



# DISPENSA del



## 25° corso di introduzione alla speleologia





<b>1 MATERIALI DA GROTTA</b>	<b>1</b>
<b>1.1 MATERIALI PERSONALI</b>	<b>2</b>
1.1.1 Guanti	2
1.1.2 Stivali	2
1.1.3 Calzettoni	2
1.1.4 Sottotuta	2
1.1.5 Tuta	3
1.1.6 Casco e impianto di illuminazione	3
1.1.7 Imbrago	3
1.1.8 Pettorale	4
1.1.9 Longe	4
1.1.10 Discensore	4
1.1.11 Bloccante ventrale (Croll) e Maniglia	4
1.1.12 Coltello, Chiave da 13 e Siringa	5
<b>1.2 MATERIALI DI SQUADRA</b>	<b>6</b>
1.2.1 Il sacco da grotta	6
1.2.2 Le corde	6
1.2.3 Il carburo	7
1.2.4 Materiali d'armo	8
1.2.5 Materiali da rilievo	9
1.2.6 Cibo e telo termico	9
<b>2 CASCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE</b>	<b>10</b>
<b>2.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE</b>	<b>10</b>
2.1.1 Impianto ad acetilene	10
2.1.2 Impianto elettrico	12
<b>3 TECNICHE DI PROGRESSIONE</b>	<b>13</b>
<b>3.1 PROGRESSIONE ORIZZONTALE</b>	<b>14</b>
3.1.1 Gallerie	14
3.1.2 Meandri	14
3.1.3 Strettoie	14
<b>3.2 PROGRESSIONE VERTICALE</b>	<b>15</b>
3.2.1 Scendere su Corda	16
3.2.2 Risalire su Corda	16
3.2.3 Frazionamenti	17
3.2.4 Deviatori	20
3.2.5 Nodi di giunzione	20
3.2.6 Traversi	22
3.2.8 Inversione di marcia	22
<b>3.3 SOSTE</b>	<b>22</b>

<b>4 TECNICHE D'ARMO</b>	<b>23</b>
<b>4.1 SPIT E FIX</b>	<b>24</b>
4.1.1 Spit	24
4.1.2 Fix	25
4.1.3 Armi naturali	25
<b>4.2 PIASTRE ED ANELLI</b>	<b>25</b>
4.2.1 Bulloni	25
4.2.2 Piastre ed anelli	26
<b>4.3 MOSCHETTONI E MAGLIE RAPIDE</b>	<b>27</b>
4.3.1 Moschettoni	27
4.3.2 Maglie rapide	27
4.3.3 Manutenzione	28
<b>4.4 NODI D'ARMO</b>	<b>28</b>
4.4.1 Guide con frizione ("nodo a otto")	28
4.4.2 Guide con frizione doppio ("Il nodo a coniglio")	29
4.4.3 Il nodo barcaiolo	29
4.4.4 Il nodo bolina	29
4.4.5 Il nodo mezzo barcaiolo	30
<b>4.5 NODI DI GIUNZIONE</b>	<b>30</b>
<b>5 TOPOGRAFIA D'ESPLORAZIONE</b>	<b>32</b>
<b>5.1 DOTAZIONE TOPOGRAFICA IN GROTTA</b>	<b>33</b>
5.2.1 Scrivere tutto quanto	33
5.2.2 Lasciare un segno	35
5.2.3 Accuratezza	35
5.2.4 Manutenzione minima	35
<b>6 FISIOLOGIA E DIETETICA IPOGEA</b>	<b>37</b>
<b>6.1 LA RESPIRAZIONE</b>	<b>38</b>
<b>6.2 RISERVE ENERGETICHE E FONTI DI ENERGIA</b>	<b>38</b>
<b>6.3 L'ALIMENTAZIONE</b>	<b>40</b>
<b>7 GEOLOGIA E CARSISMO</b>	<b>41</b>
7.1 Rocce Sedimentarie	41
7.2 Rocce carsificabili	43
7.3 Speleogenesi	46
7.4 Formazione delle grotte	48
7.5 Morfologia delle cavità	50
7.6 Concrezioni	51

<b>7.6.1 STALATTITI E STALAGMITI</b>	<b>52</b>
<b>7.6.2 ECCENTRICHE</b>	<b>53</b>
<b>7.6.3 CONCREZIONI CORALLOIDI</b>	<b>53</b>
<b>7.6.4 CRISTALLI DI CALCITE</b>	<b>54</b>
7.6.5 Pisoliti	54
<b>7.6.6 LATTE DI MONTE (MONDMILCH)</b>	<b>54</b>
7.6.7 Aragonite	54
7.6.8 Concrezioni di gesso	54
<b>8 BIOSPELEOLOGIA</b>	<b>56</b>
<hr/>	
Introduzione	56
<b>8.1 GLI INQUILINI DELLE GROTTI</b>	<b>57</b>
<b>8.2 DI COSA SI NUTRONO GLI ANIMALI CAVERNICOLI</b>	<b>60</b>
8.3 I più comuni ospiti del Parco	61
<b>8.3.1 DOLICOPODA</b>	<b>61</b>
8.3.2 Geotritone	62
8.3.3 Niphargus	62
8.3.4 Pipistrelli	63
<b>8.4 ECOLOGIA SOTTERRANEA</b>	<b>64</b>
<b>COME CHIAMARE IL SOCCORSO ALPINO E SPELEOLOGICO</b>	<b>66</b>
<hr/>	
1 PRO-MEMORIA per le chiamate al Soccorso Alpino	67
2 VALUTAZIONE DELL'INFORTUNATO	67
3 COME SPOSTARE UN FERITO	69
4 COME POSIZIONARE UN FERITO	70

# 1 MATERIALI DA GROTTA

L'ambiente ipogeo presenta elementi e caratteristiche peculiari che lo contraddistinguono da altri ambienti in cui ci troviamo a vivere: oscurità, temperatura bassa (ma non troppo), umidità (tanta), acqua, roccia e fango, strutture verticali (pozzi) e/o strette (meandri, strettoie e budelli). L'esplorazione delle grotte richiede dunque un equipaggiamento opportuno: un vestiario che protegga, per quanto possibile, il nostro corpo nell'ambiente ipogeo; materiali di progressione che permettono di superare ostacoli strutturali; e anche altri materiali che servono a rendere l'esplorazione delle grotte più sicura, efficace e piacevole. Anche se un poco artificioso, i materiali da grotta si possono suddividere in tre gruppi:

- materiali personali,
- materiali di squadra,
- materiali speciali.

Il primo comprende tutti quei materiali di cui ogni speleologo, in condizioni normali, dovrebbe essere fornito: il vestiario personale e l'attrezzatura da progressione. Il secondo gruppo comprende i materiali collettivi, che servono a tutti i componenti della squadra, e sono condivisi da tutti, durante un'uscita in grotta. Per esempio: le corde, i materiali d'armo, il set da rilievo, etc. Infine i materiali speciali servono in particolari situazioni e sono portati solamente quando se ne prevede l'utilizzo, come ad esempio particolari materiali da disostruzione.



## 1.1 Materiali Personali

I materiali personali sono il vestiario e gli attrezzi per la progressione su corde. Il tipico campionario dello speleologo consiste di :

- Guanti di gomma resistente, ruvidi;
- Stivali di gomma e con la suola scolpita;
- Calzettoni di lana;
- Sottotuta di pile a collo alto;
- Tuta in cordura;
- Casco da Grotta con impianto d'illuminazione;
- Imbrago e Pettorale;
- Longe, discensore, croll, maniglia
- Coltello, Chiave da 13 e Siringa

### 1.1.1 Guanti

I guanti di gomma, ruvidi per consentire una buona presa, e resistenti, proteggono le mani dal freddo, dalla roccia, dall'acqua e dall'argilla. Non devono essere troppo stretti, per non bloccare le dita, né troppo larghi, per non compromettere la presa delle mani. Devono avere dei polsini abbastanza lunghi da coprire quelli della tuta.

### 1.1.2 Stivali

Gli stivali, alti fin sotto il ginocchio, lisci senza lacci, stringono bene il piede, per fornire un appoggio sicuro.

La suola ben scolpita è essenziale per l'aderenza sulla roccia umida e sovente fangosa.

Gli stivali da grotta non sono foderati internamente, per facilitarne l'asciugatura; però anche dei normali stivali, leggermente foderati internamente, risultano più adeguati.

### 1.1.3 Calzettoni

In lana o in pile per tenere caldo il piede anche quando è bagnato.

### 1.1.4 Sottotuta

Sotto la tuta si indossa il sottotuta, capo unico che copre torso, braccia e gambe e protegge dal freddo. Da evitare l'uso di due capi di vestiario distinti, uno per la parte superiore del corpo e uno per quella inferiore: tendono a separarsi formando scomodi rigonfiamenti e lasciando scoperta la zona del ventre.

Il sottotuta deve essere in fibra idrofuga, cioè che respinge l'acqua. In tal modo, l'umidità prodotta a livello della pelle migra verso l'esterno. Ci sono modelli in pile o polartec che si asciugano facilmente anche se molto bagnati.

Non occorre che il sottotuta sia troppo pesante, a meno di andare in cavità eccezionalmente fredde. Un peso intermedio è sufficiente per le grotte prealpine e appenniniche, dove la temperatura varia fra i cinque e i nove gradi (monte Cucco 7 °C, Frasassi 13 °C).

### 1.1.5 Tuta

La tuta in cordura è decisamente la migliore. Essa permette di traspirare il sudore ed evita che il sottotuta resti troppo bagnato. Tuttavia ci sono situazioni in cui la tuta in PVC risulta più conveniente: in grotte molto bagnate e/o fangose, con intenso stillicidio, in lavori di scavo nel fango, ecc.. La tuta non deve essere troppo stretta per lasciare liberi nei movimenti, ma neppure troppo larga. Quando si acquista è bene provarla in dosso e fare i tipici movimenti che si fanno in grotta: piegamenti, spaccata, etc.

Dopo l'uscita in grotta conviene ripiegare la tuta a rovescio mettendo le gambe e le braccia all'interno. In tal modo il fango resta all'interno e si può anche trasportare la tuta nello zaino senza usare il sacco di plastica. La tuta ripiegata forma una specie di sacco dentro il quale si possono mettere anche stivali, guanti e attrezzi.



### 1.1.6 Casco e impianto di illuminazione

Il casco, l'impianto di illuminazione, e i relativi materiali di manutenzione sono cose talmente importanti che è loro dedicato un capitolo a parte.

### 1.1.7 Imbrago

L'imbrago deve essere

- semplice, facile da mettere e togliere (anche in situazioni scomode),
- resistente alle abrasioni,
- con un punto di attacco basso (per facilitare la risalita su corda),
- con pochi anelli per evitare che si impigli,



meglio se è pure comodo e confortevole (per non essere di fastidio durante la progressione).

L'imbrago viene chiuso in vita con una maglia rapida in acciaio (**mai in lega**) da 10 mm di forma triangolare (detto "delta") oppure a semicerchio (detto "ovale", oppure "maillon a mezza-luna"). Non chiudere mai l'imbrago con un moschettone, neppure se d'acciaio e con ghiera: il cricchetto può rompersi se sottoposto ad un moderato sforzo!

Infine ricordare che è molto pericoloso se una persona resta appesa in stato di



incoscienza per molti minuti (più di 7) poiché l'imbrago può provocare impedimenti alla circolazione con pericolo di morte. In tal caso i compagni devono agire per il recupero dell'infortunato con rapidità.

E' buona norma controllare spesso la chiusura del delta, soprattutto quando ci si appresta a scendere il primo pozzo della grotta. La mancata chiusura può avere drammatiche conseguenze!

### 1.1.8 Pettorale

L'imbrago viene completato nelle risalite su corda da un pettorale (Figura), che è un anello di fettuccia indossato a "otto" attorno alle spalle e fermato sul davanti attaccandolo al croll con un cordino regolabile o un moschettone. L'idea è che il croll resti ben teso sul petto in modo che la corda vi scorra dentro facilmente mentre si risale.

In ogni caso il pettorale non è assolutamente adeguato per attaccarci la corda, ma serve solo per tenere teso il croll.



### 1.1.9 Longe

La **longe** è uno spezzone di corda articolato in due rami. La longe si attacca al delta direttamente. La longe è formata da un ramo corto: che serve per "allungarsi" ai frazionamenti o traversi, mentre all'alta estremità va agganciata la maniglia. Lo spezzone usato per fare la longe deve avere la caratteristica di essere "corda intera". ( $\phi > 9,4$  mm). Le lunghezze dei due rami delle longe dipendono molto dai gusti personali e dalla statura di chi la indossa.



### 1.1.10 Discensore



Il **discensore** è un attrezzo che dissipa l'energia acquistata scendendo (essenzialmente tramite l'attrito con la corda), trasformandola in calore. In tal modo la discesa viene frenata e permette di scendere sulla corda a velocità controllata. Può essere di due tipi: *semplice* o *autobloccante*. E' un errore usare il discensore autobloccante come freno. La corda viene stretta fra le pulegge, si appiattisce e si rovina prima. Il discensore si attacca al delta mediante un moschettone in lega con ghiera.

Il discensore richiede anche un moschettone di rinvio in acciaio poiché si consuma meno. Esso va posizionato sulla maglia rapida alla destra del discensore.



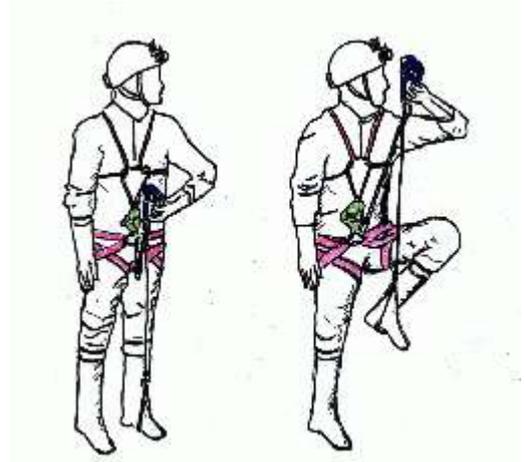
### 1.1.11 Bloccante ventrale (Croll) e Maniglia



Il **croll** e la **maniglia** sono standard (Figure). Il croll viene attaccato direttamente nel delta che chiude l'imbrago e collegato al pettorale tramite il tiracroll. La maniglia viene collegata al delta con la longe e possiede un pedale, cioè una staffa, in cui si può infilare un piede od entrambi per innalzarsi durante la risalita su corda. La longe della maniglia è la più lunga.

Il pedale viene realizzato con uno spezzone (circa 2.5 m) di cordino statico del diametro di 5 millimetri. E' consigliato usare un cordino in "dyneeman" o in kevlar che sono più rigidi del nylon e molto più resistenti all'abrasione. Ad una estremità ha una ampia gassa, in cui viene messo un piede o entrambi durante la risalita, all'altro lato una piccola gassa viene utilizzata per collegarlo al moschettone della maniglia.

La lunghezza del pedale deve essere tale che stando in piedi col piede nella staffa e tenendo il pedale il cricchetto della maniglia risulti appena sopra il croll.



### 1.1.12 Coltello, Chiave da 13 e Siringa

Sono piccoli accessori comodi da portare sempre con se, coltello ben affilato facilmente apribile con una sola mano, chiave inglese da 13 per avvitare i bulloni degli armi, siringa (senza ago) per aspirare l'acqua da mettere nell'acetilene dalle pozze.



## 1.2 Materiali di Squadra

I materiali di squadra comprendono:

- sacco, per trasportare i materiali;
- corde, per i pozzi;
- la sacchetta del carburante di scorta;
- i materiali d'armo;
- i materiali da rilievo;
- i materiali da disostruzione;
- i materiali di conforto: cibo, fornello, telo termico, ecc..
- sacchetto per carburante esausto



In grotta si va solitamente in squadre da quattro o più speleologi per motivi di sicurezza.

Nella squadra ognuno è responsabile di chi è dietro. Non si deve tener d'occhio chi precede, ma chi segue. Se lo speleologo che precede ha dei problemi, ci si accorge inevitabilmente. Invece può succedere di non accorgersi quando chi segue ha dei problemi. Quindi se non si vede (o sente) arrivare si torna indietro per verificare che non ci siano problemi.

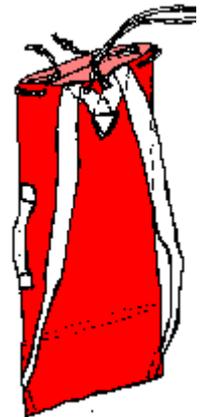
### 1.2.1 Il sacco da grotta

Il **sacco** per il trasporto dei materiali deve essere abbastanza grande ma non eccessivamente grosso (Figura). Un sacco di forma tubolare, del diametro di 23 cm, alto 60 cm, (con una capacità di 25 litri) è giusto quello che ci vuole.



Il sacco ha due spallacci (in fettuccia piatta da 40 mm), una maniglia laterale (per portarlo a mano), un cordino per appenderlo, e un cordino per chiuderlo.

Al cordino per appendere il sacco è attaccato solitamente un moschettone, usato per appenderlo sui pozzi e trascinarlo nelle strettoie. È utile fare un nodo (semplice) a metà del cordino, per ridurre le oscillazioni del sacco quando lo si trasporta appeso sotto durante le risalite dei pozzi lunghi, attaccandoselo più vicino.



Quando si trasportano materiali rigidi e delicati si può mettere all'interno del sacco un cilindro di dormiben per proteggerlo. Questo pezzo di dormiben è poi utile per isolarsi quando ci si siede durante le soste.

Ci sono due modi per non stancarsi trasportando il sacco: non portarlo mai, oppure portarlo sempre. Col primo non si fa molta strada, e ben presto gli ostacoli incontrati in grotta risulteranno insormontabili. Perciò conviene affidarsi al secondo metodo, cioè essere allenati a portarlo sempre. Dopo tutto è anche comodo avere un sacco con noi: ad andare in grotta senza sacco ci si sente un poco nudi, manca qualcosa ...

### 1.2.2 Le corde

In grotta si usano corde "statiche" da 9, 10 e qualche volta anche 8 mm (di diametro). Differentemente dall'alpinismo per cui si usano corde dinamiche atte ad assorbire cadute

con fattore di caduta 2 , in speleologia le cadute hanno fattore uno, dato che si procede verso il basso (scendendo i pozzi).

Le corde sono formate da una struttura interna, detta *anima*, formata da *trefoli* intrecciati in versi opposti (in modo da evitare la torsione della corda durante l'allungamento), contenuta entro una *calza* (che serve anche da protezione dell'anima). La calza ha uno spessore di circa 1-2 mm e contribuisce alla resistenza della corda per circa il 30%. Ogni trefolo ha una resistenza di circa 130 Kgp.

Le corde devono essere provviste su entrambe le estremità di **etichette** indicanti la lunghezza e l'anno di produzione.

La "staticità" cioè l'inelasticità delle corde è importante per aumentare l'efficacia della progressione in risalita, oltre che a ridurre quel noioso movimento su-e-giù! Inoltre le corde statiche sopportano meglio l'azione degli attrezzi da discesa e risalita cioè si rovinano meno.

Le corde nuove a seguito dei cicli di lavaggio e del normale utilizzo si accorciano di circa il 10% della lunghezza. Perciò le corde nuove, prima di essere utilizzate dovrebbero essere "preparate" dal magazziniere, per evitare che si accorcino notevolmente dopo le prime uscite. Si mette a bagno la corda per una notte nell'acqua. Il giorno seguente si taglia della lunghezza richiesta.

Le cause dell'**usura** sono:

- la flessione e torsione dovute al discensore (o peggio al mezzo barcaiolo);
- la compressione dei dentini dei bloccanti
- i microcristalli intrusi (che aumentano l'attrito e facilitano le lacerazioni interne);
- il riscaldamento causato dai discensori (attrito esterno);
- l'abrasione contro la roccia, ma anche con ancoraggi di piccolo raggio;

Acidi e solventi chimici (per es. benzina) e oli danneggiano le corde. Infine bisogna evitare inutili sollecitazioni alle corde: fare dunque attenzione a non calpestarle e a non colpirle con sassi.

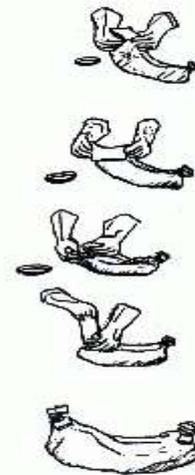
L'invecchiamento naturale ha un effetto ridotto rispetto alle cause d'usura del normale uso. Una corda può essere preservata "integra" se mantenuta in luogo fresco asciutto e buio. In ogni caso la vita media del nylon è di circa dieci anni.

La pulizia (lavaggio con tanta acqua) e una buona manutenzione sono necessarie, per controllarne lo stato di affidabilità prima di portarle in grotta. Il lavaggio accurato serve a togliere i microcristalli di argilla dalla calza e dall'interno della corda.

Le corde vengono trasportate nel sacco, filate, con un nodo su entrambi i capi. Se sono corte si possono anche avvolgere a matassa e mettere nel sacco.

### 1.2.3 Il carburo

Il carburo di scorta si porta nella apposita sacca ricavata da una camera d'aria (Figura). Nel trasportare il carburo bisogna prestare attenzione che non si bagni; ciò potrebbe provocare anche un'esplosione!



## 1.2.4 Materiali d'armo



I **materiali d'armo** comprendono spit (chiodi perforanti ad espansione; spit è l'acronimo di Societe' de Propection et d'Inventions Techniques) e coni, piantaspit, martello, chiave, piastre e anelli, moschettoni e maglie rapide.



**Spit e coni** devono essere almeno una dozzina per squadra, trasportati utilizzando la cartucciera presente nella sacca d'armo.

Il **piantaspit** ha un impugnatura con diametro di circa tre centimetri e lunga 14-15 cm. Deve avere un'anima in acciaio duro. Il piantaspit deve avere una leva per ruotarlo o una spina forzata su cui si può martellare (piano), quando non si gira. Il piantaspit deve avere un anello di cordino (o fettuccia) di sicura che viene avvolto sul polso durante l'uso. Questo anello deve essere attaccato al piantaspit tramite un anello metallico in modo che girando il piantaspit esso non ci si avvolge attorno.



Il **martello d'armo** è abbastanza leggero, con una massa battente di 400 grammi e con una piccola becca. Il martello da grotta ha pure una chiave tubolare da 13 mm in fondo al manico. Se ne può portare anche uno solo: in caso di necessità si può rimpiazzare con la mazzetta da disostruzione. Il martello ha un lacciolo che viene messo attorno al polso durante l'uso. Questo evita di lasciar cadere accidentalmente il martello. Il martello è utile anche durante la progressione in meandrini stretti e profondi per allargare la via.

La **chiave**, da 13 mm, è indispensabile poiché quella sul martello non va bene per gli anelli.

Il numero di **piastre** e/o **anelli** con i relativi **moschettoni** e/o **maglie rapide** dipende dalla spedizione.



### 1.2.5 Materiali da rilievo

I materiali da rilievo comprendono la bussola, il clinometro, la fettuccia metrica, il quaderno e le matite. Questi vengono messi in un'apposita sacchetta che è poi portata in un sacco. Questi materiali saranno descritti dettagliatamente nel capitolo 5 sulla topografia d'esplorazione.

### 1.2.6 Cibo e telo termico

Il **cibo** è una questione personale di ciascun componente della squadra. Ad ogni modo è bene controllare che tutti abbiano una scorta di cibo adeguata entrando in grotta. Sarebbe bene avere un fornello per preparare qualcosa di caldo in caso di lunghe soste forzate.

Il **telo termico** è talmente leggero e poco ingombrante che ogni speleologo dovrebbe portarsene uno. Il telo termico è un gran cosa: avvolgendoselo intorno e tenendo l'acetilene acceso sotto si forma una cupola calda e con una minore umidità relativa. Questo permette di riposare più caldi e di asciugarsi. Attenzione però a non bruciarsi! Però la crisi di freddo che colpisce quando si esce dal telo termico è micidiale. Quindi vanno usati con cautela: permettono un recupero molto migliore delle forze, ma possono prolungare le soste oltre i limiti ragionevoli. Sono teli di emergenza.

