GIUSEPPE DEMATTEIS
Gruppo Speleologico Piemontese C. A. I. - UGET Torino
*SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA*

# SPELEOLOGIA ESPLORATIVA E TECNICA

GUIDE DIDATTICHE VOL. III
edito da:
"Rassegna Speleologica Italiana,,
e "Società Speleologica Italiana,,

COMO 1959

*Della presente edizione è stata fatta una tiratura speciale di 1.000 copie per l'Associazione Scoutistica Cattolica Italiana.*

GIUSEPPE DEMATTEIS
(Gruppo Speleologico Piemontese C. A. I. - UGET Torino)

# SPELEOLOGIA ESPLORATIVA E TECNICA

## *PREFAZIONE*

*Ho raccolto e sviluppato qui alcuni argomenti già svolti nei corsi di speleologia tenuti presso il Gruppo Speleologico Piemontese C.A.I. UGET di Torino, sotto la direzione mia nel* 1957, *di Paolo Chiesa nel* 1958 *e della dott.a Carla Lanza nel* 1959.

*Quello che espongo è quindi patrimonio d'esperienza comune di tutti i membri del G.S.P., conseguito in alcuni anni di stretta e cordiale collaborazione speleologica. In particolare ringrazio P. Chiesa, che mi ha fornito materiali e consigli per i capitoli sulla morfologia carsica e sulle osservazioni e misurazioni e Nino Martinotti per l'aiuto datomi nell'esecuzione di alcuni disegni.*

*Ringrazio infine l'Amico Salvatore Dell'Oca, direttore di* Rassegna Speleologica Italiana, *per aver completato il capitolo sull'organizzazione speleologica in Italia e composto le indicazioni bibliografiche riportate al termine della guida.*

# I

## LA SPELEOLOGIA

In genere si apprende che esiste la speleologia da notizie frammentarie dei giornali o della radio e quindi spesso se ne ha un concetto poco chiaro. A molti basta però quell'alone di mistero che circonda le grotte per esserne attratti. Anche quelli che oggi sono grandi Speleologi hanno cominciato così: per spirito di avventura, per mettere piede là dove mai nessuno era giunto, per il piacere di scoprire qualcosa di nuovo.

Molti passano alla speleologia dalle file dell'alpinismo e appunto per questo sono in grado di riconoscere subito la gran differenza che esiste fra le due attività. Mancando di rispetto ad un luogo comune, dirò che lo slogan: « speleologia, alpinismo all'inverso », è un po' una sciocchezza.

Passione sportiva, desiderio di emozioni e sentimento fanno tutto l'alpinismo, mentre le stesse cose non sono che il lievito della speleologia.

L'alpinista che ha conquistato una vetta ha raggiunto il suo scopo. Lo speleologo che ha raggiunto il fondo di un abisso è all'inizio del suo lavoro che consiste nel descrivere, rilevare e studiare i vari aspetti della grotta che ha esplorato, o almeno nell'aprire la via a chi sappia e voglia fare tutte queste cose. Solo chi agisce con questi intendimenti fa della speleologia. Il motivo è semplice e ce lo spiega la stessa etimologia della parola:

speleologia = scienza o conoscenza delle grotte.

Prego a questo punto il lettore giovane ed entusiasta di non scoraggiarsi: non ho introdotto la parola scienza per raffreddare i suoi entusiasmi: vada pure egli in grotta per il desiderio di avventura e di scoperta: sono quasi certo che dopo un po' di tempo sentirà la necessità di rispondere a molti perchè, intorno a quegli strani fenomeni naturali che ha scoperto nelle grotte; sorgerà in lui il desiderio di far parte ad altri dei risultati delle sue scoperte ed allora sarà lieto di apprendere come si descrive una grotta e come si fa il rilievo topografico del suo interno, come ci si rende conto dei fenomeni naturali osservati.

Non è detto però che tutti debbano essere sensibili a interessi di natura scientifica e infatti questo è un requisito che lo speleologo esploratore può anche non avere. Molte scoperte geografiche (chè tali sono pure quelle speleologiche) sono state fatte da persone prive di cognizioni particolari: trafficanti, avventurieri, semplici viaggiatori, che tuttavia hanno aperto la via a grandi scoperte scientifiche.

Per quanto riguarda le grotte, per considerarsi speleologi è sufficiente essere ben convinti che quanto si fa talvolta come semplice passatempo può portare alla scoperta di cose molto utili per il progresso delle conoscenze speleologiche. Dopo aver esplorato una nuova cavità o aver osservato o raccolto qualcosa di particolare, occorre, anche se non si ha intenzione di interessarsene oltre, darne notizia a quei privati (specialisti) o a quelle associazioni (gruppi speleologici) che ne cureranno la esatta descrizione e lo studio. Per chi non fa neppure questo minimo, e si dedica alle grotte per puro diletto, in luogo della parola speleologo è stato coniato il termine « grottista » o « speleista ».

