricerche scientifiche sufficienti che possano spiegare in maniera plausibile soprattutto il bilancio energetico di questi sistemi complessi. Per il riscaldamento dell'aria è necessaria l'energia (calcolata in calorie o joule) che viene quindi legata. Questo significa che nel caso di un raffreddamento dell'aria nella grotta, si verifichi una liberazione del calore equivalente. Per una ricerca scientifica delle condizioni climatiche in una grotta è necessario quindi esplorare le quantità complessive di energia essenziali per la formazione e lo scioglimento del ghiaccio in essa. Forse in tal mondo si potrebbero anche stimare gli effetti possibili di un riscaldamento globale del clima. Dai calcoli finora effettuati è risultato che il calore emesso dai visitatori esercita solo un influsso irrilevante sulla quantità complessiva di energia.

Ulteriori fattori sono la quantità e la temperatura dell'acqua che vi penetra, la liberazione dell'energia al momento della diffusione (evaporazione) del ghiaccio, la pressione atmosferica e gli effetti dovuti al rafforzamento delle correnti d'aria una volta canalizzate.

Nelle rare grotte di ghiaccio presenti al mondo vengono effettuate svariate ricerche che a volte durano molti decenni. Al momento anche nell'*Eisriesenwelt* vengono misurati temperature e venti. Ma a tutt'oggi non esiste ancora una spiegazione esaustiva per le condizioni specifiche nei sistemi di grotte sotterranei.

3. Quanti anni ha il ghiaccio dell'Eisriesenwelt?

Le poche grotte di ghiaccio nell'ambito delle Alpi hanno da sempre sollevato la questione sull'età delle formazioni di ghiaccio che custodiscono. Considerando i dati geologici e le ricerche scientifiche sul contenuto presente nel ghiaccio, si è appurato che gli strati più antichi delle grotte di ghiaccio delle Alpi – e soprattutto anche dell'*Eisriesenwelt* – risalgono all'incirca a mille anni fa. Se si considera tutta la storia dell'origine delle grotte, ca. 50-100 milioni di anni, si tratta quindi di formazioni di ghiaccio molto giovani.