# 2 CASCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE



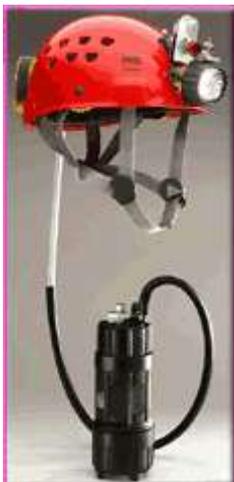
Il casco serve per proteggere dalla caduta di pietre e dagli urti imprevisti contro la roccia (Figura). Il principale requisito del casco è la resistenza e la capacità di assorbire l'energia di un urto trasferendo una forza ridotta alla testa e al collo (meglio che si rompa il casco piuttosto che la testa).

Secondo la direttiva CE 8916861EEC ogni casco omologato deve riportare la sigla **CE**. I caschetti da alpinismo soddisfano questi requisiti; sono abbastanza leggeri, relativamente poco ingombranti, comodi da portare per molte ore, e soprattutto dotati di una resistente allacciatura sotto il mento. In particolare è utile che l'allacciatura sotto il mento sia facilmente apribile, anche con una sola mano e in condizioni scomode. Risulta infatti spesso necessario liberarsi del casco mentre si sta affrontando una strettoia, e si ha una sola mano libera.

E' inoltre indispensabile portare la fonte di illuminazione montata direttamente sul casco in modo da lasciare le mani libere e da orientare la luce nella direzione di vista. Perciò sul casco si porta l'impianto di illuminazione che, in genere, consiste di due indipendenti fonti di luce, una a gas acetilene, l'altra elettrica. La prima è la fonte di illuminazione primaria, mentre la seconda serve per sopperire alla prima quando questa viene meno.

## 2.1 Impianto di Illuminazione

### 2.1.1 Impianto ad acetilene



L'impianto di illuminazione a gas consiste di una bombola, per la produzione del gas acetilene, che si porta appesa alla cintura dell'imbrago o ad una bandoliera, di un bruciatore e di un accendino. Il bruciatore consiste di una pipetta con un ugello (beccuccio) da cui esce il gas, un accendino piezoelettrico, e una parabola riflettente. Nel modello più recente è invece montato ad incastro su un apposito supporto fissato al casco, in modo da poter essere facilmente rimosso quando non serve avere l'illuminazione a gas.

Un accessorio dell'impianto a gas è il filo stappabeccucci. Si tratta di un piccolo "spazzolino" formato con fili di acciaio, utilizzato per pulire il foro del beccuccio quando otturato.

Il gas acetilene prodotto nella bombola è convogliato al bruciatore attraverso un tubo e fuoriesce da un beccuccio. L'acetilene brucia con

una fiamma brillante solo se viene bene a contatto con l'ossigeno dell'aria. A tal fine è importante avere un beccuccio in buono stato.

Sono disponibili beccucci da 14 o 21 l/h, questo significa che lasciano passare 14 o 21 litri di gas in un'ora.

I beccucci sono generalmente fatti in ceramica, con una piccola fenditura rettangolare; lo scopo è di ottenere una fiamma piatta larga e relativamente stabile. Il beccuccio viene fissato sul bruciatore tramite un'apposita ghiera e guarnizione (o-ring)

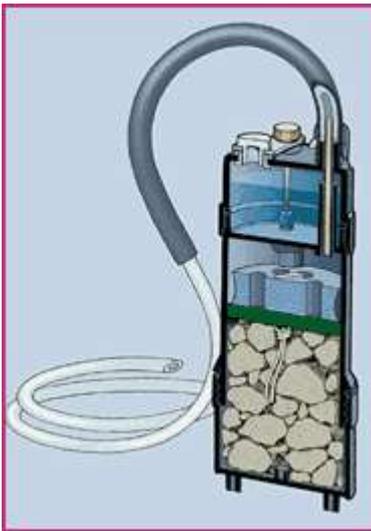
Per avere una bella fiamma occorre che ci sia abbastanza pressione nella bombola.

Un beccuccio da 21 l/h, con un'adeguata pressione nella bombola, produce una buona luce che può durare anche per 6-8 ore.

Il gas uscente dal beccuccio viene acceso con l'accendino piezoelettrico (detto "piezo" per brevità).

Questo è un ingegnoso dispositivo elettromeccanico che sfrutta le proprietà piezoelettriche di un cristallo di quarzo per produrre una scintilla con cui infiammare il gas. Il piezo è azionato ruotandolo mediante il pomello quadrato in modo che la sua estremità si posizioni sopra il beccuccio. Ruotando ulteriormente il pomello si aziona un martelletto che batte sul cristallo di quarzo.

Questo colpo produce un'improvvisa ed elevata differenza di potenziale cioè una tensione elettrica mediante il passaggio di cariche elettriche che generano una piccola scintilla, la quale infiamma il gas.



Le bombole sono svariate, ma le più diffuse sono: la Fisma, l'Alp e l'Ariane (Figura). Si basano essenzialmente tutte sul medesimo principio: sono formate da due compartimenti: uno inferiore in cui si mettono i sassi di carburo, un superiore dove si mette acqua che scende, per gravità, attraverso un piccolo foro, sul carburo. Questo, a contatto con l'acqua, attraverso una reazione chimica esotermica (cioè che produce calore), genera acetilene, il gas che esce nel tubo connesso all'impianto sul casco, e calce spenta, una polvere che resta nella parte inferiore della bombola. La bombola deve essere riempita di carburo per due terzi, poiché la polvere prodotta ha maggior volume dei sassi e se ce n'è troppa l'acqua non diffonde bene.

Nella Ariane il carburo nella parte inferiore della bombola è separato dal tubo ove esce il gas da una spugna e un filtro. La spugna è un ammortizzatore che dovrebbe evitare il rigonfiamento della bombola durante l'uso. Il filtro serve ad evitare che la polvere vada ad intasare il tubo. Nella Fisma questo è ottenuto con un apposito coperchio che copre il tubo. Si possono mettere i sassi di carburo entro una calza (meglio se di nylon) la

quale ritiene anche la polvere esausta e facilita le operazioni di "scarburo", cioè di rimozione della polvere per sostituirvi nuovi pezzi di carburo.

L'acqua scende sul carburo attraverso un forellino. Il suo passaggio è regolato da una vite con punta conica.

Nella Fisma l'acqua cade direttamente sulla spugna sopra il carburo; nella Ariane essa passa attraverso un distributore posto sul lato della bombola e, attraverso i fori di questo, viene diffusa uniformemente sui sassi.

Nella parte superiore della bombola si trova un tappo per aggiungere acqua. In tutte le bombole questo tappo risulta scomodo da impugnare, soprattutto con le mani inguantate ed infangate. E' bene aggiungere spesso acqua: ciò rende lo stillicidio dell'acqua sul carburo più regolare. Infatti questo è indotto dal peso dell'acqua nella parte superiore della bombola oltre ad essere regolato dallo stelo.

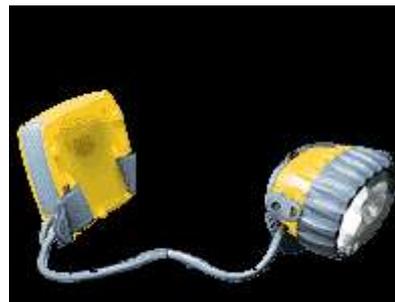
La bombola richiede una discreta manutenzione. Dopo ogni uscita devi rimuovere la polvere esausta e il carburo rimasto e pulirla. La filettatura che chiude le due parti deve essere accuratamente pulita e lubrificata.

Il beccuccio deve essere pulito di frequente. E' necessario curare di tanto in tanto la pulizia del tubo del gas e del foro di stillicidio dell'acqua. Infine, nell'Ariane, bisogna pulire da eventuale fango la guaina che protegge la presa d'aria.

## 2.1.2 Impianto elettrico

L'impianto di illuminazione elettrico è costituito da una lampada, montata frontalmente sul casco (in genere sotto l'impianto ad acetilene), e da un portabatteria, posto sulla parte posteriore del casco.

La lampada contiene un riflettore e una lampadina da 3.5 V e 0.35 A. Con la batteria da 4.5 V la lampadina è sovralimentata, con una corrente di circa 0.4 A, e dissipa il 30% in più di energia, col risultato che il filamento è più caldo e quindi più luminoso, ma dura meno. Sono anche disponibili lampadine alogene da 4.0 V e 0.5 A (sovralimentate a 0.56 A): producono molta più luce, però consumano di più e costano molto di più delle comuni lampadine da torcia elettrica.



Nel portabatteria si mette la batteria: batterie alcaline Duracel (durano di più). E' bene che la batteria sia sostituita dopo alcune ore di utilizzo; ce se ne accorge perché la lampada comincia a fare poca luce.

Il modello *Duo* consiste di due lampade affiancate, una con una lampadina normale l'altra con una lampadina alogena, e permette così di scegliere la fonte di luce adeguata alle necessità. Richiede quattro batterie a stilo ed ha due lampadine da 6 V. Con l'alogena dura circa 2 ore e mezza, con la lampadina normale dura circa 12 ore (secondo i dati del catalogo Petzl).

Attualmente si sta cominciando ad usare i LED a grande luminosità che permettono una grande autonomia (fino a 100 ore) e un'elevata luminosità, tanto che alcuni speleologi stanno eliminando l'uso della carburo in favore dei nuovi impianti a LED.

A nostro giudizio, la luce a carburo rende gli ambienti ipogei più "caldi" a differenza dei LED che producono un'atmosfera fredda e sterile.

# 3 TECNICHE DI PROGRESSIONE



In grotta tutte le operazioni devono essere eseguite attentamente, anche quando hai preso l'abitudine. La cosa più importante è ricordarsi di mantenere sempre la massima calma: fare sempre le cose con calma! Naturalmente può succedere che a volte non si riesca a mantenere la calma necessaria per essere in equilibrio con l'ambiente e ti senta stanco, infreddolito, demoralizzato, ... . In questo caso, ripeto, devi comunicarlo subito ai compagni per evitare incidenti: questi infatti sono più spesso causati da noi stessi che dall'ambiente.

La progressione dovrebbe essere regolare, senza corse veloci e soste prolungate. Lo sforzo deve essere poco intenso ma continuo. Questo ti permette di non sudare eccessivamente, e di restare abbastanza caldo muovendoti. Cerca di procedere senza affannarti, senza sforzo eccessivo. Una progressione troppo sostenuta stanca subito i muscoli compromettendo il rendimento in zona esplorativa. Se senti che fai troppo sforzo, è meglio che lo comunichi ai compagni e che si rallenti l'andatura.

In grotta si va in squadre di quattro o più persone. Quattro è il numero minimo per fronteggiare un incidente serio: uno speleologo resta con l'infortunato mentre altri due vanno a chiamare il soccorso. In due la cosa migliore è solitamente restare con l'infortunato aspettando che, non vedendoci arrivare, qualcuno fuori allerti il soccorso.

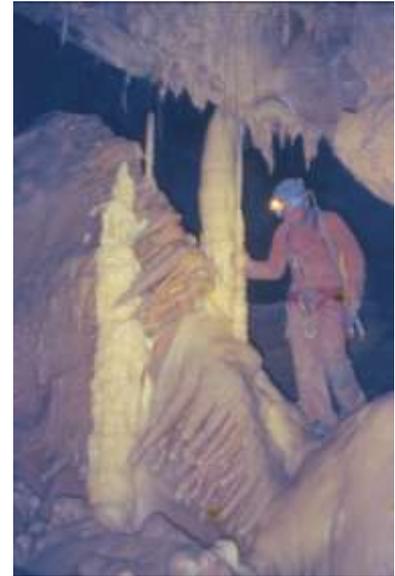
La tecnica principale è *l'equilibrio*: equilibrarsi con l'ambiente. *Tranquillità* e *Calma* sono due sintomi di quanto siamo in equilibrio con la grotta. Se non ti senti tranquillo e calmo, c'è qualcosa che non va: stai andando troppo veloce, sei insicuro, o altro, ... in tal caso è bene avvertire i compagni, senza sensi di colpa.

La maggiore difficoltà in grotta è sentirsi lontani dall'ingresso; questo ti fa sentire più stanco e spossato di quanto lo sia realmente. Devi ricordarti che anche se ti senti stremato hai consumato solo una parte delle tue energie fisiche, e ne hai abbastanza per uscire. L'importante è mantenere l'equilibrio psichico ...

## 3.1 Progressione orizzontale

### 3.1.1 Gallerie

Nelle gallerie comode si cammina, portando il sacco in spalla, con entrambi gli spallacci. Se la volta è bassa si procede carponi, col sacco su un solo spallaccio per poterlo togliere in caso di necessità. Se poi la galleria è ancora più bassa si avanza a quattro zampe e si trasporta il sacco a mano, oppure lo si trascina legato col cordino. Nei passaggi molto bassi si striscia trascinando il sacco e guidandolo con i piedi per evitare che si incastrì. Nei cunicoli in discesa, scendendo di piedi si trascina il sacco con le mani; alternativamente lo si può spingere avanti con le braccia, ma questa tecnica risulta più faticosa, anche se è più facile disincastrare il sacco quando si blocca.

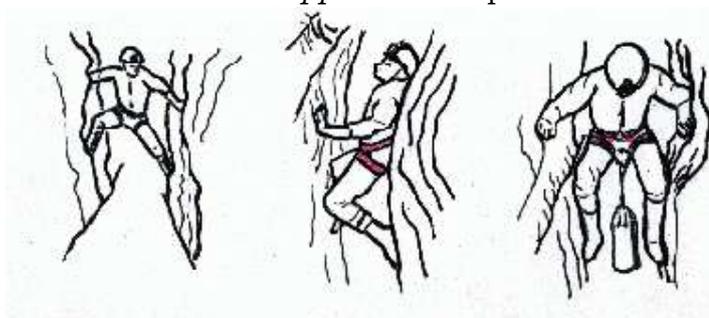
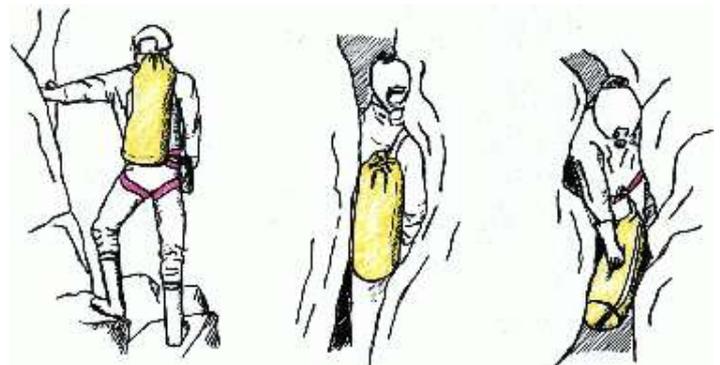


### 3.1.2 Meandri

Nei meandri (gallerie strette e profonde) si avanza in *spaccata*: un piede da una parte, uno dall'altra, e così pure le mani, e spesso ci si appoggia anche contro la roccia. La tecnica è di "farsi portare dalla grotta". Quando si procede eretti si porta il sacco con uno spallaccio sulla spalla che sta indietro e lo si guida con la mano.

Nei meandri stretti e molto profondi può accadere di dover avanzare a mezza altezza. Si procedi in *spaccata* con i piedi sulle pareti opposte. Anche le mani sono appoggiate sulle pareti opposte, per equilibrarti.

Se le pareti sono molto scivolose, per il fango o per mancanza di appoggi, si può ricorrere alla tecnica dell'*opposizione*: i piedi contro una parete e la schiena contro l'altra. E' molto efficace, ma stanca molto di più.



### 3.1.3 Strettoie

Le **strettoie** sono difficoltà uniche della

speleologia. Possono essere orizzontali, inclinate, o verticali. A sezione orizzontale o verticale. Corte o lunghe e complesse. A pareti lisce oppure con sporgenze e lame in cui la tuta si impiglia e taglia. Con acqua e/o fango. Le strettoie rappresentano spesso il limite delle esplorazioni, che a



volte è solo un limite psicologico, perché le dimensioni ci danno un alibi per desistere di fronte alla strettoia.

Prima di entrare in una strettoia nuova, studiala accuratamente. Questo dà modo di rifletterci sopra e nello stesso tempo di rilassarsi, perché nell'affrontare le strettoie si deve essere rilassati. Valutare la lunghezza, gli appoggi, se è meglio entrare di testa o di piedi, come si presenteranno gli ostacoli al ritorno. Crearsi un quadro mentale dei movimenti che si faranno nel superarla.

La strettoia si supera prima con la mente e poi col corpo.

Prima di affrontare una strettoia impegnativa è meglio slacciare il sottogola del casco; se la strettoia è proprio stretta togliti il casco e trascinalo a mano spingendolo avanti a te. Accendi sempre l'elettrico. Togliti anche longhe, discensore, attrezzi da risalita, e pettorale. Se è il caso anche l'imbrago.

La tecnica migliore è quella del controllo della respirazione, evitando l'affanno e mantenendo la calma e la tranquillità.

Se la strettoia è orizzontale a sezione orizzontale si può affrontare a pancia in giù o in su (soprattutto se c'è acqua e fango sul fondo) e di testa, per vedere le difficoltà. Se è particolarmente stretta si tiene un braccio avanti e l'altro indietro lungo il fianco.

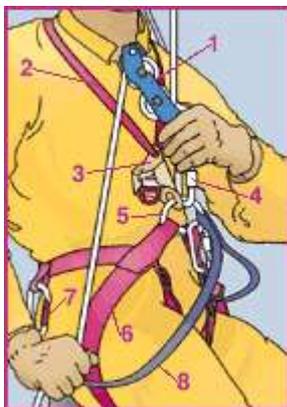
Avanzando a piccoli tratti. Muoversi lentamente e usare la fantasia!

Le strettoie verticali vanno sempre affrontate di piedi. Se non si intravede il fondo ricordarsi di usare una corda di sicura.

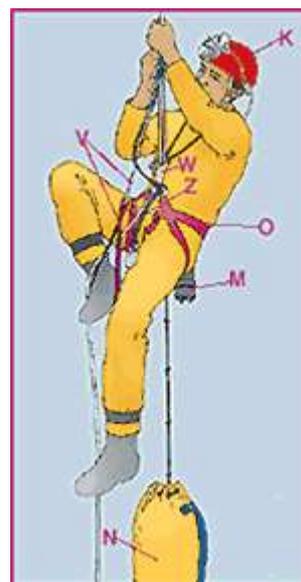
Il materiale in eccesso si trasporta nel sacco e ci si aiuta vicendevolmente disincastrandoselo quando occorre. Nelle strettoie orizzontali si spinge il sacco avanti con le mani controllando che non si incastri. Nella strettoie verticali, si porta il sacco appeso sotto col cordino.

## 3.2 Progressione verticale

**Fase di calata**



**Fase di risalita**



**Sicurezza è controllare il rischio.  
Non dipende solo dagli attrezzi, ma anche da come noi li usiamo.**

Nei pozzi si procede su corda con gli attrezzi: discensore in discesa, croll e maniglia in salita. La tecnica principale è quella di "essere aerei".

Molto importante: prima di scendere o salire su una corda controllare sempre le ghiera dei moschettoni e del delta.

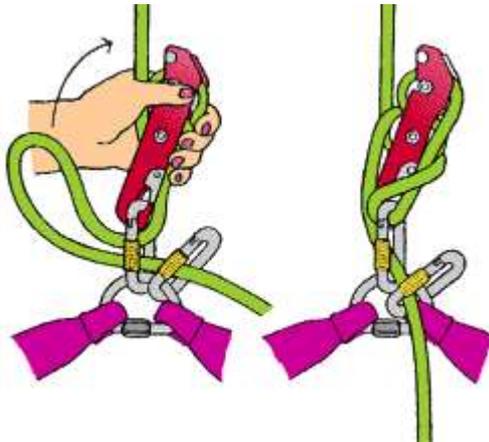
Portare il sacco attaccato col cordino all'imbrago. Il sacco in spalla sbilancia, e fa lavorare inutilmente gli addominali. Lo si deve portare in spalla quando c'è il rischio di caduta di pietre. In discesa va tutto bene; tutt'al più può succedere che il sacco rimanga appeso all'ansa di corda nel passaggio di un frazionamento. In risalita invece il sacco tende a pendolare su se stesso e ad intrecciare il cordino con la corda.

In prossimità dei pozzi, scendendo o risalendo, se cade qualcosa (qualsiasi cosa: un sasso, il discensore, il sacco, ...) gridare subito "**SASSO!**" per avvisare che sta cadendo qualche cosa.

### 3.2.1 Scendere su Corda

La disposizione degli attrezzi in discesa è, da destra a sinistra: croll, moschettone di rinvio, discensore e longe. In risalita: croll, longe.

Arrivati all'imbocco del pozzo ci si allunga all'attacco della discesa, sul moschettone.



Si mette la corda nel discensore, e la si passa nel rinvio. Tra il discensore e l'armo la corda non deve essere lasca, per evitare il salto quando si parte, e per staccare la longe senza difficoltà. Fare la chiave sul discensore per bloccarlo. A questo punto staccare la longe di sicurezza, e ti mettersi di peso sul discensore. Sciogliere la chiave del discensore e scendere.

Con la mano destra tenere la corda che scende alla destra del moschettone di rinvio. E' bene impugnare la corda piuttosto lontano dal moschettone di rinvio per controllare meglio la velocità. Non lasciare mai la corda con la mano destra. Alzando la mano si frena la discesa,

abbassandola la si accelera. Cercare di scendere con velocità costante, senza strattoni (sollecitano l'ancoraggio) e senza brusche frenate ("bruciano" la calza).

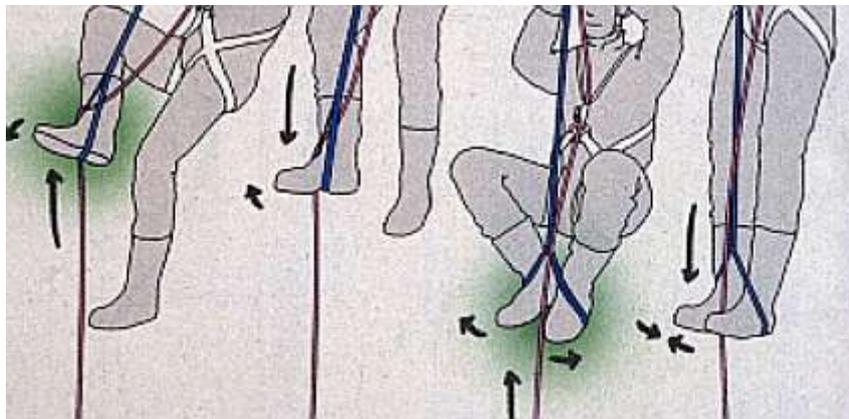
Tenere i piedi contro la parete, evitando di girare su se stessi (è molto scomodo). Arrivati in fondo al pozzo ci si accuccia a terra per far scorrere ancora un poco di corda nel discensore, poi alzandosi e si stacca il discensore.

Dopo essersi allontanati si grida "*Libera*" per informare il prossimo speleologo che può scendere.

### 3.2.2 Risalire su Corda

In **risalita**, mentre si aspetta turno, tenersi a distanza di sicurezza e, se possibile, in un posto riparato. Tenere sempre il casco in testa: possono sempre cadere sassi e pietre accidentalmente! Soprattutto se chi sale o scende sta trasportando un sacco: questo tende a provocare facilmente la caduta di sassi.