Tornando a quelli che veramente fanno della speleologia ecco un prospetto dei loro interessi e delle tre fasi ideali attraverso cui si perviene alla conoscenza scientifica delle grotte.

| PERSONE | SCOPI CHE SI PROPONGONO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | I) UN RISULTATO DI INTERESSE PERSONALE | II) UN RISULTATO DI INTERESSE GENERALE | | | |
| | | A) SCIENTIFICO: Fasi della ricerca: | | | B) PRATICO |
| | | 1ª) F. MATERIALE | 2ª) F. TECNICA | 3ª) F. SCIENTIFICA | (APPLICAZIONI) |
| SPELEOLOGO | Elevazione, formazione derivante dal contenuto « sportivo » della attività, soddisfazione personale, ecc. | Ricerca ed esplorazione di nuove grotte<br>Sopraluoghi per vari scopi<br>Prelievo di materiali | Descrizione, messa a catasto della grotta, rilievo topografico, fotografie<br>Osservazioni e misurazioni elementari<br>Conservazione e smistamento dei materiali raccolti | Interpretazione ed elaborazione dei dati raccolti<br>Studi specializzati<br>Pubblicazione dei risultati definitivi | Collaborazione con tecnici<br>Studi e trattazioni di speleologia applicata<br>Divulgazione, insegnamento |
| SPECIALISTA (studioso in rami della scienza che riguardano le grotte) | Formazione, educazione derivante dalla disciplina della ricerca<br>Passione, soddisfazione personale, per professione | | | | |

Per la nostra trattazione interessano sopratutto le prime due fasi (esplorativa e tecnica), che come ho già detto possono anche essere praticate separatamente una dall'altra o dalla fase scientifica, sempre che ci sia collaborazione tra speleologi esploratori, tecnici e specialisti.

Queste possibilità di collaborazione sono offerte dalla struttura che presenta l'organizzazione speleologica.

In Italia, come nella maggior parte dei Paesi civili, esistono molte associazioni a carattere locale: Gruppi o Circoli speleologici, Gruppi Grotte, per la maggior parte dipendenti dalle Sezioni del Club Alpino Italiano, alcuni da Istituti Universitari o da Musei, altri indipendenti.

L'elenco di questi gruppi è rintracciabile nelle seguenti pubblicazioni:

— *Entità del movimento speleologico in Italia* (S. Dell'Oca), in « Rassegna Speleologica Italiana », anno VI, fasc. 2, pp. 72-76, Como 1954.
— *Entità del movimento speleologico nel mondo* (S. Dell'Oca), in « Rassegna Speleologica Italiana », anno VII, fasc. 1-2, pp. 3-24, Como 1955.
— *Uomini, caverne e abissi* (G. M. Ghidini), ediz. APE, pp. 227-266, 1954.
— *Speleologia e Grotte turistiche in Italia* (Enit), Roma 1956 (distribuito dall'Enit e dalla Società Speleologica Italiana).

I Gruppi Grotte fanno capo alla **Società Speleologica Italiana,** unica espressione a carattere nazionale ed elettivo, operante in Italia nel campo speleologico; essa ha sede a PAVIA (Palazzo Botta, Piazza Botta 6).

La SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA ha per scopo la diffusione ed il progresso dello Speleologia in Italia.

L'attività speleologica dei Gruppi Grotte del Club Alpino Italiano fa capo anche al COMITATO SCIENTIFICO DEL C.A.I.

I contatti e la collaborazione di tutti gli speleologi italiani avvengono mediante congressi regionali e nazionali, nonchè la pubblicazione della rivista **« Rassegna Speleologica Italiana »** che è l'organo ufficiale dei Gruppi Grotte italiani e la sede delle comunicazioni ufficiali della Società Speleologica Italiana. Direttore della rivista è Salvatore Dell'Oca (Via Mentana 22, COMO).

Articoli e note speleologiche appaiono anche in altre riviste non periodiche, o in periodici non specializzati nella disciplina speleologica.

Vi sono infine iniziative a carattere nazionale, alle quali tutti collaborano, come il **Catasto delle Grotte d'Italia,** curato dalla Società Speleologica Italiana (v. cap. IX).

Chi decide di dedicarsi con qualche impegno alla speleologia è padrone di agire come meglio crede: di operare autonomo, di aggregarsi a gruppi speleologici già esistenti o anche di fondarne di nuovi se nella zona non ne esistono ancora. E' però consigliabile che specie agli inizi ci si appoggi per avere informazioni e consigli ai gruppi grotte locali o alle associazioni a carattere nazionale.

L'essenziale è insomma che i risultati che si raggiungono siano portati a conoscenza di quanti fanno parte di questa organizzazione speleologica nazionale (o dandone comunicazione ai congressi, o pubblicandoli sulle riviste, o comunicandoli in forma privata a specialisti che se ne servano per i loro studi). Solo così si può fare qualcosa di veramente utile.

Per terminare gli argomenti generali accennerò alla suddivisione della speleologia che può essere ricavata grosso modo dalle tre fasi della ricerca (v. schema) e cioè: **esplorativa, tecnica** e **scientifica (o speleologia propriamente detta).**



In cosa consistano le due prime parti si vede dando una scorsa all'indice di questo libretto. La terza parte esce dai limiti di questa breve trattazione, tuttavia un accenno alla sua suddivisione è dato all'inizio del capitolo che segue.

# II
# LE GROTTE

## 1. LE BRANCHE DELLA SPELEOLOGIA

Dopo le parti esplorative e tecniche la speleologia comprende alcune branche propriamente scientifiche.

Parlando di grotta si possono intendere due cose distinte: una è *la cavità sotterranea in sè,* formata da due pareti, un pavimento e una volta, cose che hanno una certa forma (di cui si interessa la **speleomorfologia**); forma che rivela qual'è stata l'origine della grotta (o *speleogenesi*) origine legata a certe cause e a certi agenti, di cui il principale è l'acqua (e si ha quindi la **speleoidrologia**). Studiando l'azione e le caratteristiche dell'acqua nelle grotte si comincia a considerare la grotta non più solo nel suo primo significato, ma anche per quello che contiene, principalmente l'*ambiente sotterraneo* (secondo significato della parola grotta). L'ambiente è dato da fattori chimici e fisici caratteristici, di modo che in grotta si verificano condizioni che non troviamo in nessuna altra parte della terra. Dei fenomeni che ne derivano si occupa la **speleologia fisica,** ma le loro conseguenze si estendono anche ad altri campi: in questo ambiente si hanno forme di vita (*speleoflora e speleofauna*) del tutto particolari, studiate dalla **speleobiologia.**

Grazie al clima particolare di molte grotte e alla funzione di riparo naturale che ebbero in passato, nel loro interno si possono ancora ritrovare resti antichissimi che testimoniano l'esistenza di forme di vita scomparse **(speleo-paleontologia)** e in particolare testimonianze della vita dell'uomo preistorico **(speleo-paletnologia).** Ancora oggi la vita di certe popolazioni è legata alle grotte ed offre quindi materia di studio alla **speleo-etnografia.** Si fanno anche ricerche di **speleo-fisiologia** per studiare il comportamento dell'organismo umano nell'ambiente grotta. Ancora oggetto di studio è l'influenza psicologica esercitata dalla grotta sull'uomo **(folclore:** costumi, cerimonie, leggende legate alle grotte). Il raggiungimento di tutte queste conoscenze è lo scopo per cui si esplorano le grotte, ma per stare nei limiti di questa trattazione parlerò solo degli argomenti che sono utili allo speleologo esploratore e tecnico.

## 2. LA ROCCIA CARSOGENA

Per brevità mi limiterò al caso più comune delle cavità che si formano nelle rocce carsogene e più precisamente nei calcari, avvertendo però che anche in altri terreni, specie vulcanici, si aprono grotte, naturalmente di tutt'altra origine.

Le rocce calcaree si formano da principio come sedimenti sul fondo del mare (escludendo per semplicità di ragionamento altri modi di formazione di rocce calcaree), o per precipitazione del **carbonato di calcio,** o perchè questo sale che le costituisce, viene fissato da organismi viventi, i cui scheletri si vanno ammucchiando sul fondo.

A causa di variazioni climatiche, questa sedimentazione avviene a *strati,* cioè a un deposito di calcare di pochi centimetri o decimetri si sovrappone una sottilissima coltre di argilla, che delimita lo strato inferiore dal superiore e costituisce il *giunto*

*di stratificazione,* uno dei piani sui quali si svilupperanno di preferenza le gallerie delle grotte. Insieme al carbonato di calcio si depositano altri minerali, che chiameremo impurità del calcare, dalla maggiore o minore quantità di queste dipenderà tra l'altro se le cavità naturali che vi si formano saranno poco o molto accessibili.

Il calcare così depositato subisce poi un lungo processo durante il quale si trasforma in roccia. A seguito di movimenti della crosta terrestre i sedimenti emergono dal mare e durante tale processo subiscono sovente dei piegamenti, in cui si formano le *sinclinali* o valli di piegamento e le *anticlinali* o creste di piegamento. Sovente la roccia si fende, originandosi così **fratture** lungo piani verticali o inclinati. Le più comuni sono le *diaclasi,* per lo più non molto estese nè molto profonde, ma numerose e disposte in piani paralleli a tre direzioni principali, i quali si tagliano tra loro grosso modo perpendicolarmente. Uno di questi piani è di regola quello della stratificazione. Più rare, ma di solito più estese e quindi più profonde sono le *faglie,* fratture le cui labbra hanno subìto uno spostamento, scivolando l'una contro l'altra.

Dopo queste vicende *il calcare è diventato una* **roccia carsogena,** *poichè*:

1) *Per la sua composizione chimica può essere attaccato dall'acqua.*

2) *La massa rocciosa è fessurata e quindi è « permeabile »* (è questa la « permeabilità in grande » o « accidentale », diversa dalla permeabilità « di aggregazione », che è propria ad esempio delle sabbie e ghiaie e che non ha niente a che vedere con i fenomeni carsici).