Si mette la corda nel croll facendola scorrere il più possibile, e tendendo l'imbrago superiore in modo che il croll resti teso sul petto. Agganciare la maniglia, e cominciare a pedalare issandosi sul pedale per far salire il croll, e sedendosi su questo per innalzare la maniglia. Salendo nel vuoto si può infilare entrambi i piedi nel pedale, mentre contro parete un piede serve per evitare di sbattere contro la roccia e per equilibrarsi. Per aver una buona pedalata bisogna spingere con la gamba leggermente all'indietro in modo da far lavorare tutto il corpo lungo un'asse parallelo alla corda. Arrivati in cima al pozzo ci si allongia e aiutandosi con la maniglia si stacca il croll. Portando la maniglia sul corrimano e quindi anche la longe si esce definitivamente. Quando si è fuori, staccati completamente dall'armo e in un punto da dove non si scaricano sassi, si grida "Libera!".



Per aiutare la corda a scorrere nel croll durante la "pedalata" ci sono delle particolari tecniche:

Pedalando a due piedi blocchi la corda in mezzo ai due piedi leggermente sovrapposti, come detto sopra.

Pedalando con un sol piede la blocchi tra il collo del piede e la staffa del pedale.

E' molto importante durante la risalita, e soprattutto all'uscita da un frazionamento e dal pozzo, **controllare che moschettoni e maglie rapide siano posizionati correttamente, e che la corda sottostante scenda liberamente e non sia impigliata in spuntoni o lame di roccia.** Le leggere oscillazioni della corda durante la risalita del prossimo speleologo potrebbero lesionarla, anche fino al punto di tranciarla, con conseguenze anche mortali!

### 3.2.3 Frazionamenti

#### In discesa:

- appena possibile attaccare la longe corta al moschettone dell'armo;
- scendere finché il discensore è scaricato dal peso del corpo e lasciare il moschettone di rinvio sulla corda a monte;
- passare il discensore sulla corda che scende, poi il moschettone di rinvio e fare la chiave di bloccaggio;

- staccare la longe sollevandosi un poco e ripartire dando il "Libera!" per il prossimo.

Scendendo col sacco appeso sotto l'imbrago, c'è il rischio che questo resti agganciato col suo cordino all'ansa della corda che sale. Perciò fare in modo che se ne stia al di fuori dell'ansa del frazionamento.

Per slongiarsi dal frazionamento:

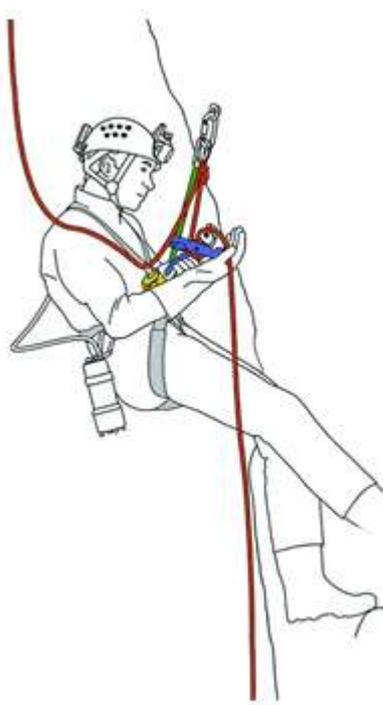
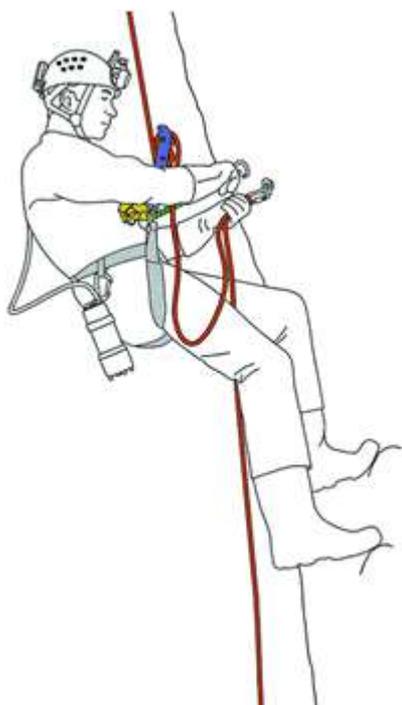
- Fare la chiave
- Issarsi con le braccia e staccare la longe (dispendio di energie);
- Provare a sollevarti mettendo un piede o un ginocchio nell'ansa della corda che sale.
- Utilizzare la maniglia: salendo sul pedale stacchi la longe, poi scendi sul discensore, togli la maniglia e vai.

### ■ Passaggio del frazionamento in discesa

**1** Arrivare al frazionamento, assicurati con la longe corta nel moschettone del frazionamento e scaricare, su questa il tuo peso.

**2** Successivamente smontare e rimontare il discensore a valle del frazionamento e fare la chiave

**3** Togliere la longe, disfare la chiave e riprendere a far scorrere la corda nel discensore



**in risalita,**

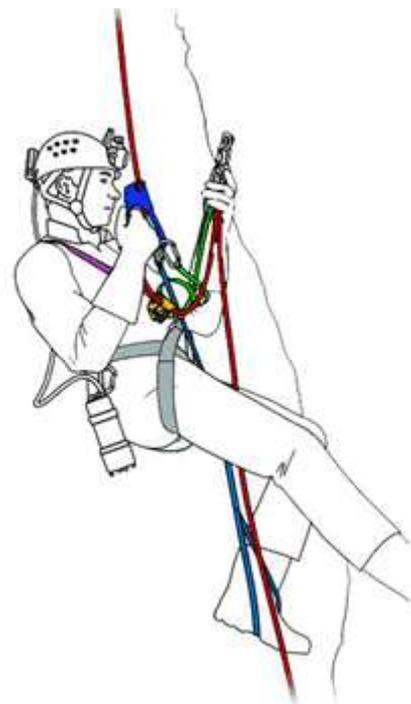
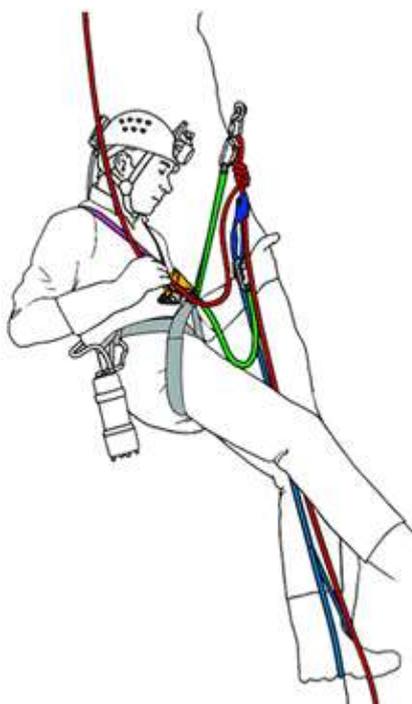
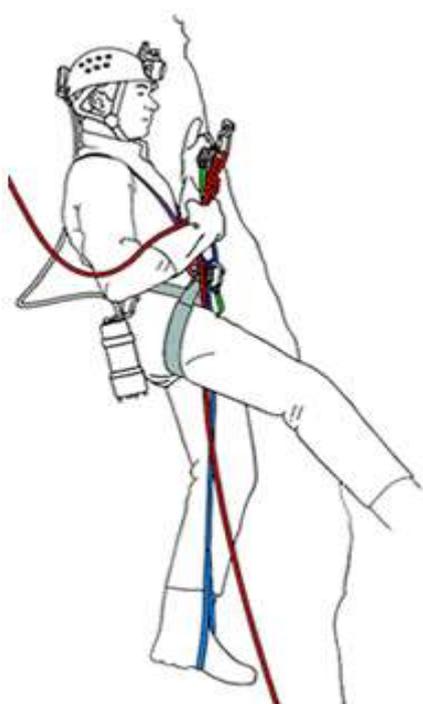
- attaccare la longe al moschettone dell'armo;
- sollevarsi sul pedale, staccare il croll passarlo sulla corda che sale;
- passare la maniglia e ripartire;
- quando la longe non è più in tensione, staccarla e dare il "Libera!" a chi segue.

**Passaggio del Frazionamento in salita**

**1** Arrivati 5 cm sotto il nodo dell'ancoraggio, assicurarsi con la longe corta al moschettone del frazionamento.

**2** Trasferire gli attrezzi uno dopo l'altro sulla corda che sale sopra al frazionamento, scaricando il peso sulla longe. Attenzione sposta prima il croll poi la maniglia

**3** Staccare la longe e continuare a salire.



### 3.2.4 Deviatori

Il passaggio dei deviatori è molto più semplice e immediato.

**In discesa:**

- staccare il moschettone del deviatore in cui passa la corda e rimetterlo al di sopra del discensore.

Se si deve usare entrambe le mani per spostare il deviatore è meglio bloccare il discensore per sicurezza. Se il deviatore ha un grande angolo attaccarsi con la longe ad esso non per sostenerti, ma per evitare che ti sfugga di mano.

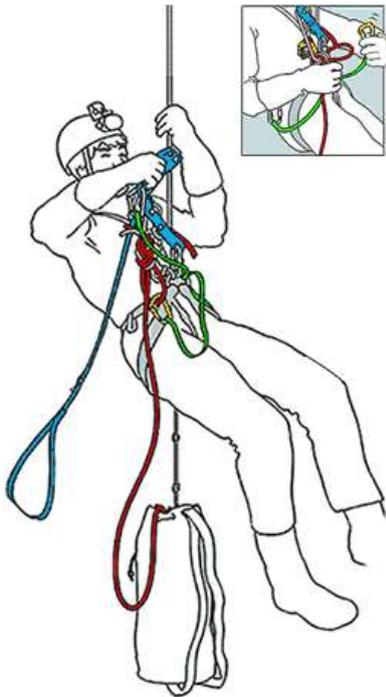
**In salita:**

- staccare il moschettone e rimetterlo sulla corda sotto al croll.

Nel passaggio dei deviatori non si dà il "*Libera!*" perché si resta sempre di peso sullo stesso tiro di corda.

### 3.2.5 Nodi di giunzione

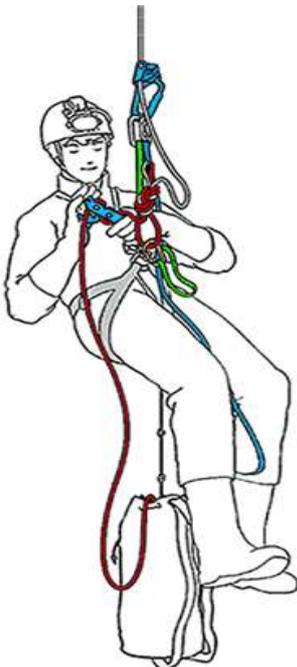
#### ■ Passaggio del nodo in discesa



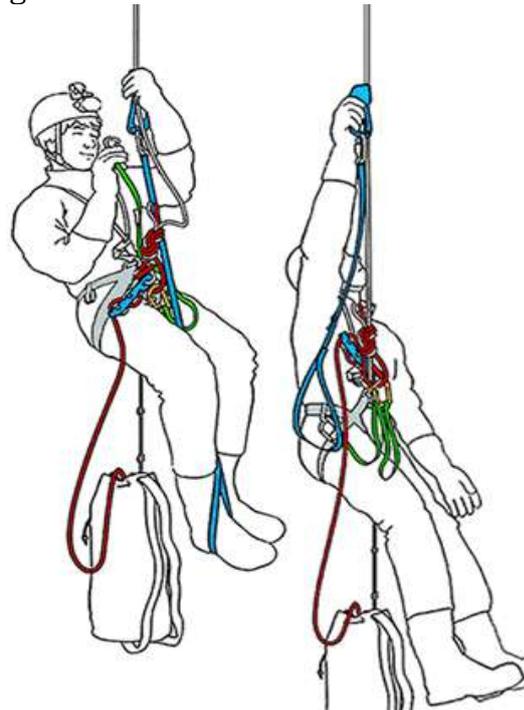
In alcune calate non è possibile far coincidere il nodo di giunzione di due corde con un frazionamento allora ci si trova costretti ad affrontare il passaggio del nodo.

**1** Si arriva con il discensore contro il nodo, ci si allontana nella gassa e successivamente si monta la maniglia a monte per scaricare il peso dal discensore moschettonando con la longe corta direttamente alla maniglia (prestare attenzione a non portare la maniglia troppo in alto!!).

**2** A questo punto si smonta il discensore e lo si rimonta a valle del nodo bloccandolo con la chiave.



**3** Dopo di che stacco la longe corda dalla maniglia andando in carico sul discensore. Smonto la maniglia, tolgo la longe lunga e sciogliendo la chiave continuo la calata.



### 3.2.6 Traversi

Il passaggio dei traversi si fa con entrambe le longes.

Mettere le due longes sulla corda del traverso; la longe corta serve per appendersi, l'altra è di sicurezza. Poi si procede caricando il peso sulla corda. Per superare un ancoraggio, passare prima una longe e poi l'altra, aiutandosi con le gambe su eventuali appoggi per sostenersi e con le braccia per equilibrarsi.

Completato il traverso si dà il "Libera" a chi segue come nel caso dei pozzi.

### 3.2.8 Inversione di marcia

L'inversione di marcia su corda, da discesa a risalita, o viceversa può presentarsi in svariate circostanze di cui la più frequente è quando la corda non arriva fino al fondo del pozzo.

#### In discesa

- bloccare il discensore con la chiave;
- mettere la maniglia sulla corda sopra di esso;
- sollevarsi sul pedale con i piedi mettendo il croll nella corda tra la maniglia e il discensore;
- disfare la chiave e smontare il discensore per cominciare a risalire.

#### In risalita

- mettere il discensore appena sotto il croll (il più vicino possibile) e bloccarlo con la chiave;
- posizionare la maniglia poco sopra il croll e sollevandosi sul pedale sganciare il croll;
- mettersi di peso sul discensore (bloccato);
- staccare la maniglia e iniziare la discesa.

## 3.3 Soste

Anche le soste fanno parte della progressione.

Durante le soste ci si riposa, si riprende fiato. Si cerca di evitare il contatto con la roccia che assorbe il calore, perciò meglio sedersi sul sacco oppure sopra i guanti, questi isolano un poco e restano caldi.

Per non freddarsi, conviene fare leggeri movimenti con le braccia e con la schiena.

Le soste sono il momento sociale, per scarburare, per mangiare e per preparare qualcosa di caldo. Le bevande assunte in grotta non dovrebbero essere né troppo fredde né troppo calde.



# 4 TECNICHE D'ARMO



Fare l'**armo di un pozzo** consiste nel posizionare una corda, attaccandola alla roccia, in modo da poter scendere e salire il pozzo in sicurezza. Come tutte le altre cose si impara a fare gli armi facendone tanti.

Quando si arma un pozzo è buona cosa farlo bene sin dalla prima volta. E' inutile armare velocemente perché si è in esplorazione pensando che poi lo si metterà a posto. Le tecniche per fare un armo sono due: artificiale e naturale. Con l'armo artificiale si fissa la corda alla roccia tramite spit, piastre e moschettoni. In casi fortunati si può ricorrere ad armi naturali, cioè la

si fissa ad elementi naturali (spuntoni di roccia, clessidre, stalagmiti...). Sebbene l'armo naturale sia più veloce, l'armo artificiale è solitamente migliore perché permette di scegliere più liberamente come posizionare la corda. E' importante che questa non sfreggi contro la roccia.

Prima di tutto una cosa importantissima: **pulire i pozzi!** Questo significa rimuovere i sassi che potrebbero cadere gettandoli nel pozzo prima di fare l'armo. La pulizia dei pozzi è un'operazione importante e non va mai trascurata. Essa deve essere continuata man mano che si scende e si arma.

Prima di passare in rassegna l'utilizzo dei materiali per fare gli armi, ricordiamo che ogni armo deve essere ricontrollato ogni volta che si scende o risale il pozzo.

**Prima di scendere (e dopo essere risalito) controlla sempre l'armo:**

- il bullone deve essere ben avvitato nello spit; il movimento della piastrina sotto peso può provocare l'allentamento del bullone compromettendo la sicurezza dell'attacco.
- i moschettoni e/o le maglie rapide devono essere ben chiusi.
- controlla lo stato dei nodi e mentre scendi quello della corda.

## 4.1 Spit e fix

### 4.1.1 Spit



Gli spit sono tasselli ad espansione autoperforanti. Sono prodotti industriali per carpenteria e esistono vari produttori. Il nome completo di quelli della SPIT è Spit Roc MF8.

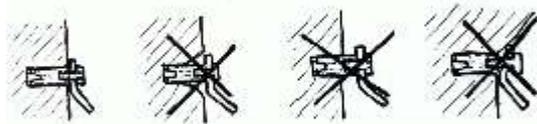
I criteri principali nella scelta delle posizioni degli spit sono:

- qualità della roccia in cui viene piantato, la corda non deve sfregare contro la roccia durante la discesa e/o la salita;
- considerazioni di sicurezza in caso di caduta;
- facilità di superamento dell'armo, sia in salita sia in discesa.

In genere gli spit devono essere distanti almeno una spanna (~ 20 cm.) dai bordi delle placche di roccia e fra di loro. Prima di mettere uno spit si prova la **qualità** della roccia col martello fino a trovare della roccia buona, la roccia marcia ha in genere un suono ottuso. Eventualmente si lavora la roccia con la becca del martello per rimuovere eventuale roccia superficiale poco consistente e per spianarla dato che la piastra deve appoggiare bene alla roccia.

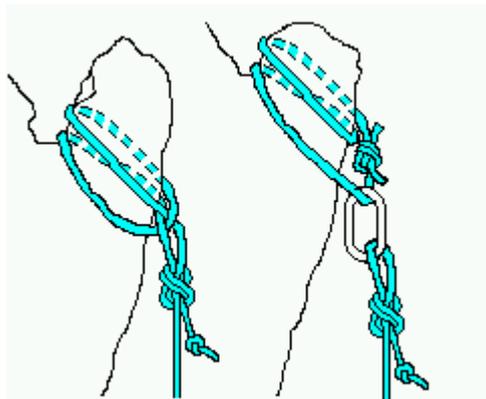
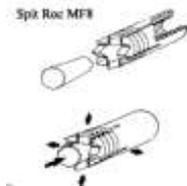
Prima di mettere uno spit bisogna pensare a dove andrà anche il prossimo (se possibile).

In genere un armo di un pozzo non è una sequenza di ancoraggi scollegata, ma gli ancoraggi devono essere "pianificati" come una successione di punti che soddisfano i criteri di sicurezza.



All'inizio si martella leggermente per formare l'imbocco del foro senza svasare troppo questo. Un foro troppo svasato (oltre 2 mm) riduce drasticamente la tenuta dello spit (circa 50% in meno a 4 mm).

Inoltre bisogna girare costantemente il piantaspit in modo che i dentini dello spit frantumino la roccia poco a poco, e pulire frequentemente dalle polveri. Il foro deve risultare un paio di millimetri più profondo dello spit, in modo che inserendo il cono ed espandendo lo spit non sporga dalla roccia.



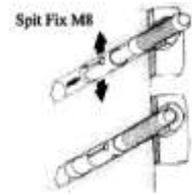
Il foro dovrebbe risultare perpendicolare alla parete, ma va bene (anzi meglio) anche se è leggermente inclinato (dieci gradi al più) verso il basso, cioè ad uscire. La superficie intorno allo spit può essere resa un poco liscia (per favorire il fissaggio della piastra) scalpellandola con un altro spit inserito sul piantaspit.

### 4.1.2 Fix

I fix sono tasselli provvisti di un manicotto per bloccarli nel foro. Sono disponibili in varie misure, le più usate sono da 8 o 12 mm. E' consigliabile usare solamente fix di acciaio inox. Quelli di acciaio non inox si ossidano invecchiando e possono rompersi.

Per posizionarli, prima si saggia la roccia con la mazzetta e la si spiana eventualmente con la becca, la piastra deve appoggiare bene alla roccia come quando si mettono gli spit. Si esegue un foro col trapano, profondo almeno quanto il fix. Evitare di allargare il foro con movimenti impropri della punta, il foro deve avere il diametro giusto altrimenti il fix gira nel foro e il manicotto non fa presa sulla roccia.

Si inserisce il fix (già provvisto di piastra e dado) nel foro battendolo leggermente con la mazzetta. Quindi si serra il dado. Se il fix viene estratto troppo serrando il dado é inservibile.

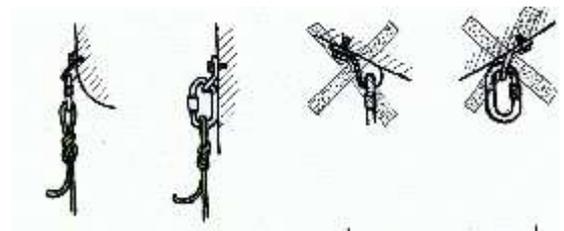


### 4.1.3 Armi naturali

Infine può accadere di essere particolarmente fortunati e trovare un armo naturale, uno spuntone o una clessidra di roccia salda cui attaccarsi. In genere è difficile perché raramente sono nella posizione giusta e quando capita si mette un anello di fettuccia attorno alla roccia, prestando attenzione a far passare la fettuccia nel punto più resistente dell'armo naturale.

## 4.2 Piastre ed anelli

Sugli spit si attaccano mediante **bulloni** piastre o anelli. Alle piastre ed agli anelli si attaccano le corde. Si forma una gassa con la corda e la si collega alla piastra o all'anello mediante un moschettone a ghiera o una maglia rapida. La corda può essere collegata direttamente all'anello tramite un nodo a bocca di lupo o un nodo bulina. La corda non deve mai essere agganciata direttamente ad una piastra poiché potrebbe tranciarsi.

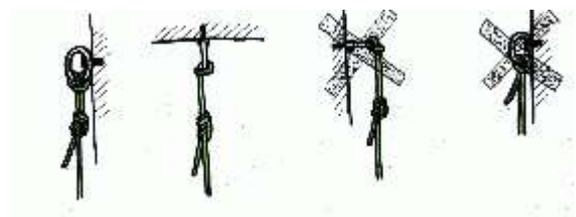


### 4.2.1 Bulloni

I bulloni devono essere di qualità industriale e devono riportare la marcatura indicante in grado di resistenza: 8.8, 10.9 oppure 12.9.

**Bulloni senza marcatura di resistenza non sono affidabili** perché di qualità non garantita.

I bulloni per spit sono gli M8. I bulloni devono avere una lunghezza adeguata in modo che la vite entri sufficientemente nel tassello. Quindi, con le piastrine si usano bulloni da 15, con gli anelli si usano bulloni da 20 mm.



Per una adeguata resistenza è sufficiente la classe 8.8. In effetti le prove sui materiali hanno mostrato che i bulloni M8-8.8 hanno una resistenza a taglio di 2900 Kgp e una ad estrazione di 3300 Kgp se:

- stretti con una forza di circa 20 Kg
- avvitati per almeno cinque giri
- la placca o l'anello aderisce al tassello (o alla roccia), altrimenti il bullone lavora a flessione.

Un accorgimento per non perdere i bulloni durante il trasporto o durante l'armo è quello di fermarli su piastre ed anelli con una guarnizione in gomma (o-ring) o qualcosa di analogo, che ne permetta comunque l'avvitamento.

#### 4.2.2 Piastre ed anelli

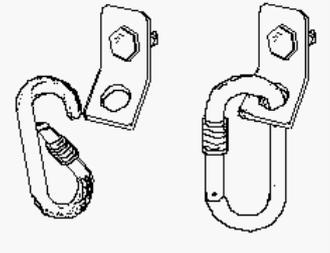
Le **piastre** sono di due tipi: piegate o ritorte. Entrambe sono da utilizzare per armi a parete. Le piastre piegate (immagine a dx) tengono il moschettone perpendicolare alla parete. Quelle ritorte (immagine a sx) tengono il moschettone parallelo alla parete e sono idonee solo per pareti leggermente svasate sotto il punto d'ancoraggio. In genere le piastre sono utilizzate per ancoraggi a parete.