Solo una roccia con queste caratteristiche (come il calcare si comportano il salgemma, il gesso, la dolomia, raramente i calcescisti, ecc.) può diventare sede di quel fenomeno che prende il nome di *fenomeno carsico,* con l'insieme delle sue manifestazioni esterne e interne: queste ultime sono appunto le grotte. Nel volume l'Italia Fisica del T.C.I. citato in fondo c'è un quadro complessivo della distribuzione delle rocce carsogene e quindi dei fenomeni carsici nelle varie regioni d'Italia.

## 3. L'AZIONE CHIMICA DELL'ACQUA

Un litro di acqua pura non può sciogliere più di 10-20 mg di carbonato di calcio; l'acqua di origine meteorica ne scioglie già 50-60 mg per litro e la stessa, dopo aver attraversato un suolo vegetale, può scioglierne fino a 10 volte tanto. Ciò avviene perchè nell'aria e ancor più nel terreno che ospita radici di piante, ecc., esiste una certa percentuale di anidride carbonica ($CO_2$), che sciolta nell'acqua, dà origine ad acido carbonico, acido che trasforma il carbonato di calcio (poco solubile) in bicarbonato di calcio, molto più solubile: il fenomeno della trasformazione del carbonato in bicarbonato e della sua conseguente asportazione per dissoluzione nell'acqua, si chiama brevemente **corrosione.** (v. Fig. 1).

Questo fenomeno sta all'inizio della formazione delle grotte. Da quel che s'è detto è chiaro che più c'è acido carbonico nell'acqua e più questa « corrode » la roccia calcarea. Il contenuto di questo acido nell'acqua, diminuisce con il diminuire della pressione parziale della anidride carbonica sul pelo libero dell'acqua (come tutti avranno constatato facendo l'acqua da tavola con le « polveri ») e diminuisce se aumenta la temperatura dell'acqua. Un litro d'acqua a una data temperatura e a una data pressione non può quindi contenere più di una certa quantità di bicarbonato di calcio in soluzione.

Per esempio: immaginiamo che la percentuale di $CO_2$ dell'aria sia la stessa tanto fuori che dentro la grotta e di essere in inverno, quando cioè la temperatura è diversa e precisamente quella esterna è inferiore a quella interna. In tali condizioni supponiamo che piova su una montagna calcarea e l'acqua incominci ad aggredire la roccia



alla temperatura di circa 0° C, contenendo p.es. 80 mg per litro di anidride carbonica. Essa penetrando nelle fessure del calcare, scioglierà un massimo di 180 mg di carbonato di calcio per litro. Pervenuta però nell'ambiente della grotta più caldo, l'acqua aumenta la sua temperatura p.es. da 0° C a 10° C e in tali condizioni può secondo le leggi ricordate contenere solo più 126 mg di bicarbonato di calcio per litro. I rimanenti 54 mg di questo sale essendo la reazione della corrosione reversibile, si depositeranno (1). Tale fenomeno favorito dall'evaporazione e con il concorso di altri fatti complessi dà origine alla formazione per deposito delle **concrezioni cristalline** delle grotte: stalattiti, stalammiti, ecc.