Gli **anelli** vanno bene per ancoraggi sia a parete sia a soffitto.



Le piastre e gli anelli si preparano prima di entrare in grotta con moschettoni o maglie rapide. Quando si arma conviene che la chiusura del moschettone o della maglia rapida risulti "all'esterno" e rivolta in basso. Per questo motivo nel preparare le piastre si inserisce il moschettone (o la maglia rapida) dall'alto come in figura. In questo modo, girando di 180 gradi il moschettone, l'apertura risulta verso l'esterno e in basso. Lo stesso procedimento vale per le maglie rapide.



Le piastre possono essere in lega o in acciaio. La resistenza delle piastre è abbastanza vicina al valore nominale (~1800 Kgp) se caricati entro un angolo di 30 ° dalla verticale. Oltre tale limite la resistenza diminuisce notevolmente.

Gli anelli in acciaio sono affidabili per trazioni ad ogni angolo; hanno una resistenza superiore a 2000 Kgp su spit e compresa fra 1200 e 1800 Kgp su fix.

E' bene sostituire le placche e anelli con regolarità, perché la permanenza in grotta in ambiente umido con presenza di agenti ossidanti fa diminuire velocemente le caratteristiche meccaniche del materiale.

## 4.3 Moschettoni e maglie rapide

### 4.3.1 Moschettoni

I moschettoni servono per attaccare la corda alla piastra, oltre che per l'attrezzatura personale. Ce ne sono di svariate forme e caratteristiche. In speleologia si utilizzano generalmente quattro forme di moschettoni:

- moschettoni simmetrici, per armi ed attrezzi;
- moschettoni asimmetrici per armi e longe.
- moschettoni a base larga per armi particolari;

In genere si tratta di moschettoni in lega, ad eccezione del moschettone di rinvio del discensore che è meglio sia in acciaio.

I moschettoni riportano una marchiatura indicante le caratteristiche di resistenza e conseguentemente l'utilizzo per cui sono appropriati. Questa marchiatura è variata nel corso degli anni (oltre a dipendere dal produttore), per esempio si trova:

**KN ↔ 18 ↓ 7 ↷ 5 ⊗**

**Ⓚ KG ↔ 3000 ↓ 800**

**UIAA Ⓛ KN ↔ 22 ↓ 6.4 ↷ 6.5**

I numeri indicano i carichi di rottura nominali, espressi in kilonewton (KN: per esempio 18) o in kilogrammi (~1800). Il numero maggiore si riferisce alla trazione longitudinale, lungo l'asse maggiore (quello in cui dovrebbe lavorare il moschettone); i numeri minori a trazione trasversale, e longitudinale a cricchetto aperto (come rappresentato nelle relative figure).

Dunque **attenzione** a chiudere sempre le ghiera e prestare attenzione che il moschettone non si metta a lavorare di traverso.

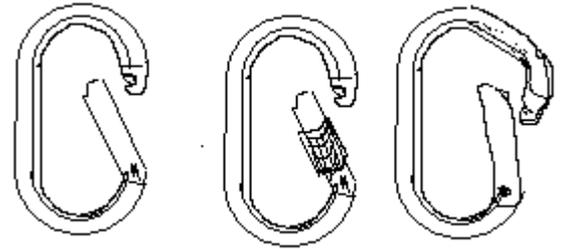
I materiali in lega subiscono una usura inferiore a quella delle corde ma non trascurabile. Questo è rilevante per gli armi permanenti e per l'attrezzatura personale. Sono attaccati dall'argilla che, di natura acida, li annerisce e corrode soprattutto in presenza di umidità. Perciò dopo ogni uscita in grotta, lavalì, fallì asciugare, e approfittane per controllarne lo stato si usura.

Nota: Disarmando, un problema che può insorgere coi moschettoni è di trovarli inchiodati, cioè con la ghiera bloccata perché erano stati chiusi sotto trazione. In questo caso per aprirli si può provare ad appendercisi sopra, per rimetterli in trazione.

### 4.3.2 Maglie rapide

Al posto dei moschettoni si possono utilizzare le maglie rapide con chiusura a ghiera. La resistenza meccanica della maglia rapida è molto superiore a quella di un normale moschettone anche nelle posizioni più impensate (messo di traverso...) e ha il vantaggio di aver un lento processo di invecchiamento e di essere più economico.

L'uso di queste è consigliato per armi persistenti, risalite e grotte lasciate armate per lungo tempo .



In speleologia si usano maglie rapide con diametro compreso tra 6 e 8 mm perché hanno la caratteristica di avere resistenze simili a quelle degli altri materiali usati e ingombro contenuto.

### 4.3.3 Manutenzione

La manutenzione di moschettoni e maglie rapide è molto semplice. Per pulirli si lavano in acqua e si asciugano all'aria lontano da fonti di calore. Si lubrificano le parti mobili con olio a base di silicone. L'immagazzinamento deve essere fatto in luogo fresco, asciutto, scuro e chimicamente neutro (evitare ambienti salini).

Devono essere controllati regolarmente, almeno una volta all'anno, per verificarne l'aspetto (corrosione, usura, deformazione) e il funzionamento (avvitamento ghiera, mobilità cricchetto).

## 4.4 Nodi d'armo

Di nodi occorre saperne pochi, ma quei pochi bisogna saperli fare e utilizzare benissimo. I nodi devono essere semplici, resistenti, e facili da sciogliere.

Nel farli bisogna evitare accavallamenti interni perché possono ridurre eccessivamente la resistenza e renderà difficile lo scioglimento del nodo dopo che è stato teso.

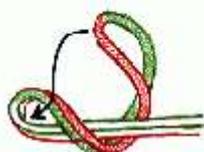
Il capo morto dei nodi deve essere abbastanza lungo (30 cm) ed avere un nodino di sicura (inglese o inglese doppio)

La seguente tabella riporta un elenco dei più comuni nodi suddivisi per possibilità d'impiego. Per gli usi più comuni basta conoscere veramente pochi nodi: il nodo a otto, il coniglio, il barcaiolo.

Uso	Nodi
Armo	otto, bolina
Armo doppio	coniglio, bolina doppio
Corrimano	otto, barcaiolo
Frazionamento	otto, bolina
Giunzione	otto, inglese doppio, galleggiante
Fine corda	otto, inglese
Sicura	mezzo barcaiolo

### 4.4.1 Guide con frizione (“nodo a otto”)

È il nodo di vincolo più utilizzato in speleologia.



#### PREGI:

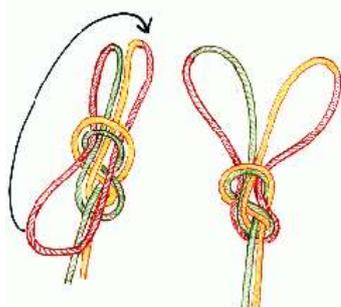
- semplicità di esecuzione
- alla sua stabilità
- carico residuale tra i più alti

#### DIFETTI:

- Difficile da sciogliere se mal eseguito e se sottoposto a grandi carichi

Può essere eseguito nella maniera classica o inseguito, permettendo la realizzazione anche attorno a grossi attacchi naturali.

#### 4.4.2 Guide con frizione doppio (“Il nodo a coniglio”)



Simile al nodo precedente, ma ha la caratteristica di avere due asole che consentono di vincolare la corda a due ancoraggi.

##### **PREGI:**

- semplicità di esecuzione
- stabilità
- carico residuale molto alto

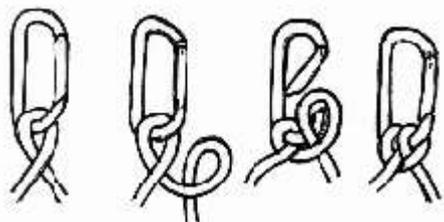
##### **DIFETTI:**

- Difficile da sciogliere se sottoposto a grandi carichi
- Obbliga a predeterminare la direzione di carico

Con difficoltà si può eseguire nel doppino. Un criterio di sicurezza, semplice da ricordare è che le due asole non devono formare un angolo superiore a 90 gradi. In caso contrario può succedere che uno degli attacchi sia eccessivamente sollecitato.

#### 4.4.3 Il nodo barcaiolo

E' il più semplice da costruire.



**ATTENZIONE:** Non va mai costruito lasciando un capo della corda libero perché, a causa delle oscillazioni del carico, si potrebbero verificare scorrimenti della corda.

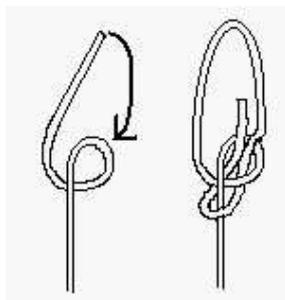
##### **PREGI:**

- Semplicità e rapidità di esecuzione
- Usa pochissima corda

##### **DIFETTI:**

- carico residuale basso (1/2)
- scarsa stabilità

#### 4.4.4 Il nodo bolina



Molto utile per costruire attacchi intorno ad ancoraggi naturali di grosse dimensioni (stalattiti, piante, etc.)

**ATTENZIONE:** il nodo può sciogliersi se trazonato in modo non convenzionale, è importante ricordarsi di bloccare sempre il capo morto.

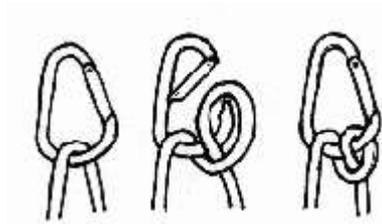
**PREGI:**

- rapidità di esecuzione
- si scioglie facilmente anche dopo grandi carichi

**DIFETTI:**

- carico residuale basso
- può risultare instabile

### 4.4.5 Il nodo mezzo barcaio

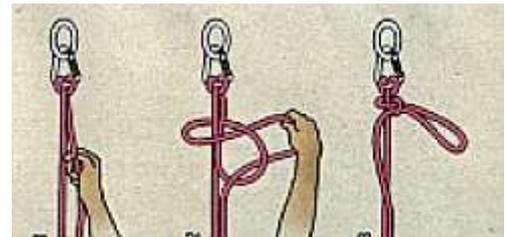


Nodo estremamente versatile, utilizzato per assicurare o frenare carichi o perone.

Il nodo per lavorare correttamente va costruito su un moschettone a base larga ("pera").

Bisogna essere in grado di saper fare anche la **chiave di bloccaggio**

(nodo dei muli) correttamente. Quella mostrata in figura può essere eseguita anche se il nodo è sotto tensione.



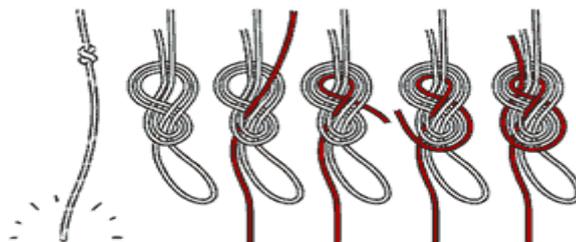
## 4.5 Nodi di giunzione

Normalmente quando si ha la necessità di unire due corde si cerca di far corrispondere il nodo con un frazionamento per facilitare sia l'esecuzione sia il transito.

In questo caso viene realizzato un guide con frizione sul capo della nuova corda, successivamente viene costruito un guide con frizione inseguito che passi attraverso il nodo precedente e il moschettone di frazionamento.

Ma nel caso più sfortunato in cui non abbiamo un frazionamento si dovrà procedere come segue:

- costruisco un guide con frizione con la fine della corda;
- usando il capo della nuova corda, inseguo il guide nel verso opposto (iniziando dalla parte del nodo dove ho la gassa).



La gassa che si ottiene, si servirà per allungarsi.



# 5 TOPOGRAFIA D'ESPLORAZIONE



uno vede solo ciò che guarda,  
uno guarda solo ciò che ha nello spirito.  
*Bertillon* [dal libro di Marbach e Rocourt]

## **Perché fare la "topografia"?**

La topografia ipogea è uno strumento d'esplorazione. In grotta non si ha una visione complessiva della grotta stessa: manca la percezione accurata di distanze e orientamento. La topografia ci aiuta a costruire un modello oggettivo della cavità per meglio interpretarne lo sviluppo e capire dove sono le zone che potrebbero dare nuove prosecuzioni.



## 5.1 Dotazione topografica in grotta

Gli strumenti fondamentali da rilievo ipogeo sono:

- Bussola
- Clinometro
- Fettuccia metrica o distanziometro laser
- Quaderno da rilievo
- Vernice o pennarello
- Matita, gomma e temperino.

Gli strumenti devono essere resistenti all'acqua e agli urti. Il quaderno deve avere pagine plastificate per scrivere anche in presenza di acqua e fango.

Tutta la dotazione viene posta all'interno di una piccola sacca impermeabile.

### 5.2.1 Scrivere tutto quanto

Prima di iniziare a scrivere i dati del rilievo si annota **SEMPRE** la grotta in cui ci si trova, la diramazione, la data ed il nome dei rilevatori.

Per esempio:

*Grotta del Buco Cattivo  
Ramo dei Rover  
31 Luglio 1989  
Santinelli, Fiordelmondo, Annetta.*

Quando si legge uno strumento (fettuccia, bussola o clinometro) si pronuncia chiaramente ad **alta voce** il valore della misura.

Tutti i dati (numeri ed annotazioni) sono riportati sul blocchetto in modo che siano **perfettamente comprensibili** una volta arrivati a casa. Sul quaderno si scrivono le misure relative a ciascun punto sulla stessa riga e quelle dei punti successivi bene in colonna.

Per esempio:

<b>Punti</b>	<b>Nord</b>	<b>Distanza</b>	<b>Inclinazione</b>
<b>1 - 2</b>	64	13.00	+ 15
<b>2 - 3</b>	14	7.45	+ 30
<b>3 - 4</b>	121	19.60	- 5
<b>4 - 5</b>	-	12.20	+ 90

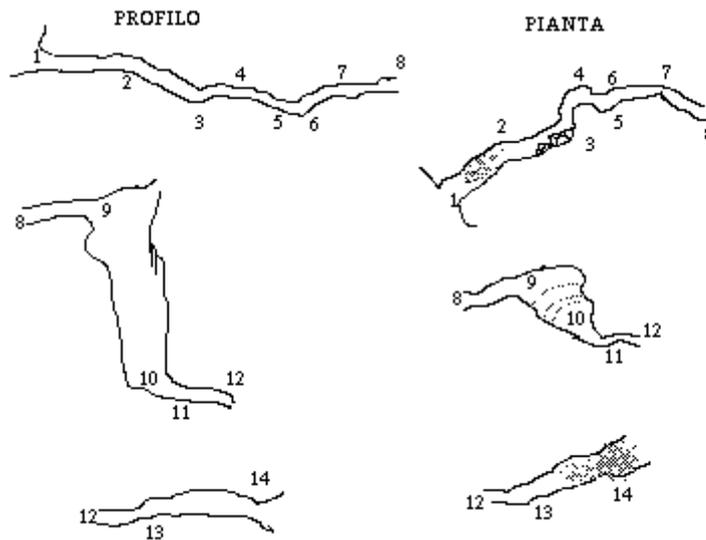
I numeri scritti prima delle misure sono quelli dati ai capisaldi ed hanno un preciso significato, cioè il primo è quello in cui si trovano gli strumenti il secondo quello verso cui si guarda per fare le misure. Ad esempio "3 - 4" vuol indica che bussola e clinometro si trovano sul caposaldo "3" e guardano il caposaldo "4". Se per un qualsiasi motivo si dovesse invertire la posizione degli strumenti, scrivere semplicemente:

*5 - 4 31 Nord 12.00 + 7*

cioè che le letture sono effettuate con gli strumenti che si trovano in "5" e guardano verso "4".

In questo modo costruiamo una linea spezzata tridimensionale che rappresenta la **poligonale** di riferimento.

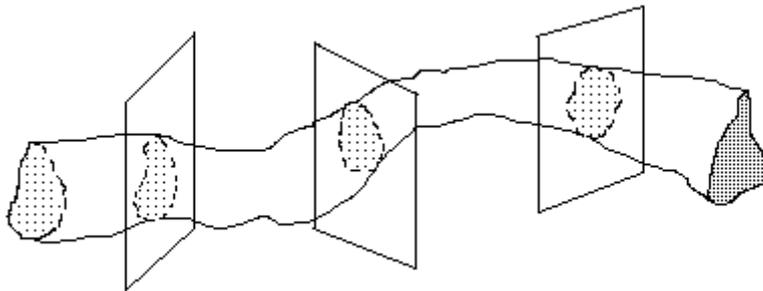
Sarebbe conveniente fare uno **schizzo** per ricordarsi in che parte di grotta si riferiscono le misure prese. Il modo più semplice di fare schizzi delle grotte è di disegnare una pianta e un profilo e scriverci dentro i numeri dei capisaldi.



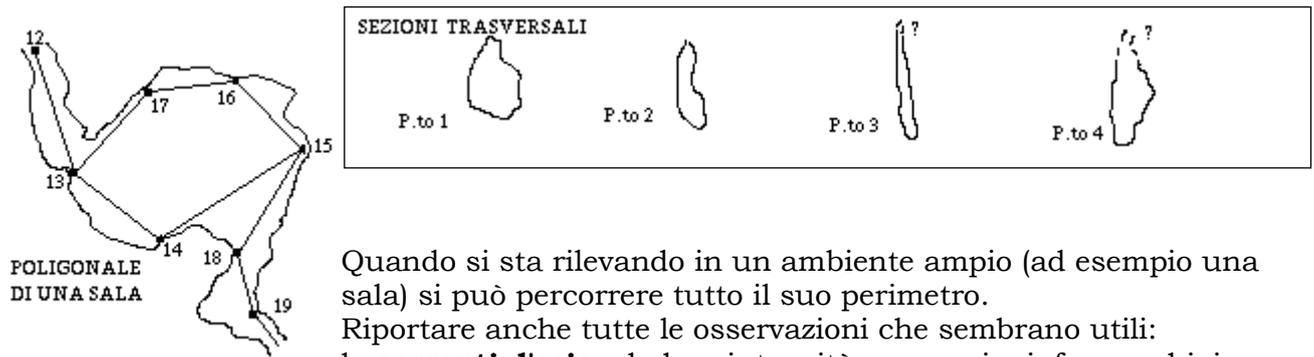
Una **pianta** è grossomodo l'andamento delle pareti della grotta, un **profilo** (sezione) è invece l'andamento del pavimento e del soffitto.

Quando la galleria cambia forma va fatto anche uno schizzo, con misure approssimate, della **sezione trasversale** che è la forma che avrebbe una fetta di galleria tagliata come un salame; ricordarsi di segnare dove si trova il posto che disegnato e in che verso lo si guarda.

Ecco un esempio di cosa sono le sezioni trasversali



Se viene effettuata in corrispondenza di un caposaldo se ne riporta accanto il numero. Se si trova fra due capisaldi indicarli entrambi e segnare sugli schizzi della pianta e del profilo la posizione di quello disegnato. Per esempio



Quando si sta rilevando in un ambiente ampio (ad esempio una sala) si può percorrere tutto il suo perimetro. Riportare anche tutte le osservazioni che sembrano utili: le **correnti d'aria** e la loro intensità, concrezioni, fango, ghiaia, frane, pericoli, armi, pozze e scorrimenti d'acqua, e se ci si infila in una diramazione che non si rileva **scrivere una breve descrizione** di quello che si è visto (per es. "ramo stretto, 20 metri, continua, occorre scavare, aria forte", oppure "galleria, 50 metri, chiude su fango, senz'aria"). Questo servirà per tornare con le attrezzature necessarie.

### 5.2.2 Lasciare un segno

Spesso non si riesce a rilevare tutto. E' allora importante lasciare per la volta successiva un punto (con un numero) su cui attaccare il nuovo rilievo con quello vecchio. Risolvere questo problema è facilissimo: usando una vernice si segna il caposaldo con un punto ben evidente e si scrive il numero di riferimento.

Quando si fa il rilievo di una nuova diramazione, **partire SEMPRE da un caposaldo del rilievo precedente e SCRIVERLO** sul nuovo rilievo.

Per esempio:

Cap. 1 coincide con il cap. 38  
*del rilievo della Sala Merloni.*

### 5.2.3 Accuratezza

Tenere conto che gli strumenti topografici sono precisi solo se usati correttamente. Ricordare anche che un rilievo troppo accurato richiede moltissimo tempo, quindi per evitare questo non è necessario essere maniaci del dettaglio. In ultimo se a causa della stanchezza o della insufficiente esperienza si pensa che il rilievo eseguito non sia preciso, **SCRIVERLO**.

### 5.2.4 Manutenzione minima

Usciti dalla grotta recuperare subito il quaderno da rilievo e proteggerlo (per esempio mettendolo in un sacchetto di plastica se piove). Una volta a casa togliere gli strumenti da rilievo dal sacco del materiale sporco, pulirli con una spugna umida e metterli all'aria in modo che possano asciugarsi.

### 5.2.4 Riassumendo

Per realizzare il rilievo topografico della grotta si costruisce una "poligonale", cioè una linea spezzata tridimensionale che percorre tutta la grotta; ogni lato della poligonale viene definito "battuta" mentre ogni vertice rappresenta un "caposaldo". Per ogni battuta si misurano: lunghezza, azimuth e pendenza e per ogni caposaldo viene disegnata sul quaderno da rilievo la sezione trasversale del condotto con relative dimensioni.

Gli strumenti di misura utilizzati sono:

- bussola e clinometro a collimazione diretta con disco rotante a bagno d'olio per azimut e pendenza,
- fettuccia metrica e/o distanziometro laser per la misura delle distanze,
- quaderno da rilievo e matita, per appuntare i dati.

Le coordinate polari, che derivano direttamente dal rilevamento della grotta, vengono successivamente trasformate in coordinate cartesiane procedendo così al disegno e al posizionamento su base topografica della grotta, rappresentandone pianta e sezione longitudinale.

# 6 FISILOGIA E DIETETICA IPOGEA

In speleologia viene richiesto al corpo umano uno sforzo non eccessivamente intenso, ma prolungato per molto tempo (spesso ben oltre le dieci ore) e con intervalli di recupero. Il processo di produzione del lavoro necessario per sostenere uno sforzo di questo tipo è *aerobico* cioè consuma ossigeno, immesso mediante la **respirazione**. Questo processo utilizza anche le **riserve energetiche** accumulate nel corpo (glucidi e acidi grassi), che seppur non rimpiazzabili completamente nel corso dell'attività speleologica, possono tuttavia essere parzialmente reintegrate mediante una **alimentazione** adeguata. Adeguata, non vuol dire eccessiva, altrimenti si sovraccarica l'apparato digerente quando invece bisogna muoversi.

L'ambiente speleologico "basso alpino" è caratterizzato da una temperatura intorno ai 7 gradi (centigradi) e da una forte umidità nell'aria dovuta alla presenza di acqua e fango. Quindi è necessaria una adeguata protezione termica per il corpo. Le due situazioni, di riposo e di sforzo, in cui si viene a trovare lo speleologo richiedono una protezione termica che isoli dall'ambiente, e una protezione "meccanica" che ripari, permettendo di dissipare il calore in eccesso prodotto durante lo sforzo. La soluzione attuale, sottotuta (protezione termica) e tuta (protezione meccanica), rappresenta un compromesso fra queste due opposte esigenze. Quando si suda molto e si resta "bagnati" si riduce drasticamente la capacità di isolamento termico del sottotuta, per cui ci si raffredda più facilmente durante le soste e, anche se non ce ne accorgiamo, il nostro corpo deve consumare più energie per mantenere la temperatura corporea.

L'aumento di **sudorazione** è la principale risposta dell'organismo umano alla produzione di calore in eccesso, in seguito ad uno sforzo fisico.