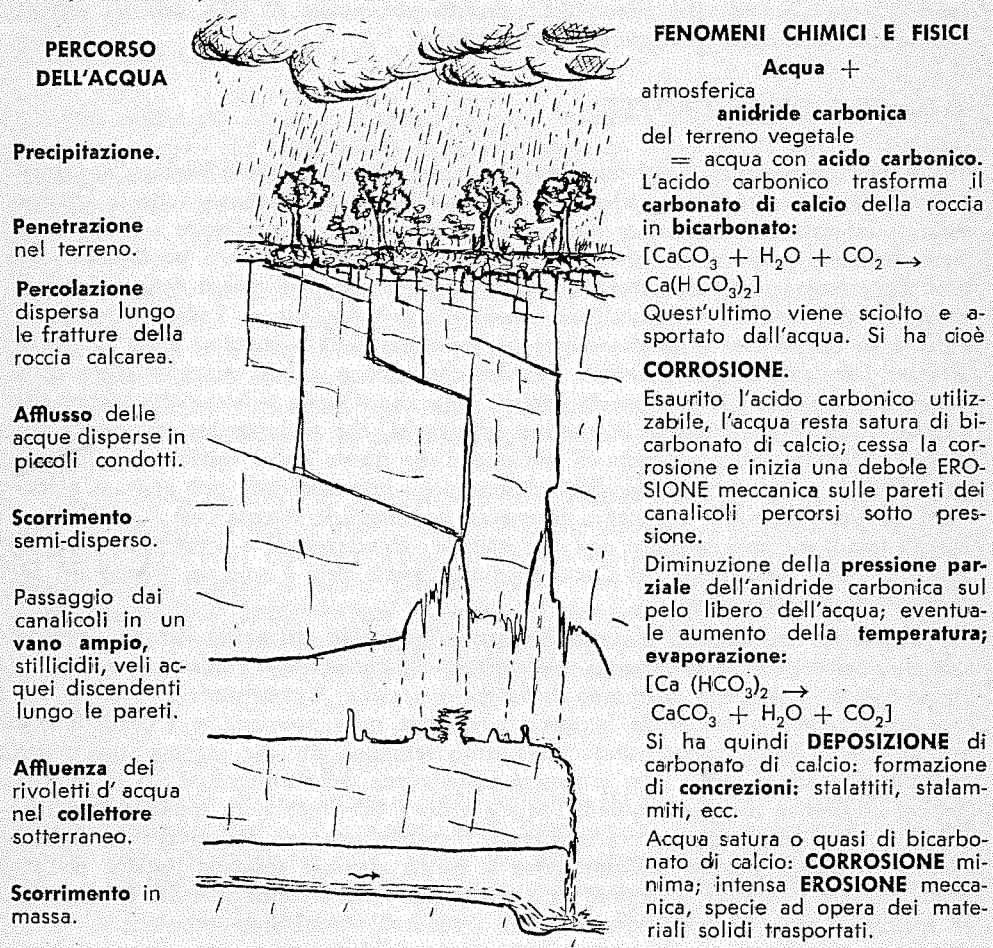



**Fig. 1 - SCHEMA DELL'AZIONE DELL'ACQUA SULLA ROCCIA CARSOGENA**

Affinchè il processo illustrato possa verificarsi è necessario che l'anidride carbonica si separi dall'acqua, cioè che la superficie di questa si trovi a contatto con l'aria e che quest'aria sia in movimento. Infatti se non ci fosse circolazione d'aria nella cavità, in

(1) I dati di questo esempio, gentilmente fornitimi dall'amico C. Briganti, hanno un valore puramente teorico in quanto non tengono conto del rendimento di reazione, nè della $CO_2$ libera, che assicura la stabilità della soluzione di bicarbonato di calcio e quindi non partecipa alla reazione.

breve la anidride carbonica, accumulandosi, creerebbe sul pelo libero dell'acqua una pressione parziale che impedirebbe allo stesso gas ($CO_2$) contenuto dall'acqua di continuare a liberarsi. Per questo motivo l'acqua può circolare a lungo sotto pressione (totale o parziale dell'anidride carbonica) senza dare origine a depositi, i quali avverranno solo al passaggio dalle strette fessure in ambienti aerati e a temperatura più elevata. In estate lo stesso fenomeno dà naturalmente risultati differenti: l'acqua esterna più calda si raffredda penetrando sottoterra e venendo a contatto dell'aria della grotta non deposita calcare ma assume l'anidride carbonica, continuando così a corrodere anche in profondità. Inoltre le condizioni del fenomeno nella realtà differiscono un po' dallo schema illustrato per effetto della diversa percentuale di $CO_2$ dell'aria esterna e di quella sotterranea (maggiore in quest'ultima).

## 4. ORIGINE DELLE GROTTE

Il processo chimico della corrosione è l'unico che possa dare inizio alla formazione delle grotte, poichè corrodendone le pareti l'acqua « impregna » tutte le fratture della roccia carsogena e tende a scorrere entro di esse fin a fuoriuscire a livello inferiore. Durante questo scorrimento l'acqua è portata a percorrere certi punti delle fratture a preferenza degli altri (p.es. quelli più larghi): lungo di essi si vengono quindi a formare dei condotti, che raccolgono e convogliano tutta l'acqua. Vedremo dopo cosa avviene in questi. Ora occupiamoci per un momento della sovrastante *zona di percolazione* delle acque, costituita dalle fratture che restano per la maggior parte della loro estensione solo più percorse da qualche stillicidio. Questo agisce molto lentamente nei punti più deboli di esse, e vi origina delle cavità, che si ingrandiscono sempre più lungo la frattura, specie ad opera di franamenti. Se questa cavità iniziale si è formata nella frattura a una certa profondità nel sottosuolo, ingrandendosi, può arrivare a fondersi con altre consimili e anche a intersecare la superficie esterna cioè a comunicare con l'esterno: si sono originate così alte gallerie sub-orizzontali e soprattutto voragini profonde come p.es. quelle del Carso triestino. Questo però è solo un aspetto del fenomeno carsico sotterraneo.

Torniamo ora alla rete di canalizzazioni primitiva in cui scorre l'acqua: quando tale circolazione avviene abbastanza velocemente, *alla corrosione si sostituisce come principale agente un processo distruttivo di natura meccanica*: **l'erosione.**

Inizialmente l'acqua erode la roccia *circolando sotto pressione,* e i condotti così scavati hanno forma caratteristica: andamento rettilineo fin che seguono una stessa frattura; dimensioni regolari (se ci fossero inizialmente delle strozzature, ivi la velocità dell'acqua sarebbe maggiore, quindi l'azione erosiva più intensa, in modo che verrebbero eliminate; altra caratteristica facilmente rilevabile (ma non esclusiva) è la sezione ellittica di queste gallerie, tendente verso la forma circolare (essendo l'azione dell'acqua circolante in fessure, maggiore sulle pareti più vicine). Come si vedrà è bene che lo speleologo esploratore sappia riconoscere i condotti scavati sotto pressione.

In un secondo tempo l'erosione in questi condotti avviene *a pelo libero,* cioè in modo analogo a quella di un torrente che scorre incassato in una gola. In questa fase prende sempre più importanza l'azione abrasiva dei materiali solidi trasportati dall'acqua (argilla, sabbia, ghiaia). Analogia con quanto avviene all'esterno si ha nel meccanismo di escavazione a marmitte e nella forma meandriforme dei condotti. Vengono così scavate vere e proprie *forre,* per la profondità di decine di metri. Le cascate scavano « pozzi » a forma caratteristica di campana.

Assieme all'erosione a pelo libero entra in gioco il principale fattore che determina l'allargamento delle cavità sotterranee e cioè la forza di gravità, come causa diretta di *crolli* e *sprofondamenti* (già « preparati » dall'erosione e soprattutto dalla corrosione. V. Fig. 21, pag. 68). Può crollare ad esempio il setto che separa due gallerie sovrapposte; quello che separa pozzi affiancati oppure anche la volta di una caverna, che si trasforma così in un *abisso di sprofondamento* o in un più largo affossamento del terreno detto *dolina di crollo,* ecc.



Riassumendo: la corrosione fa sì che l'acqua si apra passaggi sempre più profondi nell'interno della roccia carsogena. L'erosione allarga questi passaggi e li trasforma in cunicoli e gallerie. I crolli continuano questo allargamento formano saloni e in ultimo arrivano alla distruzione della cavità stessa.

## 5. IL CICLO CARSICO

Con quello che ho detto resta già in parte delineato il *ciclo carsico* cioè quel seguirsi di vicende che trasformano (e distruggono) un massiccio di roccia interessato da fenomeni carsici. Inizialmente sotto la superficie si viene a scavare ad opera della corrosione una rete di anguste canalizzazioni che seguono le fratture di origine tettonica (diaclasi, faglie, ecc.). In alcune di esse prende poi a circolare l'acqua (sempre sotto pressione), seguendo percorsi inizialmente molto capricciosi. Questa rete di cunicoli si trasforma successivamente in un organismo idrologico più regolare, che come si vedrà, di solito comprende: fori attraverso a cui l'acqua viene assorbita, condotti attraverso a cui confluisce in un unico torrente ipogeo, gallerie percorse da questo torrente collettore, fori attraverso a cui l'acqua esce. Contemporaneamente nella zona di percolazione, entro le fratture non percorse dal collettore nè da affluenti, soprattutto per opera della corrosione e di crolli, si originano vani verticali allungati in continua espansione.

Se la massa calcarea è di spessore sufficiente, l'acqua tende ad abbandonare le gallerie già scavate per aprirsi nuovi passaggi a livelli inferiori. Alla nuova rete di canalizzazioni *attive* resta così sovrapposto un sistema di cavità non più percorse dall'acqua e quindi *inattive* o *fossili.* Talvolta queste parti superiori della grotta vengono ancora invase dalle acque durante le piene e si chiamano allora *semiattive.*

L'azione erosiva che ha già asportato un certo volume di materiale dall'interno del massiccio viene poi aiutata dai crolli. Questo processo tende alla eliminazione completa del calcare, fino a mettere a nudo un livello inferiore di roccia impermeabile, oppure fin al livello del mare, sotto il quale evidentemente non può continuare per molto un processo basato sulla circolazione dell'acqua.

L'esplorazione di una grotta si potrà effettuare tutta o in parte, facilmente o no, con certi mezzi o con altri, a seconda dello stadio in cui si trova il massiccio carsico che la ospita. Nello stadio della circolazione sotto pressione le cavità offrono scarsissime possibilità di penetrazione e in ogni caso è necessario l'uso degli autorespiratori. Quando interviene la circolazione a pelo libero, la grotta ha già più probabilità di essere percorsa, benchè sia facile incontrare tratti anche brevi di circolazione sotto pressione detti *sifoni.*

Una grotta offre le maggiori probabilità di essere completamente esplorata, quando nel suo interno a condotti attivi sono sovrapposte gallerie semi-attive o fossili (queste ultime non troppo concrezionate o franate). In stadii più avanzati (*carso maturo* o *senile*) la penetrabilità di un sistema di cavità è di nuovo più ridotta, in quanto crolli, depositi di concrezioni cristalline, sezioni operate dall'erosione esterna, sprofondamenti, ecc. isolano le varie parti del sistema e bloccano spesso a poca profondità quelle che comunicano con l'esterno.

## 6. CLASSIFICAZIONE DELLE GROTTE AD USO DELL'ESPLORAZIONE (fig. 2)

Conviene che l'esploratore sappia classificare le grotte in base alla funzione che hanno attualmente o che ebbero in passato. Chi riconosce ad esempio un foro posto in una zona di assorbimento attiva, saprà che per esplorarlo occorrono corde, scale ed equipaggiamenti impermeabili, anche se la cavità non si annuncia subito con un pozzo e non è inizialmente percorsa da acqua.