Il risultato è la perdita di **acqua e sali minerali**, principalmente sodio e potassio, essenziali per le funzioni metaboliche. La perdita d'acqua (disidratazione) e sali riduce il rendimento fisico. Per sopperire a ciò bisogna bere spesso durante le uscite speleologiche, anche se non c'è lo stimolo della sete.

Le energie consumate non sono completamente reintegrabili nel corso dello svolgimento dell'attività stessa, perciò il consumo energetico deve essere controllato in modo da evitare che una uscita si trasformi in un penoso "ritorno fuori" o che la spossatezza conduca ad incidenti. I più esperti speleologi devono controllare sia il proprio andamento sia quello dei compagni. Un problema ad un componente della squadra manda in crisi l'intera spedizione. Quando uno si sente troppo affaticato deve comunicarlo ai compagni, passare in testa e determinare l'andatura.



## 6.1 La respirazione

La quantità di lavoro che un individuo può sostenere nel lungo termine dipende dall'apporto di ossigeno ai muscoli. Questo dipende dal flusso ematico, cioè da quanto velocemente circola il sangue, dalla capacità del sangue di fissare ossigeno nell'emoglobina, e dall'area di scambio dei gas a livello polmonare negli alveoli. L'apporto di ossigeno ai muscoli dipende dal livello di attività: è pari al 30% dell'ossigeno inspirato in condizioni di riposo e al 90% sotto sforzo.

Il consumo di ossigeno si stabilizza (dopo una fase iniziale) ad un valore proporzionale alla potenza erogata, almeno per sforzi contenuti entro un valore massimo detto *potenza aerobica massima*. Uno sforzo a tale potenza massima può essere sostenuto per circa 10 minuti, dopo di che si ha spossatezza.

Un soggetto non allenato può sostenere una fatica del 70% della potenza massima per circa mezz'ora. Uno allenato anche per alcune ore. Dunque per affrontare una esplorazione prolungata occorre mantenere un dispendio di lavoro ben al di sotto del limite della potenza massima.

Questo vuol dire parecchie cose:

- non "sforzare", evitare di affannarsi;
- evitare i passaggi "di forza" (nel superare frazionamenti, nella progressione, etc.): sono dei colpi micidiali alle nostre forze;
- riscaldare i muscoli prima di riprendere dopo una sosta prolungata: pochi minuti di movimento leggero sono sufficienti;
- curare la preparazione fisica cioè l'allenamento;

**Controllare la propria Respirazione.  
Quando qualcosa non va, comunicarlo subito ai compagni.**

## 6.2 Riserve energetiche e fonti di energia

Le sostanze nutritive si distinguono in carboidrati, composti da carbonio, idrogeno e ossigeno, questi ultimi due in proporzione 2:1 da cui il nome "idrati";

grassi;

proteine;

vitamine, ... ;

- sali minerali, essenziali per la regolazione del metabolismo.

I **carboidrati** sono la nostra principale fonte energetica: producono 4Kcal. La presenza di ossigeno nella molecola dei carboidrati comporta che la loro ossidazione richiede meno ossigeno esterno. Per questo motivo i carboidrati sono una fonte immediata di energia rispetto a grassi e proteine.

I principali carboidrati sono:

- glucosio, presente in molti frutti;
- lattosio, presente nel latte, polimero del galattosio; è l'unico di origine non vegetale
- saccarosio, presente nello zucchero di canna;
- fruttosio, nel miele e in alcuni frutti;
- amido, in patate, legumi, cereali, riso.

I carboidrati semplici (monosaccaridi) sono immediatamente assimilabili. Quelli complessi devono essere spezzati in componenti semplici durante la digestione per essere assimilati.

I **grassi** sono composti organici formati principalmente da C, H, ed O, e in certi casi da altri elementi quali azoto (N), fosforo (P) e zolfo (S). Sono poco o nulla solubili in acqua. Il loro ruolo nell'organismo è soprattutto strutturale e funzionale in tutte le cellule. Come materiale di riserva sono fonte energetica. Hanno inoltre funzione veicolare per le vitamine liposolubili (A e D).

Le **proteine** sono macromolecole ad elevato peso molecolare. Realizzano la maggior parte delle funzioni vitali, e sono i costituenti delle cellule. Sono formate da carbonio, idrogeno, ossigeno e azoto, e in minor quantità da fosforo e zolfo. Anche altri elementi quali iodio, calcio, ferro, magnesio intervengono nella molecola di proteine. Dopo aver eliminato l'acqua, costituiscono circa il 50% del peso corporeo.

Le proteine dei tessuti vengono costantemente distrutte e rinnovate (sintesi proteica a partire dagli aminoacidi). La quantità di proteine immagazzinabile è limitata; oltre tale limite le proteine vengono utilizzate per produrre energia oppure trasformate in grassi per l'immagazzinamento.

Le **vitamine** sono composti organici che l'organismo non è in grado di produrre e sono necessari in piccole quantità per un corretto metabolismo. Si dividono in liposolubili (A, D, E, K) e idrosolubili (B, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, acido folico, acido pantotenico [B<sub>5</sub>], nicotinamida [PP], biotina, C). La solubilità ne influenza l'assorbimento, il meccanismo di azione, e la possibilità di accumulo nei tessuti. Si ha carenza vitaminica quando si mangiano alimenti di basso valore biologico (dolci, torte, bibite, alcol, ...).

I **sali minerali** sono sostanze che non si consumano né si producono nel corpo umano, però svolgono ruoli ben precisi ed importanti nel funzionamento dell'organismo, sia come parte integrante della struttura (es. calcio nelle ossa), che nelle reazioni chimiche (es. sodio). Si distinguono in macroelementi (il cui fabbisogno supera 100 mgr/dia) e microelementi, detti oligominerali, (fabbisogno inferiore a 100 mgr/dia). I macroelementi elettroliti sono particelle elettricamente cariche, utilizzate per conservare la polarità elettrica della membrana cellulare, mantenere la pressione osmotica intra ed extracellulare, e produrre segnali nervosi. Calcio, ferro, iodio, e fluoro sono essenziali.

Le principali fonti di energia sono i glucidi (glucosio e glicogeno) e gli acidi grassi. A riposo il corpo ottiene il 13% dell'energia dai glucidi e 87% dagli acidi grassi. All'inizio di uno sforzo l'energia è fornita prevalentemente dai glucidi. In uno sforzo blando si impiegano quasi soli acidi grassi. La distribuzione è al 50% quando lo sforzo è medio. Uno sforzo breve ma intenso brucia solo le riserve di glucidi. Uno sforzo intenso e prolungato impiega glucidi per il 30% e acidi grassi per il 70%.

Il lavoro eseguito durante l'attività speleologica, richiede una potenza limitata, ma sostenuta per un tempo lungo. È molto diverso dello sprint o dai frequenti scatti richiesti in altri sport. Il meccanismo principale di produzione di energia sono dunque processi aerobici (con ossigeno) di glicolisi e trasformazione degli acidi grassi.

Di conseguenza quando andiamo in grotta dobbiamo cercare di utilizzare il processo aerobico bruciando le nostre riserve energetiche. È chiara anche l'importanza di evitare i "passaggi di forza": sono quelli in cui si usano le riserve locali ed intervengono

i processi anaerobici. Sono molto dispendiosi perché hanno una bassa resa energetica, e affaticano poi l'acido lattico che resta nei muscoli.

Con lo sforzo fisico si perdono molti sali minerali tramite la sudorazione, tra 2.7 e 3 gr per litro di sudore.

Magnesio, potassio e ferro devono essere reintegrati. Con la traspirazione si perde anche molta vitamina C.

## 6.3 L'alimentazione

Abbiamo visto che l'attività speleologica comporta un notevole consumo di risorse energetiche, oltre ad una considerevole perdita di acqua e sali con la sudorazione. L'alimentazione in grotta serve a reintegrare, almeno parzialmente, le riserve energetiche, idriche e di sali spese nell'attività. La speleologia è considerata un'attività sportiva ricreativa e la **dieta ipogea** non differisce essenzialmente dalla dieta di un soggetto non sportivo (quindi una dieta equilibrata) a parte le limitazioni dovute al trasporto del cibo in grotta e una cura a non sovraccaricare l'apparato digerente.

Data l'intensa sudorazione è necessario reintegrare i sali minerali, soprattutto NaCl e K (potassio). Gli elementi di cui è più facile avere carenza sono potassio, magnesio, ferro, e zinco. Per il potassio i sintomi sono stanchezza muscolare, apatia, insonnia. Per il magnesio crampi, spasmi muscolari, tremori alle mani, rigidità corporea. Per il ferro fatica e minor rendimento.

Quindi è bene limitare l'assunzione di protidi e lipidi durante le spedizioni in grotta (non ci mancheranno le occasioni per rifarci). Una dieta iperproteica comporta un lavoro extra per reni e fegato e aumenta la disidratazione. Il metabolismo energetico delle proteine produce urea che viene eliminata dai reni; tuttavia l'urea in eccesso si deposita nelle articolazioni e nei tendini. Una dieta iperlipidica rappresenta un sovraccarico metabolico: i grassi restano più a lungo nello stomaco. In generale gli alimenti di origine animale restano nello stomaco più di quelli di origine vegetale. Inoltre bisogna ricordare che la digestione comincia in bocca: una buona masticazione favorisce la digestione del cibo.

Panini con marmellata, formaggio e affettati; dolci, cioccolato e frutta secca (a piccole dosi); bevande calde (a temperatura corporea): the zuccherato o brodo. E' possibile sostituire lo zucchero con miele. In genere risulta inconveniente portare la frutta in grotta: si può ovviare con succhi di frutta, disponibili in minicartoni. Alternativamente è possibile portare bevande ricche di sali e vitamine.

Il fornello per il the dovrebbe far sempre parte del materiale al seguito.

L'assimilazione di liquidi troppo freddi può provocare disturbi digestivi (gastriti). Il caffè è sconsigliabile. Meglio fare più soste mangiando poco ogni volta (un panino e un pezzetto di dolce) bevendo qualcosa di caldo, piuttosto che una sola lunga sosta in cui si mangia tutto in una volta. Lo stomaco resta meno appesantito e l'assimilazione del cibo non contrasta la progressione. Un pasto leggero ci dà 600 - 800 Kcal. Non è tanto, e nemmeno lontanamente sufficiente a rimpiazzare le riserve energetiche che stiamo bruciando (per questo avremo tempo una volta usciti dalla grotta), ma serve ad allontanare il rischio di esaurire le nostre forze. Il nostro corpo ha 5000 Kcal di riserva che sono sufficienti per 7.5 ore di attività moderata. In speleologia l'attività è intercalata a frequenti periodi di recupero (breve pause, soste sotto o sopra i pozzi, attese dei compagni, ...) per cui si avranno abbastanza energie per 15 ore. Oltre tale limite bisogna reintegrare l'energia se non si vuole uscire sfiniti.

# 7 Geologia e Carsismo



Che cos'è o come si può definire il carsismo? Anzitutto qualche cenno etimologico: carsismo deriva dalla parola slovena *kras* che indica pietra, roccia, poiché questo è l'aspetto che balza immediatamente agli occhi a chi percorre un territorio carsico: un paesaggio piuttosto aspro, articolato, con molti affioramenti di roccia che si presentano in forme tormentate, spesso solcate da profonde fratture su cui agisce l'acqua corrosiva, accentuando le discontinuità originarie delle rocce, la loro eterogeneità.

Si può definire il carsismo come un processo di smantellamento chimico-fisico delle rocce, con

formazione di una struttura (interna alle rocce) ove avvengono fenomeni di trasferimento di materia (in sostanza acqua ed aria), dalla superficie terrestre nel sottosuolo e da lì di nuovo in superficie. Di conseguenza, non basta indicare la presenza di una corrosione superficiale o interna alla roccia per parlare di carsismo, bensì occorre pure specificare l'esistenza di un reticolo di vuoti ove vediamo la gerarchizzazione di flussi continui (l'acqua come elemento essenziale, ma pure aria e materiale solido, quali particelle rocciose e sostanze biologiche).

## 7.1 Rocce Sedimentarie

Sulla Terra distinguiamo tre grandi famiglie di rocce :

- rocce magmatiche
- rocce metamorfiche
- rocce sedimentarie

Le rocce sedimentarie sono le più interessanti per il carsismo. Con il termine di rocce sedimentarie si indicano tutte le rocce derivate dalla deposizione, accumulo e trasformazione di sedimenti incoerenti. Il sedimento rappresenta il prodotto della interazione di fattori fisico-chimici con i materiali preesistenti esposti alla superficie terrestre; in altre parole l'originaria roccia (magmatica o metamorfica o sedimentaria stessa) subisce una sorta di degradazione chimica e meccanica, con parte del materiale originario preso in carico da fluidi (acqua soprattutto, ma anche aria) che tendono poi a rilasciarlo e deporlo sotto altre forme e configurazioni. In seguito, si ha la compattazione e consolidamento tramite processi chimico-fisici (diagenesi).

Dato il tipo di processi coinvolti nei sedimenti, parliamo di tre grandi categorie:

- a) rocce clastiche generate dal trasporto meccanico di particelle delle più varie dimensioni;

Le Ere Geologiche				
Era	Periodo	Anni (milioni)		
Neozoico (Quaternario)	Olocene	0.01	Ominidi	
	Pleistocene	1.8		
Cenozoico (Terziario)	Pliocene	5.2		Orogenesi alpina
	Miocene	26	Erba	
	Oligocene	37-38	Scimmie antropomorfe	
	Eocene	53-54	Elefanti	
	Paleocene	65		
Mesozoico (Secondario)	Cretaceo	136	Piante con fiori Serpenti Mammiferi	
	Giurassico	190-195	Dinosauri Ammoniti Uccelli	Apertura Oceano Atlantico
	Triassico	225	Dinosauri Mammiferi Tartarughe Lucertole	
Paleozoico (Primario)	Permiano	280	Palme e conifere Rettili	
	Carbonifero	345	Piante Pesci Anfibi Insetti Rettili Ammoniti	Orogenesi Ercinica
	Devoniano	395		
	Siluriano	435-437	Anfibi	
	Ordoviciano	500	Pesci Cefalopodi Brachiopodi Briozoi Coralli. Vegetali	Orogenesi Caledoniana
	Cambriano	570	Trilobiti Spugne Vermi	
Archeozoico (Arcaico)	Algonchiano	...	Vermi Meduse	
	Archeano	4500	Batteri Alghe	

- b) rocce di costruzione organica;  
c) rocce di precipitazione chimica.

Rocce Clastiche		
Dimensione granuli	Cementate	Sciolte
> 2 mm	conglomerati breccie (ruditi)	ghiaie detriti
tra 2 mm e 1/16 mm	arenite	sabbia
< 1/16 mm	lutiti	argille
tra 62 e 4 micron	siltiti	fango

In A troviamo i conglomerati (derivati dall'accumulo di ghiaie), le arenarie (generate dalle sabbie), le peliti (accumulo di argille). I conglomerati e le arenarie possono essere carsificate se almeno parte dei minerali sono di tipo solubile (ad es. la calcite).

In B troviamo la categoria più importante per il carsismo in assoluto: le rocce carbonatiche, cioè quelle costituite da carbonati di calcio (i calcari) e di calcio e magnesio (le dolomie). Nel complesso, tali rocce sono legate all'azione di organismi marini che estraggono i carbonati dissolti nell'acqua (perlopiù marina) e li fissano in strutture scheletriche (ad esempio i coralli) che in seguito alla morte dell'organismo vengono trasformate in vere rocce.

In C troviamo le cosiddette evaporiti: rocce generate dalla concentrazione, saturazione e separazione di sali disciolti nelle acque. In questo caso il processo di formazione è esclusivamente chimico, legato al raggiungimento della soglia di saturazione dell'acqua che porta in soluzione tutti i sali, oltre la quale avviene la loro precipitazione. Tipiche rocce sono il salgemma (cloruro di sodio e sali affini- potassio, magnesio) e il gesso (solfato di calcio con acqua).

Entrambe queste due categorie (salgemma e gesso) sono soggette a forti fenomeni carsici, connessi con l'elevata solubilità di tali rocce.

## 7.2 Rocce carsificabili

### Calcari

La formazione delle rocce calcaree va dal Mesozoico (65-230 milioni d'anni) fino al Paleozoico (230-400 milioni d'anni). Sono rocce sedimentarie carbonatiche costituite per la maggior parte da carbonato di calcio, talora con altri componenti, ad esempio argille (si parla allora di *marne* o *calcari marnosi*), o sabbie quarzose (*calcari arenacei*), o silice in forma microcristallina (*calcari silicei*). Il carsismo si esplica perlopiù sui granelli di carbonato di calcio, cioè quelli più solubili in acqua acida.

Considerando i componenti granulari dei calcari, distinguiamo tre parti: i resti scheletrici (detti *bioclasti*) degli organismi che secernono carbonato di calcio; i granelli più fini, di origine anche qui organica - si parla di *matrice*; i cristalli di calcite generata dall'estrazione di carbonato di calcio dalle soluzioni saline che permeano la roccia - si chiama *cemento*.

In genere i calcari come aspetto si presentano molto compatti e densi; questa caratteristica è dovuta all'abbondantissimo cemento che in molti casi costituisce la maggioranza volumetrica del calcare stesso. Nel caso dei calcari la cementazione è il fattore essenziale che permette la trasformazione dall'originario sedimento sciolto (privo di qualsiasi coesione) in roccia compatta. Il processo di trasformazione viene detto *diagenesi* ed avviene dal momento stesso della deposizione dei grani di carbonato fino a

milioni di anni più tardi, quando il calcare è sepolto in profondità a temperature e pressioni elevate.

Cerchiamo adesso di riassumere l'evoluzione dei calcari: all'origine i sedimenti carbonatici sono ricchi di vuoti. La proprietà della roccia di possedere vuoti si chiama porosità. Questa porosità iniziale può aggirarsi sul 60-70%, in pratica un sedimento iniziale è più vuoto che pieno.

Lungo tutti questi vuoti l'acqua ricca di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) penetra in abbondanza, asportando localmente la calcite e ridepositandola sotto forma di cemento. Questo processo diagenetico trasforma il sedimento incoerente in compatta roccia calcarea che sarà poi soggetta a subire deformazioni nel momento della formazione delle montagne. In questa fase la roccia molto rigida può subire una forte fratturazione con discontinuità distribuite dappertutto. Queste discontinuità diventano pertanto vie preferenziali per tutte le acque che fluiscono nel sottosuolo. Lungo le discontinuità se l'acqua è ricca di CO<sub>2</sub>, avviene una dissoluzione del carbonato di calcio ed è allora che può iniziare il processo carsico.

### **Dolomie**

Sono rocce sedimentarie carbonatiche costituite da carbonato doppio di calcio e magnesio (minerale *dolomite*). La genesi di queste rocce è particolarmente complessa; noi, per questioni di semplicità distinguiamo esclusivamente due tipi di genesi:

dolomie deposte direttamente in origine, perlopiù in ambienti marini marginali a forte evaporazione (lagune, stagni in disseccamento, zone acquitrinose prospicienti aree desertiche)

dolomie derivanti da originali calcari per sostituzione dell'originaria calcite (sostituzione molecola per molecola) da parte di soluzioni acquose ricche in magnesio che percolano nei sedimenti che si vanno depositando al fondo di bacini marini, in condizioni di temperature e pressioni elevate

Molto spesso, i calcari si trasformano in dolomie pressoché pure, modificando la loro originaria configurazione intracristallina e tessiturale. La transizione da calcite a dolomite comporta la formazione di un minerale con struttura cristallina più compatta, fatto questo che si traduce in un aumento di densità.

Rispetto ai calcari le dolomie si contraddistinguono per una particolare tessitura, detta *saccaroide*, che significa simile a zucchero: in effetti le dolomie assomigliano ad accumuli di minuti cristallini di zucchero, con i cristalli ben formati ricchi di facce levigate che brillano di luce vitrea.

Rispetto ai calcari le dolomie risultano ancora più rigide per cui molto spesso tendono a frantumarsi in frammenti centimetrici alquanto angolosi (si parla di *microlitoni*).

A questo va aggiunto il fatto che le dolomie sono molto meno solubili rispetto ai calcari, per cui l'entità del carsismo è in genere trascurabile.

Esistono comunque eccezioni a questa regola, si presume legate all'azione di acque calde, termali ricche di CO<sub>2</sub>; l'effetto risultante è la formazione di grandi complessi ipogei lunghi molti Km (Grotta della Bigonda, in Val Sugana-Trentino, con oltre 17 Km di sviluppo).

Molto spesso le dolomie non sono isolate, ma associate a vicine sequenze di argille nere, ricche di carbonio organico e sostanze solforate liberate dalla putrefazione degli antichi organismi sepolti nelle argille dei fondali marini poco ossigenati. In questo caso lo zolfo preso in carico dall'acqua che percola nella roccia tende a combinarsi con altre sostanze generando composti corrosivi (idrogeno solforato, acido solfidrico, acido solforico). Un caso lombardo che sembra suggerire un meccanismo di questo tipo è offerto dalle cavità che si aprono appena sopra Tremezzo, sul Lago di Como. Queste grotte occupano un'intera dorsale rocciosa costituita da dolomie ascritte alla cosiddetta formazione della Dolomia Principale, vecchia di ca. 220 milioni di anni. Poco a Nord di questa dorsale

affiora una spessa successione di argille nere fetide (formazione delle Argille di Riva di Solto) che sicuramente contengono materiale sulfureo.

Un metodo abbastanza sicuro per distinguere la dolomia dal calcare è affidato al semplice riconoscimento chimico; basta avere con sé una boccetta contenente una soluzione acquosa molto diluita di *acido cloridrico* (HCl al 5%). In questo caso il calcare, al contatto di poche gocce di HCl, produce una spiccata effervescenza legata alla liberazione di anidride carbonica; la dolomia, al contrario, non produce tale effetto.

### Gessi

Rocce sedimentarie evaporitiche composte essenzialmente da *solfo di calcio*, con o senza acqua (minerali rispettivamente gesso o anidride). Rispetto alle rocce carbonatiche quelle gessose sono molto meno abbondanti, per quanto diffuse. Sono caratterizzate da aspetto generalmente macrocristallino (grandi cristalli dalle facce a lucentezza vitrea) e si presentano in livelli di spessore variabile, quasi mai puri, ma associati ad intercalazioni di argille, depositate in origine in zone a forte evaporazione, spesso sul fondo di lagune o stagni in via di disseccamento.



La caratteristica carsica più importante dei gessi è la loro solubilità, molto più marcata che nei carbonati. Di conseguenza ogni affioramento gessoso od anidritico è soggetto a fenomeni di dissoluzione molto spinti, con la formazione di morfologie molto tormentate. Le rocce gessose sono molto fragili e durante i processi naturali che generano le catene montuose sono utilizzate come materiale plastico su cui possono scorrere ingentissime masse

rocciose; questo fatto spiega l'intensissima fratturazione dei gessi nelle catene montuose; l'Italia non fa certo eccezione a questo proposito, con la formazione di carsi discontinui, talora molto limitati arealmente (ad esempio nel settore alpino).

Un esempio caratteristico è la cosiddetta Vena del Gesso estesa per parecchi Km nella zona di raccordo tra l'Appennino Emiliano e la Pianura Padana; qui si concentrano tutte le cavità in gessi più estese d'Italia. Citiamo il Complesso della Spinola, alle porte di Bologna, con ca. 10 Km di sviluppo.

### Salgemma

Roccia sedimentaria evaporitica che, come nel caso del gesso, appare in natura con un aspetto particolare che ricorda molto il ghiaccio: un ammasso omogeneo di cristallini vitrei, ammasso talora solcato da striature grigie od ocracee che rappresentano originari livelletti di argille intercalati nella massa salina in via di accumulo.