Occorre distinguere le varie parti di un **sistema carsico sotterraneo** cioè di quell'insieme di cavità tra loro collegate che abbiamo visto si formano in una roccia carsogena. Anzitutto nel sistema carsico si distinguono le *manifestazioni esterne* e quelle *interne o grotte*. Se a noi interessano queste ultime non dobbiamo trascurare le prime, perchè essendo tali manifestazioni sempre necessariamente collegate le une alle altre, le forme superficiali del terreno carsico ci possono rivelare l'esistenza la natura e la disposizione di grotte inesplorate.

Rispetto all'essere o meno percorse dall'acqua, distinguiamo nelle grotte: *aperture e rami attivi, semiattivi e fossili,* di cui ho già detto. Esaminato invece nelle sue parti (v. fig. 2) il sistema sotterraneo comprende:

A) una **Zona di assorbimento.**
La superficie su cui cadono tutte le acque che vanno poi ad alimentare il collettore del sistema si chiama **bacino di alimentazione**, talvolta comprende un **bacino di raccolta** (in cui le acque scorrono in superficie su rocce impermeabili) e comprende sempre un **bacino o zona di assorbimento** in cui le acque passano sottoterra. Tale assorbimento può avvenire molto frazionato oppure può essere localizzato in pochi punti. Il primo caso si ha nel *carso roccioso o nudo*: superficie crivellata di fori in genere poco accessibili, tra i quali svolgono attività particolare i pozzi da neve e le piccole *doline idrovore*: avvallamenti del terreno che raccolgono l'acqua piovana. Il secondo caso è proprio del carso erboso o boscoso, foggiato per lo più ad ampie *depressioni* (dette *polje, bacini chiusi, valli cieche,* ecc.) sul fondo delle quali esistono fori assorbenti detti *inghiottitoi*. Questi bacini ospitano spesso dei *laghi temporanei*. Un caso importante di assorbimento è quello detto *perdita*: avviene nel letto di un corso d'acqua il quale sparisce improvvisamente sottoterra: l'acqua può continuare a scorrere sotto l'alveo asciutto per poi ricomparire in esso più a valle e si parla allora di *condotti subalveari* (raramente accessibili), oppure attraversare una dorsale e andare ad uscire in un'altra valle, nel qual caso si ha un *traforo idrogeologico* (sovente penetrabile, specie se formato a piani di gallerie sovrapposti). Tolto questo ultimo caso, le cavità a cui danno accesso i fori di assorbimento sono per lo più fortemente discendenti (verticali e oblique): ad esse sono da ascrivere quasi tutti i **pozzi.** Di questi alcuni sono stati scavati da cascate d'acqua (forma a campana), altri, poco profondi e posti sopra i 1200 m., per corrosione superficiale operata dall'acqua di fusione della neve; altri ancora per ingrandimento di cavità profonde lungo una frattura fino a comunicare con l'esterno. Con i pozzi assorbenti non bisogna confondere certe cavità di affioramento scavate da acqua ascendente sotto pressione e riconoscibili per le caratteristiche già ricordate.

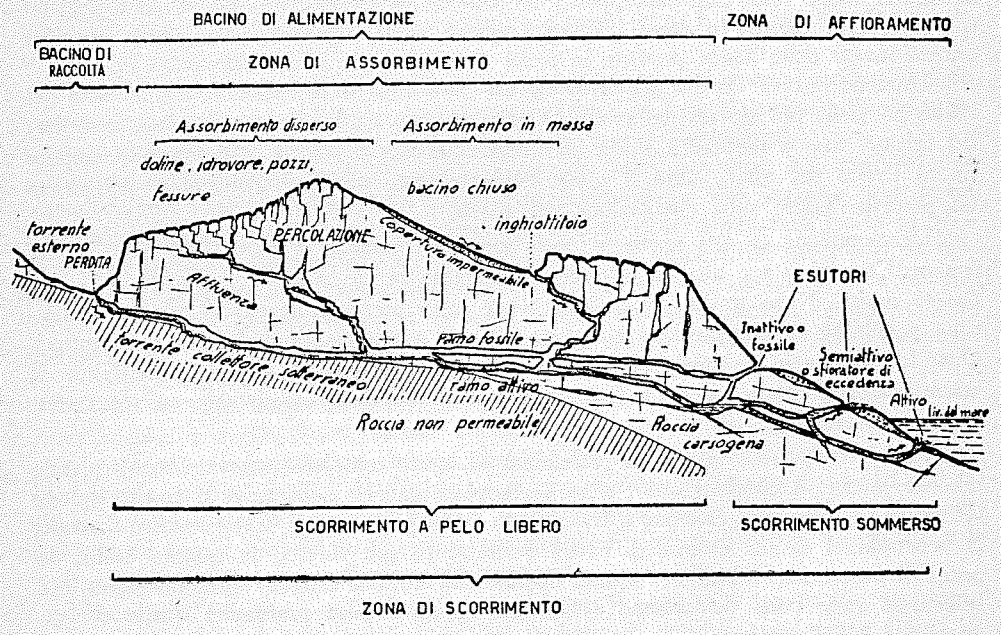



**Fig. 2 - PARTI DI UN SISTEMA CARSICO**



Quando la zona assorbente è rivelata solo dalle manifestazioni esterne si può con disostruzioni o allargamenti rendere accessibili fori occlusi o troppo stretti.