Una caratteristica particolare del salgemma è il suo basso peso specifico, rispetto alla maggioranza delle altre rocce. A mano a mano che gli accumuli di salgemma vengono seppelliti nel profondo del sottosuolo, cresce il contrasto di densità tra il sale ed i sedimenti circostanti, per cui si innescano delle spinte di galleggiamento. Si arriva pertanto ad una profondità tale per cui il salgemma tende ad invertire il seppellimento e cerca di risalire, perforando la coltre dei sedimenti estranei depositati sopra il sale.

Si originano in tal modo delle strutture particolari dette *diapiri* (dal greco antico: *diapairo* perforo) di forma colonnare od addirittura fungiforme, con dimensioni molto variabili, ma in genere dell'ordine di alcuni Km. Nel momento in cui tali diapiri affiorano in superficie, il sale, per via della sua estrema solubilità è sottoposto ad intensi fenomeni carsici. Come si può facilmente immaginare la coltre salina, sottoposta ad abbondanti precipitazioni,

tenderebbe ad essere smantellata in breve tempo; di conseguenza i carsi salini evolvono in tempi brevi e possono conservarsi solo in zone a clima arido.

Esempi tipici di carsi salini sono presenti nei paesi del Maghreb, in Iran, Israele. Alcune grandi cavità in sale sono state individuate in Romania. Per quanto riguarda l'Italia l'unica cavità salina conosciuta si apre all'interno di una miniera di salgemma in Sicilia (area di Caltanissetta).

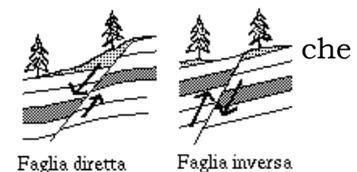
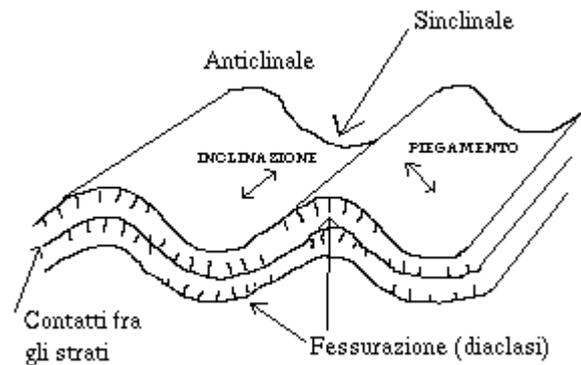
## 7.3 Speleogenesi

### Stratificazione delle rocce

Le rocce sedimentarie sono caratterizzate da una netta stratificazione dovuta alle variazioni delle condizioni di deposizione dei sedimenti. I contatti fra gli strati formano giunti di stratificazione, spesso ricchi di argilla e silicati, disomogenei rispetto alla massa compatta degli strati. Questi formano dei limiti più o meno permeabili.

Durante l'emersione le rocce sono soggette a forti pressioni litostatiche e subiscono piegamenti e flessioni inducono rotture nella roccia:

diaclassi e fessure, che interessano un solo giunto di strato fratture, coinvolgenti più giunti faglie, se si ha anche spostamento relativo delle due parti



I piegamenti delle rocce possono presentare diverse forme di cui la più comune è l'ondulazione degli strati. Si chiamano anticlinali le creste e sinclinali gli avvallamenti. Il fenomeno del piegamento permette di comprendere la fessurazione della roccia: nelle anticlinali la roccia risulta stirata nella parte alta, mentre nelle sinclinali lo è nella parte bassa.

### Fattori speleogenetici:

Lo studio dello sviluppo delle grotte richiede di essere affrontato da diversi punti di vista: come geologia delle cavità (morfologia), come idrologia carsica (acquiferi e bacini di drenaggio), e dal punto di vista chimico (dissoluzione) e della meccanica dei fluidi (trasporto).

I principali fattori speleogenetici sono:

#### Litologia

I fattori litologici che determinano la dissoluzione della roccia sono *Natura della roccia*, sua solubilità. Gesso e salgemma sono molto solubili, mentre il calcare è debolmente solubile.

*Struttura della roccia*: porosità e fessurazione. La porosità interviene ad aumentare la superficie di roccia attaccabile dall'acqua.

*Grado di cristallizzazione*. Piccoli cristalli sono più facilmente attaccabili di grossi cristalli.

*Presenza di impurità*. Il calcare risulta carsificabile anche con impurità (argillose) fino al 20-30%. Oltre il 35% i depositi bloccano i protovuoti che si formano inibendo la carsificazione.

### Stratigrafia

Le cavità si sviluppano a partire da fessurazioni presenti nella roccia (giunti di strato, diaclasi). Queste si formano in seguito a compressioni, distensioni, e flessioni della roccia. La disposizione stratigrafica delle rocce determina la formazione di discontinuità (giunti di strato) e fratture che sono punti preferenziali per l'evoluzione di cavità.

L'intensità della fratturazione influenza il tipo di cavità che si viene a formare, determinandone uno sviluppo lungo fratture preferenziali (debole fratturazione) oppure uno sviluppo governato dal carico idraulico (intensa fratturazione).

Per formarsi le grotte gli strati devono essere medi o spessi, altrimenti la dissoluzione è troppo dispersa.

La penetrazione dell'acqua è facilitata nei contatti calcare-argilloscisto e ancor più nei contatti calcare-arenaria, a causa di effetti diagenetici e scorrimenti differenziali. Perciò si possono formare grotte anche in banchi di calcare di limitata potenza, o in situazioni di alternanza con strati non carsificabili.

### Idrologia

L'assetto idromorfologico (idrografia superficiale) condiziona lo sviluppo di cavità determinando il tipo e i punti di raccolta delle acque. La morfologia e l'idrologia esterne sono intercorrelate: l'una influenza l'altra in quanto l'idrologia determina l'erosione e la morfologia determina l'idrologia.

L'assorbimento influenza la tipologia delle cavità. Un assorbimento concentrato (in inghiottitoi) comporta un flusso concentrato in pochi grandi condotti. Si tratta di un sistema "lineare" con un condotto principale, ed eventualmente condotti secondari di smaltimento delle piene (vie anastomizzate).

Un assorbimento diffuso (dendritico) è tipico di un sistema con molti piccoli condotti che alimentano vie sotterranee sempre più grandi. Si può avere anche alimentazione indiretta in cui le acque di precipitazione passano attraverso rocce non carsificabili che le rilasciano in maniera graduale alle rocce sottostanti. Si forma allora un sistema labirintico.

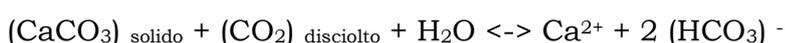
### Fattori meccanici

Le rocce hanno una determinata resistenza alla pressione: oltre un certo valore si fratturano. Questo valore è tanto più elevato quanto più la roccia è elastica. Il calcare (alla scala delle cavità) risulta avere comportamento elastico, mentre altre rocce (scisti, argille) hanno un comportamento plastico. La resistenza inoltre è maggiore per compressioni isotrope (cioè uguali da ogni direzione, com'è il caso all'interno della massa rocciosa di un massiccio) che per compressioni con una direzione preferenziale (come succede vicino alle pareti delle cavità). La pressione all'interno di un massiccio cresce con la profondità in maniera idrostatica, anche se ci sono anisotropie dovute alla stratigrafia (sovrapposizione di strati di natura differente), fessurazione, fattori morfologici (altezza del rilievo), e sforzi residui di natura tettonica.

Alle pareti della cavità le condizioni meccaniche sono diverse: non c'è la pressione dall'interno della cavità (che è vuota), la pressione esterna è controbilanciata da una compressione laterale. Ne risulta un limite di "vuoto meccanico", che in genere non coincide con le pareti della grotta, ma c'è una zona decompressa circondante la cavità. In questa zona la roccia non è sottoposta a compressione e quindi le fessure sono allargate favorendo la circolazione dell'acqua e l'accrescimento della cavità.

### Azione chimica dell'acqua

L'acqua può dissolvere la roccia. Questa sua qualità (aggressività) dipende dalla quantità di sali e dalla quantità di anidride carbonica disciolta (che la rende acida). Per corrodere la roccia l'acqua non deve essere satura. La dissoluzione della roccia è regolata essenzialmente dalla seguente reazione chimica:



Perciò quanta più anidride carbonica è disciolta tanto più la reazione procede verso destra e si ha dissoluzione della roccia. La percentuale di anidride carbonica disciolta dipende dalla sua pressione parziale nell'aria. All'esterno questa è molto bassa (0.03%). L'acqua di percolazione che attraversa un suolo vegetale (in cui la percentuale di anidride carbonica arriva al 7 - 10%) si carica di CO<sub>2</sub> diventando fortemente aggressiva.

#### Azione meccanica dell'acqua

La circolazione dell'acqua dipende dalle dimensioni dei vuoti (v. tabella sotto): avviene in regime turbolento se il condotto è largo (almeno dell'ordine dei centimetri, ma dipende anche dalla velocità dell'acqua), quindi con elevata velocità e miscelazione dell'acqua, in regime laminare se invece è piccolo (fessure), dove le velocità sono inferiori e la miscelazione è praticamente assente. I tempi di svuotamento dopo una piena delle gallerie sono dell'ordine dei giorni (o ore), quelli delle fessure sono settimane (o mesi).

Definizione dei vuoti	
intergranulari	0.001 - 0.1 mm
fratture	0.1 - 10 mm
fessure	10 - 100 mm
condotti	0.1 - 10 m

L'azione fisica dell'acqua dipende dalla sua velocità e dalla quantità e tipologia dei grani di sabbia, roccia e detriti trasportati dall'acqua, che agiscono come agenti abrasivi.

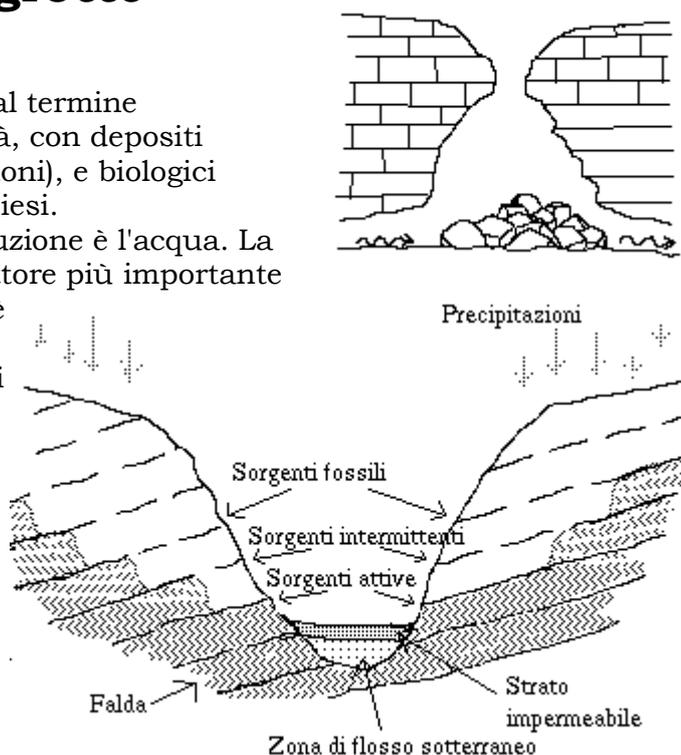
#### Ruolo dei riempimenti

In genere l'argilla presente nelle cavità è trasportata dalle zone di alimentazione e deriva dall'alterazione dei terreni. Il riempimento protegge la roccia sul fondo dall'azione dell'acqua. Le gallerie paragenetiche si formano con flussi lenti (velocità inferiore a 10 cm/sec) e sedimentazione continua. Il fondo della galleria continua a crescere mentre l'acqua corrode la volta. La galleria cresce verso l'alto.

## 7.4 Formazione delle grotte

La formazione delle cavità è descritta dal termine speleogenesi. Il riempimento delle cavità, con depositi meccanici (sedimenti), chimici (concrezioni), e biologici (guano) è descritto col termine speleopoiesi.

Il principale agente carsogeno di dissoluzione è l'acqua. La quantità di precipitazione annua è il fattore più importante che determina il *tasso di ablazione*, cioè quanta roccia viene corrosa l'anno (si misura in m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>anno). La presenza di vegetazione è un essenziale catalizzatore della dissoluzione in quanto l'acqua può sciogliere il calcare solo se è ricca di anidride carbonica. Un terzo elemento essenziale per la formazione di grotte è la presenza del rilievo. L'acqua deve avere sufficiente energia per drenare i residui della dissoluzione.



La deformazione delle rocce carbonatiche compatte e rigide provoca la formazione di un fitto reticolo di microfratture che rendono la massa rocciosa permeabile. Anche se di dimensioni microscopiche il loro volume è grande ed esse costituiscono il serbatoio idrico di un massiccio carsico. L'acqua circolando fra le fratture dissolve la roccia e le allarga. A questo punto si innesca un processo di selezione, per cui l'acqua tende a scorrere nelle fratture più grandi favorendone l'ulteriore allargamento. In tal modo si creano i condotti (gallerie).

L'evoluzione di un sistema carsico è un problema molto complesso. Dal punto di vista idrico un sistema carsico si trova in una condizione di quasi-equilibrio con le zone circostanti (valli alluvionali, laghi, mare). Il livello di base può salire o scendere a seconda dell'evoluzione geologica del sistema (emersione del massiccio, erosione), e del clima generale. La rete dei condotti di un sistema carsico può presentare dunque vari livelli di sviluppo, corrispondenti a differenti fasi della evoluzione della roccia. I livelli più elevati sono in genere livelli fossili, più antichi e meno interessati dal flusso attuale, quelli più profondi, più recenti e allagati. Però può anche avvenire un riempimento con depositi dei livelli profondi con un ringiovanimento di antichi livelli superiori, o uno sviluppo di livelli superiori.

Le morfologie delle diverse zone di un sistema sono:

zone di assorbimento. In questa zona la roccia risulta decompressa, con fessure aperte. L'acqua presente è ricca di CO<sub>2</sub>, quindi la dissoluzione è intensa, lo scorrimento prevalentemente verticale, attraverso molte fratture e piccoli condotti. Questa zona può accumulare molta acqua tamponando le precipitazioni violente.

zona di trasferimento verticale; con pozzi a campana, erosi e scavati (scallops e marmitte) dall'acqua. I pozzi sono spesso collegati da meandri. I condotti fossili sono ingombri di depositi (argilla, sabbia, ghiaia) e concrezioni. Possono esserci anche frane.

zona di trasferimento orizzontale aerato (vadoso); generata probabilmente dall'alternò regime di piene per erosione meccanica ed idraulica. Le gallerie in cui l'acqua scorre a pelo libero sono più alte che larghe, con la parte superiore più grossa (generatasi in regime di conduzione forzata). Possono presentare scallops sulle pareti (le dimensioni degli scallops sono inversamente proporzionali alla velocità dell'acqua)

zone allagata permanentemente (freatico, dal greco *frear*, pozzo); anche in questa zona l'acqua può essere corrosiva, o perché arriva non satura di calcite o perché le condizioni fisiche (temperature e pressione) cambiano. I condotti allagati (condotte forzate) sono pressoché cilindrici.

zona epifreatica; è la regione intermedia fra la zona freatica e quella vadosa. Corrisponde alle oscillazioni del livello dell'acqua nella falda dovute all'alternarsi dell'apporto idrico con periodi di piena e magra. È pertanto alternativamente allagata o libera dall'acqua, ed è caratterizzata da una forte dissoluzione chimica ed erosione meccanica.

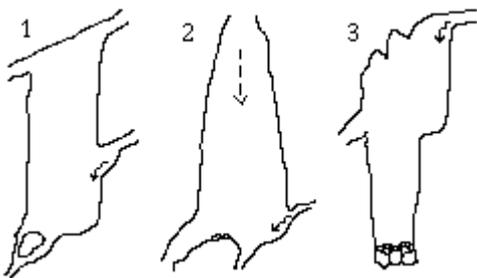
Nelle regioni carsiche coperte di doline l'acqua penetra lentamente e dissolve la roccia superficiale. Quindi arriva nella zone di trasferimento verticale ricca di carbonati e deposita molte concrezioni quando la CO<sub>2</sub> lascia la soluzione al contatto con l'aria. Nell'erosione in regime freatico le condotte sono completamente allagate, e la dissoluzione ha luogo su tutta la superficie del condotto. La crescita della galleria avviene in modo uniforme, con differenziamenti dovuti solo a disomogeneità della roccia (per esempio, giunti di strato). Pertanto la condotta tende ad assumere una forma rotondeggiante o ellissoidale.

Nell'erosione di tipo vadoso l'acqua scorre nella parte bassa della galleria e ne produce un continuo approfondimento, e la galleria assume una forma approfondita, con una sezione verticale più o meno regolare a seconda delle disomogeneità della roccia.

La zona epifreatica è particolarmente importante per la formazione di grossi condotti. Essa viene sommersa in occasione di piene in cui l'apporto di acqua non riesce ad essere smaltito dai condotti della falda sottostante. Queste acque contengono pochi sali disciolti poiché hanno attraversato il sistema velocemente, e sono quindi molto aggressive e

dissolvono la roccia per dissoluzione chimica. A tutto ciò si deve aggiungere l'effetto di erosione meccanica dovuto alle particelle trasportate dall'acqua in sospensione. I residui della dissoluzione della roccia calcarea variano a secondo del grado di purezza della roccia. In genere costituiscono il 2 - 5 % in volume della roccia originaria (e non sono sufficienti ad ostruire le cavità formatesi). Possono essere di varia natura; per ordine d'importanza si hanno residui argillosi (argille più o meno ricche di ferro), silicati (di alluminio), gessi, fosfati, feldspati, ed altri minerali.

## 7.5 Morfologia delle cavità



Le forme morfologiche delle grotte comprendono pozzi (vuoti ad andamento essenzialmente verticale) e gallerie (cavità ad andamento perlopiù orizzontale o suborizzontale).

I **pozzi** possono essere classificati per tipologia: *pozzi a cascata*; si formano quando l'acqua si approfondisce lungo una discontinuità subverticale. Hanno una morfologia tipicamente a campana.

*fusoidi*; si formano per dissoluzione inversa, per miscela

di acque e successivi crolli.

*pozzi misti*; presentano morfologie intermedie. Si formano per evoluzione da fusoidi a pozzo cascata per cattura di corsi d'acqua sovrastanti, oppure per dissoluzione inversa a partire da un pozzo cascata.



Le **gallerie** sono riconducibili a varie differenti morfologie.

*galleria di interstrato*; hanno sezione angusta, generalmente rettangolare o trapezoidale. Il pavimento è frequentemente costituito da letti di selce. Quando sono molto basse sono chiamate laminatoi.

*gallerie freatiche*; hanno sezione circolare o ellittica con diametro da decine di centimetri ad alcuni metri. Sono raramente parallele alla stratificazione.

*gallerie a buco di serratura*; nella parte alte si riconosce la primitiva condotta freatica. Il successivo approfondimento avviene in regime vadoso. Sono larghe da pochi centimetri a qualche metro, e alte da pochi decimetri a centinaia di metri.

*gallerie a marmitta*; caratterizzate da bruschi ed irregolari cambi di sezione con frequenti marmitte.

*forre e meandri*; gallerie molto alte, con pareti verticali e parallele. Formatesi presumibilmente in condizioni vadose.

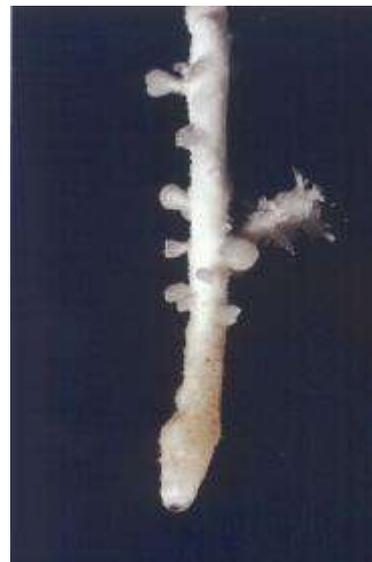
*gallerie e sale di crollo*; sono molto ampie, e presentano nicchie di distacco sulle pareti e sul soffitto, con superfici nette e non lavorate dall'acqua. Il pavimento è ingombro di massi di crollo e la volta è ad arco.

Le sale di sfondamento sono dovute al crollo della volta dove la corrente d'acqua ha allargato notevolmente il condotto forzato intorno ad un contatto di strati. Il profilo della volta assume una forma cupola caratteristica dell'equilibrio degli sforzi meccanici.

## 7.6 Concrezioni

Le concrezioni sono formazioni calcaree che forma il carbonato di calcio  $\text{CaCO}_3$  in soluzione depositandosi, generalmente nella forma cristallina di *calcite*. Ci sono molteplici tipologie di queste formazioni: stalattiti, stalagmiti, colonne, drappaggi, cristalli, vasche, gurs, pisoliti, eccentriche, etc.

Dal punto di vista chimico si formano tutte allo stesso modo. L'acqua che circola nelle microfessure e porosità della roccia contiene disciolti numerosi sali, e principalmente bicarbonato di calcio,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Quando l'acqua fuoriesce dalla fessura si viene a trovare in condizioni fisiche di minor pressione della  $\text{CO}_2$ , che quindi sfugge alla soluzione diffondendo nell'aria e provocando la precipitazione del bicarbonato di calcio che si trasforma in carbonato:

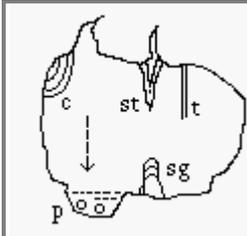
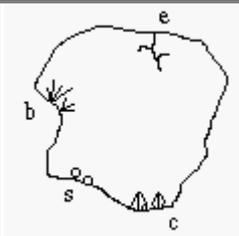
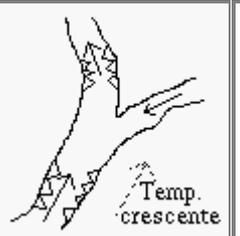


Il carbonato di calcio è insolubile e precipita, cioè si deposita assumendo svariate forme a seconda delle condizioni in cui avviene la deposizione, e generando così le concrezioni. Il carbonato di calcio puro è bianco, ed infatti esistono concrezioni bianchissime. Spesso però le concrezioni contengono altri sali che danno caratteristiche colorazioni, come da tabella sottostante. La presenza di impurità minerali non è la sola causa della colorazione delle concrezioni. Altre cause secondarie sono la struttura del reticolo cristallino (grossi cristalli tendono ad essere più colorati dei microcristalli) e la presenza di materiali e/o contaminanti organici.

Le concrezioni crescono molto lentamente. La velocità di crescita è molto variabile e dipende da molteplici fattori: quantità d'acqua, grado di saturazione, meccanismo genetico (le tubolari si accrescono più velocemente dei crostoni) clima e morfologia del sistema carsico. In genere la crescita varia da pochi micron/anno (0.02 mm/anno) a frazioni di millimetro (0.2) in condizioni normali. Nelle grotte termali si registrano crescite molto maggiori, fino a 100 mm/anno.

Ferro	giallo/rosso bruno, marrone
Manganese	blue/grigio, nero
Piombo	grigio
Rame	verde/blue
Nichel	giallo scuro (calcite) verde chiaro (aragonite)
Zinco	rosso, marrone, nero
Argilla	marrone

Le concrezioni si formano sia in ambiente vadoso che in ambiente freatico. La crescita di vari tipi di concrezione dipende dalle condizioni di formazione e dal meccanismo di deposizione.

	Vadoso		Freatico	
				
concrezioni	c = cortine st = stalattiti sg = stalagmiti t = tubolari p = pisoliti	b = baffi e = eccentriche s = sferuliche c = cristalli	c = cristalli	c = crostoni g = gluteiformi
meccanismo di crescita principale	nucleazione	accrescimento	accrescimento	nucleazione
causa della deposizione	diffusione CO <sub>2</sub>	evaporazione	variazione temperatura	diminuzione solubilità e diffusione CO <sub>2</sub>
velocità di crescita	rapida	lenta	molto lenta	lenta
tipo	concrezionamento	crsitalizzazione	crsitalizzazione	concrezionamento

### 7.6.1 Stalattiti e Stalagmiti

L'acqua che esce a soffitto forma una goccia che resta appesa (per le forze di coesione e adesione) fino a che non raggiunge una dimensione sufficiente affinché la gravità ne provochi il distacco. Durante questo tempo si può avere uno squilibrio della CO<sub>2</sub> fra la goccia e l'aria, cosicché l'anidride carbonica diffonde nell'aria. Si deposita allora del calcare lungo il cerchio di contatto fra la goccia e la roccia (a causa della tensione superficiale), formando un anello di calcare.

La *stalattite* cresce accumulando ulteriore calcare su questo anello e formando così un tubicino (dal diametro di 5-10 mm). Il tubo si sviluppa verso il basso alimentato internamente. L'evoluzione della concrezione dipende dall'intensità del flusso d'acqua.

Si possono formare *stalattiti* finissime lunghe alcuni metri (dette *capelli d'angelo* o tubolari). Se il tubo viene invece otturato, per esempio da sostanze solide trasportate dall'acqua, l'alimentazione prosegue verso l'esterno, nella forma di un velo che ricopre la concrezione e il calcare si deposita sulla superficie esterna, formando una concrezione di forma conica. Quando l'acqua scivola lungo le pareti inclinate prima di staccarsi si formano i *drappeggi* (detti anche cortine, o vele), molto spesso con bande e colori diversi.

Le *stalagmiti* sono formate dalle gocce che cadono al suolo e, ancora sovrassature, depositano il calcare presso il punto di caduta (con intensità decrescente in modo radiale). Si forma così una deposizione arrotondata a cupola su cui poi cresce la stalagmite per deposizione di successivi strati emisferici. Vista in sezione una stalagmite presenta anelli



concentrici di spessore decrescente con il raggio. In queste condizioni tutto il soluto si deposita sulla superficie a cupola della stalagmite con spessore uniforme, formandosi così una successione di cupole una sopra l'altra.

Le stalagmiti hanno una forma arrotondata, più tozza rispetto alle stalattiti. Non essendo limitate dalla gravità arrivano a dimensione enormi, fino a 60-70 metri di altezza.

Si forma una *colonna* quando una stalagmite e una stalattite in corrispondenza si congiungono. In tal caso si ha una concrezione che va dal soffitto fino a terra, solitamente più stretta verso la metà e allargata alle estremità. Le *colate* sono strati di calcare depositato lungo le pareti da veli d'acqua. Anch'esse non sono limitate dalla gravità e possono raggiungere dimensioni impressionanti.

### 7.6.2 Eccentriche

Le *eccentriche* sono concrezioni che si sviluppano in tutte le direzioni. Solitamente hanno un diametro molto piccolo (1-5 mm, fino ad un centimetro) e sono lunghe da pochi centimetri fino a qualche decimetro.

Possono essere costituite da calcite o (più raramente) da aragonite (aragonite coralloide). Sono concrezioni monocristalline il cui sviluppo è apparentemente non influenzato dalla gravità.

Il principale fattore di formazione delle eccentriche e delle stalattiti in generale è la portata d'acqua. Se è elevata si ha gocciolamento e si forma una normale stalattite. Il rapporto lunghezza/diametro cresce al diminuire della portata; ad elevate portate si ha alimentazione per ruscellamento esterno e la forma da cilindrica diventa conica. Con portate ridotte (2 - 5 cm<sup>3</sup>/h) si forma una *tubolare* con un canale di 2 - 6 mm. A portate ancor più ridotte il canale ha un diametro di 1 - 2 mm, diventa sinuoso, ma la crescita è ancora geotropa. La concrezione diviene eccentrica quando la portata scende a frazioni di cm<sup>3</sup>/giorno. L'acqua si diffonde per capillarità dall'orifizio del canale sulla superficie dell'eccentrica dove evapora. La portata è di (0.03 cm<sup>3</sup>/h).



### 7.6.3 Concrezioni coralloidi

Le concrezioni coralloidi sono globuli, pallini più o meno sferici, di diametro variabile da qualche mm ad un paio di cm. Sono saldate al supporto (parete o altra concrezione) da un sottile gambo. Generalmente sono unite a formare grappoli. Si formano quando particelle (microcristalli) di calcite sono portate in sospensione e si depositano sul supporto. Se la superficie del supporto non è uniforme, dato il moto casuale delle particelle, queste hanno maggior probabilità di depositarsi sulle piccole irregolarità più esterne, che si accrescono quindi più facilmente rispetto al



resto della superficie. Si generano così delle protuberanze che hanno sempre più maggior probabilità di catturare le particelle, accrescendosi anche nelle direzioni laterali. In tal modo si creano i globuli delle concrezioni, tramite successivo deposito di calcite. Gli andamenti stagionali sono rispecchiati nella struttura laminare dei globuli. Quando i globuli diventano abbastanza grossi, possono a loro volta divenire centri di crescita di nuovi globuli, originati da irregolarità sulla superficie dei primi. Si formano così i grappoli.

### 7.6.4 Cristalli di calcite

Cristalli di calcite si formano in vaschette o in crevasses ("grosse" spaccature nella roccia) per aggregazione di molecole. Perchè ciò avvenga la soluzione deve essere in equilibrio meccanico.

Il carbonato di calcio si deposita sotto forma di *cristalli* nei laghetti di grotta. Questi cristalli possono raggiungere anche notevoli dimensioni (fino a una decina di cm). In particolare, la deposizione avviene sul bordo dei laghetti, formando i *crostoni* (o *marciapiedi*) che segnano il livello idrico attuale o antico.

### 7.6.5 Pisoliti

Le pisoliti, o perle di grotta, sono concrezioni, di forma normalmente sferica, che si originano in vaschette con acqua in movimento. Si formano per accrescimento attorno ad un nucleo solido, per esempio un granello di sabbia o un frammento di roccia.

Si formano solamente in acque notevolmente sovrassature.

### 7.6.6 Latte di monte (mondmilch)

Il mondmilch, o latte di monte, è un agglomerato di sostanze microcristalline che, impregnato d'acqua, si presenta soffice e plastico. Seccando assume un aspetto polveroso.

Si forma prevalentemente in ambiente subaereo per precipitazione da acque sovrassature, in condizioni tali che i germi di cristallizzazione restano disordinati senza sviluppare cristalli.

### 7.6.7 Aragonite

Il carbonato di calcio precipita anche in una seconda forma cristallina, l'*aragonite* (sistema ortorombico, mentre la calcite è trigonale). Questa forma cristalli molto sottili e allungati, come spine, di colore spesso bianco. Possono formarsi sulla roccia nuda o su concrezioni di calcite.

La formazione di aragonite, solitamente meno stabile della calcite, è favorita in grotta per tre fattori: presenza di ioni Mg, grado di sovrassaturazione dell'acqua e velocità di precipitazione, pressione parziale della CO<sub>2</sub> nell'aria

Lo ione Mg è determinante: quando il rapporto Mg/Ca arriva a 0.4 l'aragonite comincia a formarsi. Essa diviene preponderante quando il rapporto è 2.9, e praticamente unica oltre 4.4. Il magnesio è presente nella dolomia, e/o come componente nei calcari dolomitici. Esso non favorisce l'aragonite, piuttosto inibisce la crescita di cristalli di calcite.



### 7.6.8 Concrezioni di gesso

Il solfato di calcio esiste in natura in forma anidra o in forma idrata CaSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O (gesso), molto più voluminosa.

Il solfato di calcio ha una solubilità massima a 37°C. Nelle grotte la temperatura è solitamente inferiore, per cui (in genere) la solubilità cresce con la temperatura. I cristalli

di gesso si accrescono in forma di prisma monoclino. Si formano principalmente per raffreddamento ed evaporazione di soluzioni sature. L'acqua di infiltrazione passando attraverso terreni ricchi di gesso si arricchisce di solfato di calcio. Quando arriva nelle gallerie aerate e asciutte evapora e deposita cristalli di gesso.

Altre forme di cristalli di gesso sono le concrezioni filiformi, lunghe fibre isolate o raggruppate che crescono su pareti o altre concrezioni.

Molto notevoli per bellezza sono i fiori di gesso che crescono su pareti a partire dalla base per evaporazione di acqua che affluisce attraverso piccoli fori della roccia.



# 8 BIOSPELEOLOGIA



Foto 1 - Diverse specie di lepidotteri si rifugiano nelle caverne al sopraggiungere dei primi freddi. Da notare il perfetto mimetismo delle due farfalle bianche.

## Introduzione

La biospeleologia è una disciplina scientifica che si interessa dello studio delle forme di vita presenti in ambienti ipogei. Gli ingressi delle grotte hanno da sempre costituito riparo per animali come l'orso, il tasso, la volpe e, non ultimo, l'uomo primitivo. Col passare del tempo l'uomo ha abbandonato le grotte lasciandole in balia di leggende fantastiche che le associavano al mondo degli inferi e le consideravano abitate da creature infernali, streghe e draghi.

A rafforzare tali credenze contribuivano i rinvenimenti, in alcune risorgenze della Slovenia e del Carso Triestino, di esemplari di proteo (un anfibio che vive nelle acque delle grotte carsiche) che a causa del loro aspetto venivano considerati stadi giovanili di draghi.

L'approccio scientifico allo studio della vita nelle grotte è iniziato nel 1831 quando venne scoperto e studiato nelle grotte di Postumia, da parte del Conte di Hochenwart, il primo coleottero ipogeo (*Leptodirus hochenwarti*).

Col passare degli anni si sono susseguite sempre più numerose scoperte di abitanti di grotte e nel 1904 venne creato il termine "biospeleologia" da parte del francese Virè. L'ambiente ipogeo merita di essere studiato, oltre che dal punto di vista geologico e strutturale, anche da quello biologico; infatti la grotta è la sede di ecosistemi peculiari la cui biocenosi, sottoposta alla pressione selettiva dei fattori ambientali ipogei, si è evoluta sviluppando particolari adattamenti morfofisiologici. L'evoluzione, la fisiologia, l'ecologia, la sistematica e la biogeografia dell'insieme faunistico ipogeo sono i principali cardini della moderna biospeleologia.

## 8.1 Gli inquilini delle grotte

*Perché alcune specie hanno deciso di vivere in ambienti inospitali, freddi, umidi e bui?*

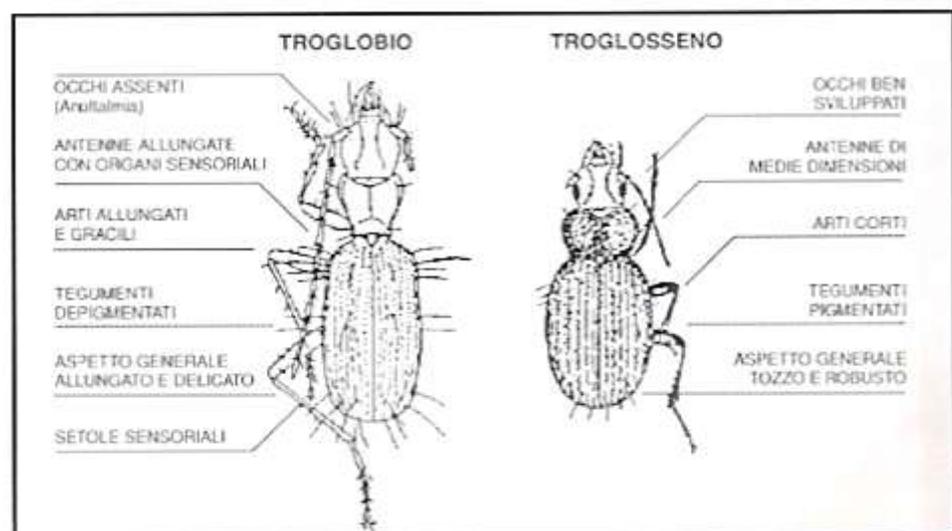
Ad una prima analisi le grotte possono sembrare ambienti ostili alla vita ma, nonostante la scarsità di risorse alimentari, sono caratterizzate da temperatura e umidità pressoché costanti e assenza di luce, condizioni ambientali che le rendono un habitat ideale per la sopravvivenza di particolari comunità animali.

Le origini filogenetiche degli attuali abitanti delle grotte di zone temperate quali l'Italia sono da ricercare in progenitori che vivevano in ambienti con scarse variazioni climatiche, alla base di fitte foreste o nelle vicinanze di ghiacciai ove trovavano soddisfatte le loro esigenze ambientali: alta umidità e temperature basse (stenobi). Alla fine dei periodi glaciali, questi organismi, soprattutto artropodi quali insetti, aracnidi, miriapodi e crostacei, esposti a condizioni ambientali ormai sfavorevoli, hanno trovato rifugio nelle cavità che presentavano valori di temperatura e di umidità simili a quelle degli ambienti in cui si erano evoluti.

*Come si sono adattati gli animali alla vita ipogea?*

Col passare dei millenni questi esseri sono andati incontro ad un processo di selezione naturale, adattandosi al nuovo ambiente tramite trasformazioni morfologiche e fisiologiche più o meno marcate, in relazione al livello di specializzazione raggiunto. Esaminando ad esempio due insetti derivanti dallo stesso progenitore genetico, uno proveniente dall'ambiente esterno e l'altro adattato all'ambiente ipogeo (Disegno 1), notiamo subito che quello cavernicolo è depigmentato, sprovvisto di organi visivi ma dotato di antenne e di organi di tatto molto più sviluppati del secondo. Mentre negli insetti epigei i pigmenti sono una indispensabile protezione contro i raggi solari, in quelli cavernicoli la depigmentazione equivale al risparmio di energia metabolica riutilizzata per la formazione di altri organi sensitivi. Anche l'assenza di organi visivi (anoftalmia) è giustificata dalla mancanza di luce che rende inutile la presenza degli occhi. L'evoluzione ha premiato gli animali che hanno saputo utilizzare le loro risorse energetiche per lo sviluppo di strutture necessarie alla vita ipogea, lasciando regredire quelle inutili. A conferma di tale ipotesi si può constatare che, nelle grotte dove le risorse trofiche sono più scarse, è maggiore la presenza di forme più specializzate nelle quali i caratteri non necessari sono regrediti.

Disegno 1 -  
Confronto tra  
organismi ipogeo ed  
epigeo derivanti dallo  
stesso progenitore  
genetico  
(da *Note di  
Biospeleologia di G.  
Comotti*).



Gli esseri viventi "cavernicoli" vengono suddivisi, in base al livello di adattamento conseguito, in tre distinte categorie biospeleologiche:

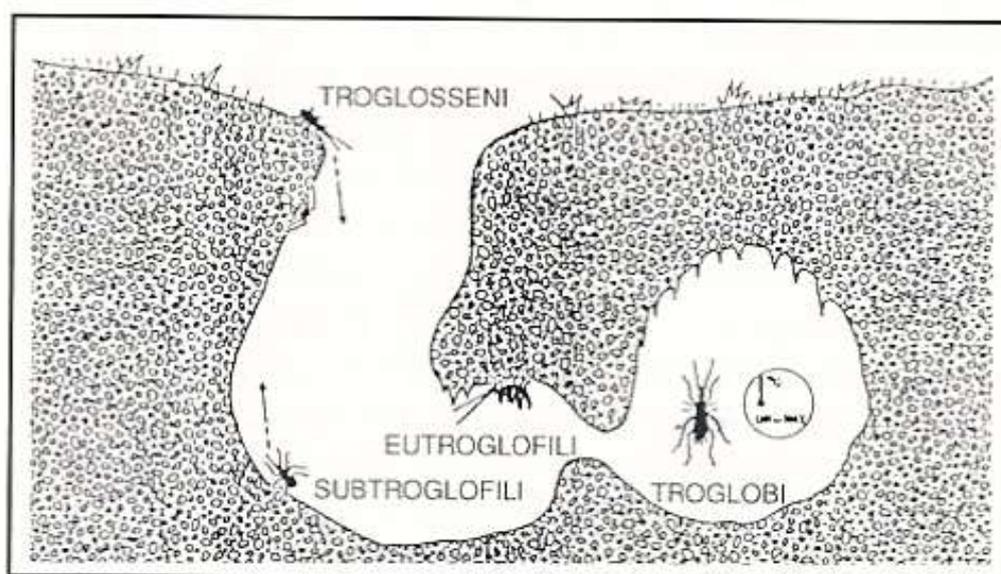
**Troglobi:** organismi adattati perfettamente all'ambiente cavernicolo e non più capaci di vivere in altri ambienti (*Niphargus*, *Proteus*). Le caratteristiche principali dei troglobi sono la progressiva riduzione degli organi visivi (microftalmia) o addirittura la loro perdita (anoftalmia) compensate dal notevole sviluppo di altri organi sensoriali quali le antenne e le setole sensoriali, la depigmentazione dei tegumenti, l'ipertrofia degli arti (allungamento degli arti), l'atterismo (in alcuni insetti le ali sono atrofizzate o saldate), la falsa fisogastria (rigonfiamenti per costituire sacche d'aria satura d'umidità sotto le elitre di alcuni coleotteri per facilitare gli scambi respiratori), l'aperiodicità riproduttiva, la contrazione degli stadi larvali e il rallentamento delle funzioni metaboliche.

**Troglofili:** organismi che presentano parziali adattamenti alle grotte, con una presenza in ambienti ipogei che può essere ciclica (subtroglofili) o continua (eutroglofili).

**Subtroglofili:** organismi che ricercano l'ambiente ipogeo solo in momenti particolari del ciclo vitale (pipistrelli e quei reietti della società civile che cercano rifugio nell'oscurità delle grotte chiamati comunemente speleologi).

**Eutroglofili:** organismi che compiono l'intero ciclo vitale in ambiente ipogeo pur potendo, in condizioni particolari, vivere all'esterno (*Dolichopoda*).

**Troglosseni:** organismi finiti in grotta occasionalmente o che vi cercano rifugio momentaneo. Non possono essere messi in relazione con l'ambiente ipogeo (orso, tasso, escursionista che cerca riparo da un acquazzone).



Disegno 2 -  
Categorie biospeleologiche (da Note di Biospeleologia di G. Comotti).



Foto 2 - *Nesticus eremita* è un aracnide (ragno) eutroglofilo facilmente rinvenibile sulle pareti in prossimità degli ingressi delle grotte.

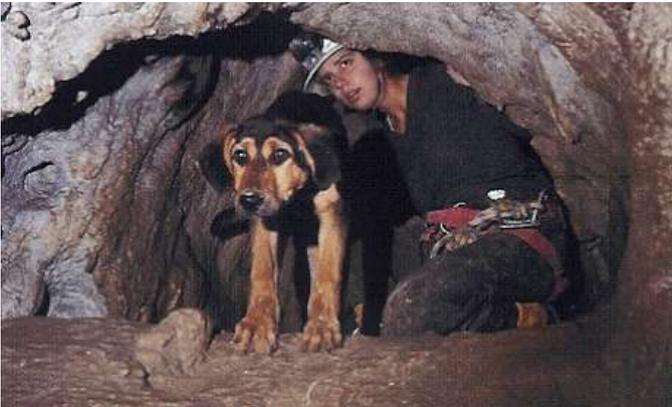


Foto 3 - Una troglodila per diletto e un troglosseno.... suo malgrado!

## 8.2 Di cosa si nutrono gli animali cavernicoli

Negli ecosistemi epigei funziona una vera e propria "catena alimentare" in cui la luce del sole fornisce energia alle piante (autotrofi) per convertire l'acqua, l'anidride carbonica e le sostanze minerali in composti organici, che costituiscono il nutrimento per gli organismi erbivori, a loro volta predati dai carnivori

In grotta l'assenza di luce non permette lo sviluppo degli organismi autotrofi. Da dove viene quindi il nutrimento? Essenzialmente dall'esterno; soprattutto nelle zone più vicine alla superficie si verifica un continuo afflusso di terra, resti vegetali e animalletti che cadono nella grotta. L'acqua che penetra nella grotta porta molto di questo materiale anche nelle zone più profonde.

Altra fonte importantissima di sostanza organica proveniente dall'esterno è il guano (escrementi dei pipistrelli costituiti da esoscheletri degli artropodi di cui si nutrono) che si accumula sotto le colonie di pipistrelli che tappezzano il soffitto di certe cavità. Tutto questo materiale di origine esterna è alla base della "piramide alimentare" ipogea; di esso si nutrono muffe, saprofiti e batteri eterotrofi, questi ultimi a loro volta nutrimento di protozoi batteriofagi. Ad un livello superiore si collocano i limivori come alcuni oligocheti, nematodi, molluschi e artropodi mentre alla sommità della piramide alimentare prendono posto gli artropodi carnivori.

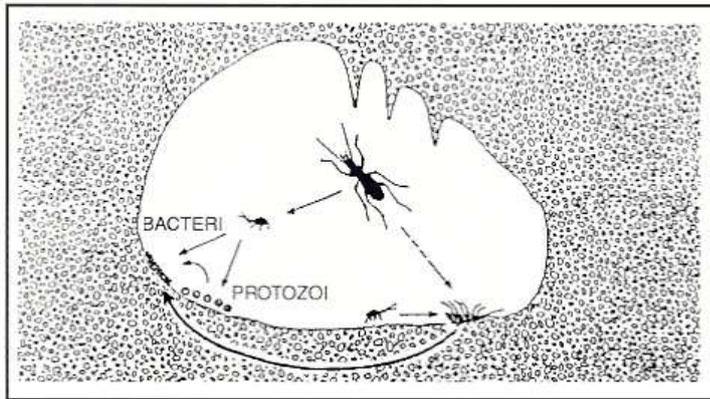


Foto 4 - Sviluppo di muffe su deposito di guano.

Inoltre, i batteri chemioautotrofi riescono a vivere nutrendosi dei minerali contenuti nel fango; essi ricavano l'energia necessaria per l'organizzazione dall'ossidazione dello ione solfuro o dello zolfo elementare (che si rinvengono in abbondanza nelle grotte solfuree) o del ferro.

Di essi si cibano protozoi e limivori (piccoli crostacei e larve di insetti) che a loro volta sono l'alimento dei predatori.

È quindi possibile, soprattutto nelle grotte solfuree, l'esistenza di ecosistemi ipogei senza alcun apporto dal mondo esterno la base della cui piramide alimentare è costituita dai batteri chemioautotrofi. Questi ecosistemi sono più rari e poveri di fauna dei sistemi caratterizzati da apporti di sostanza organica dall'esterno.



Disegno 3 - Catena alimentare in una grotta senza apporto di sostanza organica dal mondo esterno (da *Note di Biospeleologia* di G. Comotti).

## 8.3 I più comuni ospiti del Parco

### 8.3.1 Dolichopoda

Un incontro molto probabile all'ingresso delle cavità è quello con la cavalletta *Dolichopoda laetitiae*, che vive arrampicata sulle pareti dei settori ipogei vicini alla superficie nelle grotte dell'Appennino centro-settentrionale e in diverse cavità artificiali; è un organismo eutroglofilo, in quanto compie l'intero ciclo vitale in ambiente ipogeo, pur potendo muoversi all'esterno durante le notti umide.

È un insetto appartenente all'ordine degli ortotteri di grossa taglia (può raggiungere i 5 centimetri di lunghezza), dotato di poderose zampe che gli consentono lunghi balzi, parzialmente depigmentato presenta un colore bruno gialliccio poco appariscente. Ha grandi occhi neri e lunghe antenne, superanti di 4-5 volte la lunghezza del corpo, che gli consentono di orientarsi anche con scarsa luce.

È una specie polifaga che si nutre principalmente cacciando elementi della fauna parietale, ma che non disdegna cibo di natura vegetale che si procaccia uscendo dalle grotte nelle notti umide e fresche.



FOTO 5 - Dolichopoda (*Dolichopoda laetitiae*) Agile cavalletta eutroglofila comunissima nelle cavità del Parco.

### 8.3.2 Geotritone

Altro abitante degli ingressi delle cavità della zona di Frasassi è il simpatico geotritone *Hydromantes italicus*, un anfibio caudato appartenente all'ordine degli urodeli (parente delle salamandre e dei tritoni), diffuso nelle grotte dell'Italia centrosettentrionale. Anch'esso è un eutroglofilo che può uscire dalle grotte solo in condizioni di forte umidità esterna, alla ricerca di nuove cavità da colonizzare ma è possibile rinvenirlo anche all'esterno nei boschi molto umidi. Pur apparendo lento e goffo, quando si procaccia il cibo costituito dagli artropodi viventi all'ingresso delle grotte, è un velocissimo cacciatore che cattura le sue prede con una lunga lingua protrattile. L'adulto ha dimensioni che possono superare i 10 centimetri, non ha polmoni ma respira attraverso la cute e le mucose boccali e faringee. Le femmine depongono poche grandi uova da cui nascono individui, se pur di dimensioni ridotte, già adulti in quanto le fasi larvali vengono compiute all'interno dell'uovo. Si tratta di un tipico adattamento fisiologico all'ambiente ipogeo poi che viene a mancare la fase larvale che, essendo caratterizzata da grande voracità, poco si adatterebbe all'ambiente ipogeo povero di risorse trofiche.



Foto 6 - Geotritone (*Hydromantes italicus*)  
Anfibio eutroglofilo endemico delle grotte  
dell'Italia centro- settentrionale.

### 8.3.3 Niphargus

Nei laghetti d'acqua dolce della grotte del Parco è facile rinvenire un piccolo crostaceo anfipode che nuota coricato su di un fianco, il *Niphargus ictus*, un gamberetto privo di occhi, totalmente depigmentato e dotato di appendici sensoriali molto lunghe; le sue dimensioni, appendici comprese, possono raggiungere i 20 millimetri.

Si nutre di batteri, protozoi e piccoli metazoi batteriofagi contenuti nel fango che ingerisce (limivoro).

Per riuscire a sopravvivere con disponibilità alimentari così esigue ha rallentato notevolmente il suo metabolismo rispetto a quello dei suoi più prossimi parenti di acque epigee.

I progenitori del genere *Niphargus* erano molto probabilmente individui marini, adattatisi poi alla vita in acque dolci superficiali e poi sotterranee. A dimostrazione di ciò questi animali possono vivere anche in acque moderatamente salate.



Foto 7 - *Niphargus* (*Niphargus ictus*) Piccolo crostaceo endemico indissolubilmente legato agli specchi d'acqua dell'ambiente ipogeo.

### 8.3.4 Pipistrelli

I più noti abitanti delle grotte sono i **pipistrelli**, innocui mammiferi volanti appartenenti all'ordine dei chiroterteri che in greco antico significa "dalle mani alate"; difatti una sottile membrana di pelle si estende dalle lunghe dita delle mani fino alla coda.

A differenza di quanto viene comunemente detto, non si attaccano ai capelli delle donne e non succhiano sangue (lo fanno solamente alcune specie tropicali che comunque non hanno nulla in comune con dracula).

I Pipistrelli sono gioielli tecnologici dotati di un sofisticato sonar che permette loro di orientarsi all'interno delle grotte e di cacciare insetti all'esterno durante la notte.

Essi emettono ultrasuoni (non udibili dall'orecchio umano perché a frequenza molto alta) che, riflettendosi sugli ostacoli e tornando alle loro orecchie (molto grandi rispetto al corpo), consentono loro di localizzare ostacoli da evitare e prede da catturare.

In grotta si rinvengono, spesso in numerose colonie, appesi alla volta di alcune sale ipogee dove trascorrono il letargo invernale mentre per il resto dell'anno attendono il crepuscolo per uscire all'esterno a caccia di insetti facendo ritorno prima dell'alba. Sul pavimento sotto le colonie si deposita il guano, la principale base della catena alimentare dell'ecosistema ipogeo.

I pipistrelli italiani appartengono a tre distinte famiglie.

I **Rinolofidi** sono dotati di una particolare cresta nasale da cui emettono gli ultrasuoni.

Di questa famiglia nelle grotte del Parco sono state censite con certezza le specie "ferro di cavallo maggiore" (*Rhinolophus ferrumequinum*) e "ferro di cavallo minore" (*Rhinolophus hipposidero*). Esse sono scarsamente gregarie e, soprattutto durante il letargo invernale, si rinvengono in tutte le grotte del comprensorio. È anche probabile la presenza della specie affine *Rhinolophus euryale*.

**Vespertilionidi** e **molossidi** emettono gli ultrasuoni dalla bocca. Di questi gruppi sono state rinvenute le seguenti specie:

- Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*): forma grosse colonie nelle grotte durante l'estate.
- Minottero (*Minopterus schreibersi*): altra tipica specie di grotta che forma folte colonie.
- Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*): chirotertero ritenuto non cavernicolo ma che frequenta le grotte nel periodo invernale riunendosi in colonie stipate all'inverosimile, in strette fessure, spesso in associazione con altre specie.

-Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*): riconoscibile per la coda che fuoriesce dalla membrana interfemorale. È un grosso chiroterro non spiccatamente cavernicolo, ma che preferisce superare il periodo invernale nelle tiepide caverne.

Purtroppo le colonie di pipistrelli sono in forte declino principalmente a causa dell'uso dei pesticidi in agricoltura e dell'inquinamento ambientale che hanno portato sia ad una diminuzione numerica degli insetti di cui si nutrono, sia all'accumulo di sostanze tossiche nei loro organismi, con esiti spesso mortali .

Altro motivo di disturbo è rappresentato dai numerosi speleologi ed escursionisti. Voi sareste contenti se qualcuno vi svegliasse puntandovi sugli occhi dei grossi fari e scaldandovi le orecchie con un accendino? Figuratevi i pipistrelli che per superare il lungo letargo invernale non possono permettersi di sprecare energie per mandarvi a quel paese e spostarsi in un rifugio più tranquillo.

Foto 8 - Colonia di pipistrelli ferro di cavallo (*Rhinolophus*).



Foto 9 - Vespertilionidi strettamente addossati per non disperdere il calore corporeo.



## 8.4 Ecologia Sotterranea

Gran parte della fauna cavernicola si è evoluta in condizioni di temperatura, umidità e pH dell'acqua costanti nel tempo per cui qualunque perturbazione artificiale, interrompendo la catena alimentare, rischia di alterare irreversibilmente l'ecosistema ipogeo.

Nelle grotte turistiche la luce dei fari permette lo sviluppo di muschi ed alghe e il non regolamentato afflusso di turisti, provocando l'innalzamento della temperatura e la conseguente diminuzione di umidità, causa danni irreparabili alle stesse concrezioni. La regolamentazione dell'afflusso nelle grotte turistiche e l'utilizzo di fari a luce fredda sono indispensabili per consentire anche alle generazioni future di ammirare le bellezze del mondo ipogeo.

Altre volte i peggiori nemici della fauna ipogea sono, inconsi del danno che stanno apportando, proprio gli speleologi. Spessissimo noi speleologi lasciamo in grotta i resti del carburante di calcio utilizzato per le lampade; si tratta di idrossido di calcio che, elevando il p H del suolo e delle pozze d'acqua in cui viene gettato, provoca la morte di qualunque animale cavernicolo che ne viene a contatto.

Il carburante esausto quindi non deve assolutamente andare a contaminare piccoli volumi d'acqua ma va riportato in superficie.

Un gesto frequente è il lancio delle batterie esauste in un laghetto per sentire il "pluf" ignorando che le pile, deteriorandosi, liberano metalli pesanti che avvelenano l'acqua compromettendo la vita di quelle specie che vi vivono. Stechiometricamente una pila, a seconda del tipo di metallo pesante che contiene, può inquinare anche diverse migliaia di metri cubi di acqua.

Così facendo danneggiamo tra l'altro anche noi stessi che non potremo più contemplare bei laghetti d'acqua limpida e attingervi acqua da bere.

Anche i materiali biodegradabili (resti dei pasti, carta, mozziconi di sigarette) e non (lattine, sostanze plastiche) non vanno lasciati in grotta perché, anche se hanno un potere inquinante trascurabile deturpano comunque la bellezza dell'ambiente ipogeo.

Quindi nessun tipo di rifiuto "speleologico" deve essere abbandonato in grotta.

Ancor più pericolosamente gli ecosistemi ipogei sono messi in pericolo da insediamenti industriali e civili che spesso riversano sconsideratamente i loro scarichi in ambienti carsici non tenendo conto del fatto che quasi il 60% dell'acqua potabile proviene da acquiferi carsici.



Foto 10 e 11 - Salamandra pezzata e rospo, pur non essendo dipendenti dell'ambiente ipogeo, si rifugiano in prossimità degli ingressi alla ricerca di fresco ed umidità.

# APPENDICE A.

## Come Chiamare il Soccorso Alpino e Speleologico

### Da soli:

- *lasciar detto* a parenti, o amici, o al gestore del rifugio di partenza, l'itinerario e la meta previsti, in modo che possano dare l'allarme in caso di ritardi eccessivi.
- *In caso di bisogno*, lanciare un segnale sonoro (= fischio) o luminoso (= lampadina) ogni 10 secondi per un minuto, aspettare un minuto e poi ripetere. La risposta é un segnale sonoro o luminoso ogni 20 secondi per un minuto.
- Se si avvista l'elicottero, chiedere aiuto con i segnali internazionali

### CHIAMATA INTERNAZIONALE DI SOCCORSO

SIGNAUX INTERNATIONAUX D'ALARME EN MONTAGNE  
 INTERNATIONALE ALARMSIGNAL IN GEBIRGE  
 INTERNATIONAL ALARM SIGNALS IN THE MOUNTAINS  
 SEGNALI INTERNAZIONALI D'ALLARME IN MONTAGNA  
 SEÑALES INTERNACIONALES DE ALARMA EN MONTAÑA

OUI  
 JA  
 YES  
 SI



FUSÉE OU FEU ROUGE  
 ROTE BAKETE ODER FEUER  
 RED-FUSE OR FIRE  
 RAZYO ROSSO O LUCE ROSSA  
 COIETE DE LUZ ROJA



NOUS DEMANDONS DE L'AIDE  
 WIR BITTEN UM HILFE  
 WE NEED HELP  
 OCCORRE SOCCORSO  
 PEDIMOS AYUDA

CARRE DE TISSU ROUGE  
 ROTES QUADRATISCHES TUCH  
 SQUADRE OF REDLOTH  
 QUADRATO DI TESSUTO ROSSO  
 CUADRADO DE TEJIDO ROJO



NON  
 NEIN  
 NO



NOUS N'AVONS BESOIN DE RIEN  
 WIR BRAUCHEN NICHTS  
 WE DON'T NEED ANYTHING  
 NON ABBIAMO BISOGNO DI NIENTE  
 NO NECESITAMOS NADA

**In gruppo:**

- lasciare se possibile almeno una persona accanto all'infortunato; se si è in due, lasciare solo il ferito esclusivamente se le sue condizioni di salute e quelle ambientali sono sicure. In caso contrario, aspettare i soccorsi con lui;
- raggiungere il telefono più vicino e chiamare il numero **118** al quale risponderà la sala operativa del servizio di emergenza sanitaria.
- riferire **con calma** all'operatore:
  - località dell'incidente
  - tipo di incidente
  - numero e condizioni dei feriti
  - condizioni meteorologiche locali
  - località da cui si chiama.
- Se possibile, lasciare un recapito telefonico e lì aspettare l'arrivo dei soccorritori.

**1 PRO-MEMORIA per le chiamate al Soccorso Alpino**

La fase più importante, dalla quale dipendono le successive condizioni dell'infortunato, è la PRIMA, quella del SOCCORSO IMMEDIATO portato sul luogo dell'incidente dalle persone presenti. Dalle condizioni in cui ci si trova (tensione, pericoli oggettivi, freddo, buio, ecc.) è importante avere chiaro in mente alcune norme generali di comportamento:

1. MANTENERE LA CALMA: anche se non è facile, la capacità di ragionare in modo lucido e con semplice *buon senso* permette di risolvere la maggior parte dei problemi
2. GARANTIRE LA SICUREZZA DELL'INFORTUNATO E DEI SOCCORRITORI: il desiderio di soccorrere, o l'ansia per il ferito, non devono mai far dimenticare i pericoli oggettivi presenti nell'ambiente montano.
3. EVITARE EROISMI: nel dubbio, eccedere *sempre* in prudenza ritenendo l'infortunato più grave di quanto può sembrare, e *non* aver timore di tornare indietro o di chiedere aiuto.
4. GARANTIRE ALL'INFORTUNATO i supporti fondamentali:
  - calore
  - cibo
  - bevande, (*mai* alcoliche) solo se è cosciente, e se ne ha reale necessità
  - aiuto psicologico

Dopo aver fatto tutto questo (il che comporta pochi secondi!) si può procedere alla....

## 2 VALUTAZIONE DELL'INFORTUNATO

E' un momento importantissimo, perché da esso dipende la decisione di CHE COSA FARE (continuare? tornare con mezzi propri? chiamare il Soccorso Alpino? quali cure prestare?) e COME FARLO.

Ricordate che fare un bilancio esatto è difficilissimo, anche per persone del settore, senza le attrezzature di un ospedale, per cui:

### NEL DUBBIO

- considerare l'infortunato PIU' GRAVE di quanto sembra
- considerare il SOSPETTO DI LESIONE come LESIONE

considerare GRAVI i traumi al CRANIO e alla COLONNA VERTEBRALE.

L'esame del ferito va effettuato con **calma e metodo**, procedendo dalla testa verso i piedi e valutando:

#### 1. RESPIRAZIONE: naso e bocca sono

- respira bene e da solo?
- non respira per niente?

#### 2. CIRCOLAZIONE:

- il cuore batte?
- si sentono i polsi?

#### 3. STATO DI COSCIENZA:

- è sveglio?
- risponde a tono alle domande?
- risponde agli stimoli dolorosi?
- ricorda chi è, dov'è, cos'è successo?

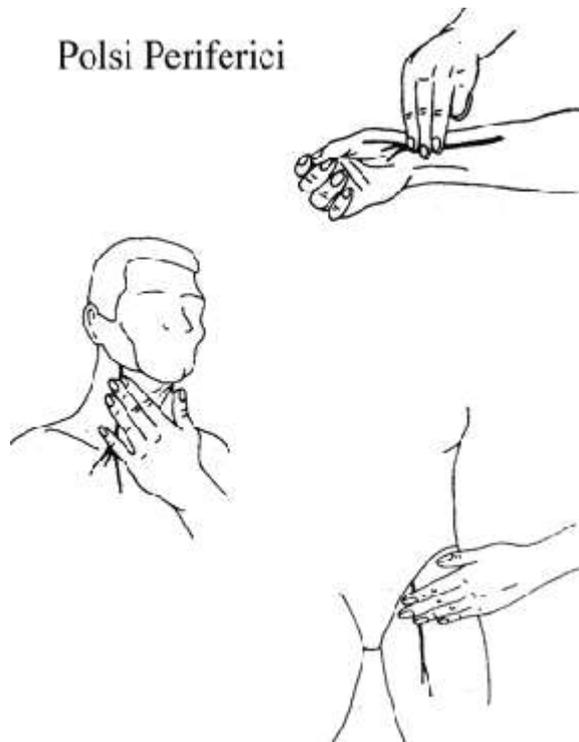
#### 4. CONDIZIONI DELLA COLONNA VERTEBRALE:

- può muovere gli arti?
- ha mantenuto la sensibilità agli arti?

#### 5. INTEGRITA' DEGLI ARTI:

- ha fratture?
- gli arti hanno posizioni "strane"?

Polsi Periferici



In base alle informazioni ottenute nel modo che abbiamo visto sarà possibile classificare l'infortunato in uno dei seguenti 3 gruppi:

FERITI GRAVISSIMI	FERITI GRAVI	FERITI LEGGERI
<b>come stanno</b>	<b>Come stanno</b>	<b>come stanno</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- sono incoscienti</li> <li>- respirano male</li> <li>- sono cianotici (bluastri)</li> <li>- hanno polsi eriferici debolissimi o assenti</li> <li>- hanno emorragie gravi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hanno traumi cranici</li> <li>- hanno fratture multiple degli arti</li> <li>- hanno lesioni alla colonna vertebrale</li> <li>- hanno traumi interni nel torace e nell'addome</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>MA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sono coscienti e collaborano</li> <li>- respirano bene</li> <li>- hanno polsi apprezzabili</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hanno piccole ferite</li> <li>- hanno contusioni o distorsioni</li> <li>- hanno fratture semplici degli arti</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>E</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sono in buone condizioni generali</li> </ul>
<b>cosa fare</b>	<b>Cosa fare</b>	<b>cosa fare</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- posizionarli correttamente</li> <li>- iniziare le manovre rianimatorie</li> <li>- fermare le eventuali emorragie</li> <li>- chiamare il Soccorso Alpino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- posizionarli correttamente</li> <li>- iniziare terapia di sostegno</li> <li>- controllare le condizioni nel tempo</li> <li>- chiamare il Soccorso Alpino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- trattare le lesioni</li> <li>- decidere, in base al tipo, all'entità del trauma e alle condizioni ambientali se tornare con mezzi propri o chiamare il Soccorso Alpino.</li> </ul>

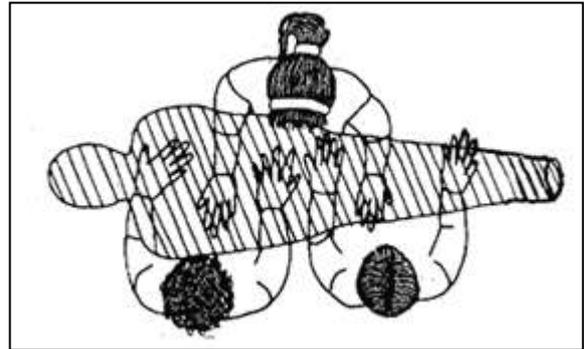
### 3 COME SPOSTARE UN FERITO

In linea di massima un ferito va spostato il *meno possibile*, e solo se è indispensabile per la sicurezza sua o dei suoi compagni, oppure per prestargli le cure necessarie. Questo perché muovendo un ferito, soprattutto se ha lesioni alla colonna vertebrale, è possibile provocare danni anche gravi.

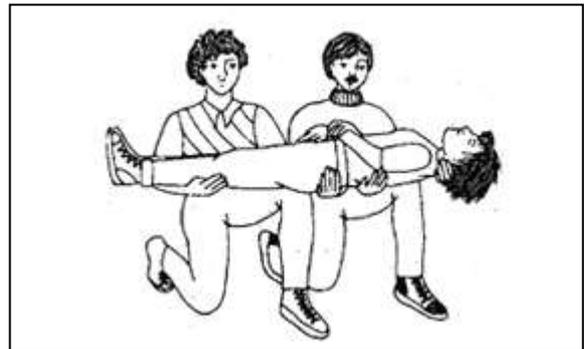
Due concetti generali possono essere utili:

- il corpo del ferito deve essere sollevato da almeno TRE SOCCORRITORI, mantenendo ALLINEATI TESTA-COLLO-TRONCO (v. fig. 3);
- evitare comunque di pigiare la colonna vertebrale

A: posizione dei soccorritori e delle mani di sostegno rispetto al suo asse.



B: posizione del ferito alzato (il terzo soccorritore lascia la presa)



#### 4 COME POSIZIONARE UN FERITO

Il posizionamento di un infortunato è importantissimo, perché:

- è già una prima CURA
- può provocare DANNI se fatto in modo sbagliato.

La prima cosa da fare è cercare un posto adatto, che dovrebbe essere:

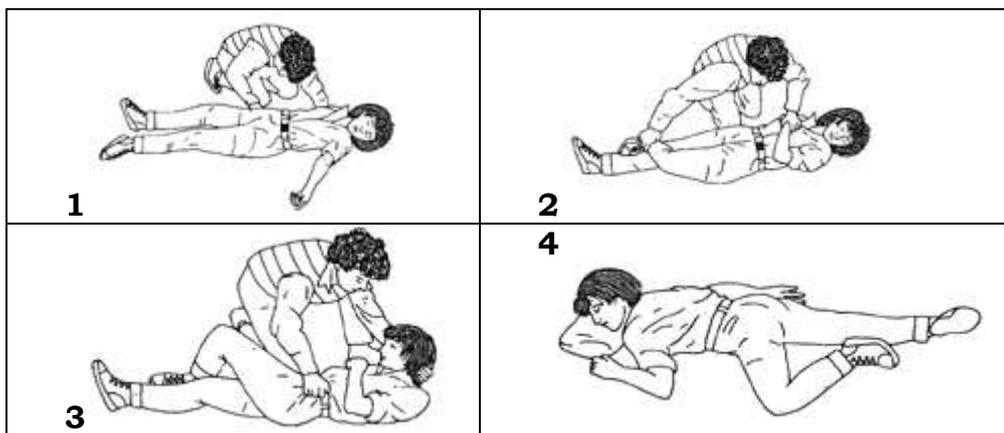
- largo
- pianeggiante
- asciutto
- aerato, ma non esposto a correnti
- raggiungibile con **facilità e sicurezza** dai soccorritori.

Dato che la posizione è già una cura, bisogna fare un minimo di diagnosi prima di scegliere quale adottare:

**- Paziente INCOSCIENTE**

- *Posizione di sicurezza*

La posizione di sicurezza va utilizzata quando il paziente non ha traumi vertebrali e non è cosciente, e serve per evitare che possa soffocarsi con materiale vomitato o con le proprie secrezioni (muco, saliva, ecc).



- *Paziente incosciente, con sospetto trauma della colonna vertebrale*

lasciarlo il più orizzontale e fermo possibile

**- Paziente in stato di shock ma COSCIENTE**

1. disteso supino
2. arti inferiori sollevati
3. coperto

**BIBLIOGRAFIA:**

*I QUADERNI DEL PARCO 3 "IL MODO SOTTERRANEO"* – Gruppo Speleologico  
Fabriano – Comunità Montana Esino Frasassi anno 2000

*TECNICHE DI GROTTA* – G. Badino – Erga edizioni 2010

*QUADERNI DI SPELEOLOGIA* – Società Speleologica Italiana –

*TECNICHE DI SOCCORSO IN GROTTA* – Commissione Tecnica del Corpo  
Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico del CAI – Collana manuali tecnici  
del CNSAS 2002

**SITI INTERNET:**

[www.Petzl.com](http://www.Petzl.com)

[www.sns-cai.it/manuale-tecnico-operativo/corso-di-introduzione-schede-mto](http://www.sns-cai.it/manuale-tecnico-operativo/corso-di-introduzione-schede-mto)

[www.ssi.speleo.it/](http://www.ssi.speleo.it/)

Il Gruppo Speleologico C.A.I. Fabriano (G.S.F.) nasce ufficialmente nell'agosto 1970 riunendo in un unico organico le associazioni già praticanti la speleologia a Fabriano: GS A.S.C.I. Fabriano 2, GS Fabriano 3, e altri elementi isolati; quindi le origini possono essere fatte risalire agli anni '50.

Il gruppo speleologico è attualmente composto da oltre trenta soci, la maggior parte dei quali in grado di praticare la speleologia ad alti livelli, molti dei quali provenienti dai corsi della Scuola Nazionale di Speleologia del C.A.I. Alcuni soci ricoprono inoltre cariche importanti all'interno della delegazione del Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico.

Il gruppo, oltre a svolgere un intenso lavoro di ricerca su tutto il territorio nazionale, tra le sue attività prevede l'organizzazione di corsi di introduzione alla speleologia con lo scopo di garantire un continuo ricambio generazionale.

I corsi sono diretti da qualificati Istruttori Nazionali.