B) **Zona di scorrimento:** comprende anzitutto quei condotti che portano dai fori assorbenti al **torrente collettore ipogeo**, il quale si forma appunto dalla loro confluenza (di solito da 50 a 200 m sotto la superficie del suolo). Nell'esplorare questi *confluenti* è facile essere arrestato dalla strettezza dei condotti o da varie occlusioni, ma in compenso in una zona di assorbimento frazionato esistono molte di queste comunicazioni tra la superficie e il collettore: per raggiungerlo quindi basta che una sola sia accessibile.

Le gallerie percorse dal collettore, scavate a forra, oppure con rami semiattivi e fossili sovrapposti e abbastanza larghi, sono la parte del sistema in cui si può avanzare più facilmente, talvolta per chilometri. Quando la roccia carsogena si spinge sotto il livello del mare o sotto il livello del fondo di una valle (che non sia però una *valle morta,* cioè senza circolazione d'acqua in superficie), si ha un tipo carsico detto *profondo o olocarso*. In esso il collettore, raggiunto il livello predetto comincia a circolare sotto pressione in una zona detta di **scorrimento sommerso,** formata cioè da sifoni che rappresenta un ostacolo spesso insormontabile per l'esploratore (v. fig. 3).

C) **Zona di affioramento:** è costituita da quei fori attraverso a cui le acque del collettore ipogeo (che spesso presenta delle *diffluenze* nella zona di scorrimento prossima all'affioramento) escono dalla roccia carsogena. Ciò avviene generalmente all'aria libera, ma non è raro che avvenga sotto una coltre di materiale alluvionale (sabbie, ghiaie), entro cui l'acqua continua a scorrere e si sottrae così ad ogni osservazione (v. fig. 3). I fori di uscita vanno sotto il nome generico di **esutori o emuntori.** *Risorgenze* si dicono i riaffioramenti di torrenti inghiottiti attraverso a perdite.

Gli esutorii si presentano come:

1) vaste gallerie inclinate da cui l'acqua esce a pelo libero, oppure anche da fessure anguste, *ma scorrendo su uno strato impermeabile sottostante,* caso caratteristico di un tipo carsico detto *superficiale,* facilmente penetrabile dal basso.

2) *Sorgenti valchiusiane*: in cui l'acqua affiora salendo attraverso il braccio ascendente di un «sifone» spesso molto profondo (talvolta sottomarino): caso caratteristico del carso profondo.

Grande importanza hanno anche gli esutorii semiattivi, detti *sfioratori di eccedenza* o *uscite di troppo-pieno,* che sono accessibili nei periodi di magra.

# III
# RICERCA DI NUOVE GROTTE

A differenza di altri campi, in speleologia c'è una certa difficoltà iniziale nel reperire l'oggetto delle proprie ricerche, cioè le grotte.

Questo è il primo ostacolo che incontra chi desidera dedicarsi alla esplorazione speleologica di una zona o di una regione. Ecco alcuni consigli su come comportarsi:

## 1. INFORMAZIONI DA VARIE FONTI

Prima di mettersi in campagna è indispensabile un lavoro preparatorio, che consentirà di dirigere convenientemente le ricerche da svolgere in loco; soprattutto conoscendo quello che è già stato fatto da altri speleologi si evita di ripetere lo stesso lavoro, ciò che sarebbe pressochè inutile per il progresso delle conoscenze speleologiche e darebbe anche poche soddisfazioni agli esploratori.

Fonti di informazione sono:

le **pubblicazioni** di carattere generale (guide turistiche e alpinistiche, monografie geografiche e storiche locali, trattati di geografia fisica e geologia) o di carattere specializzato come gli scrittti apparsi su riviste speleologiche o scientifiche in genere.

**Notizie inedite** presso gli archivi di Gruppi Grotte o a conoscenza di singoli specialisti.

**Schede del Catasto Grotte** (v. cap. IX) copia delle quali si può trovare presso i Gruppi Grotte o gli incaricati locali.

**Informazioni in loco:** talvolta si ottengono per corrispondenza dalla cortesia dei Sindaci o di Società pro-loco, ma meglio di tutto è interrogare il maggior numero di abitanti, specie i cacciatori, boscaioli, pastori ecc. Su molte di queste informazioni bisogna fare la tara, ed è bene indurre l'informatore ad accompagnarci all'ingresso delle cavità indicateci.

Non si trascuri di curare i buoni rapporti con gli abitanti, cosa doverosa ed utilissima per il buon svolgimento delle operazioni di campagna.

**Carte geologiche:** la carta geologica d'Italia (v. pag. 81) si stampa in fogli in scala 1:100.000 (corrispondenti ai fogli della Carta dell'I.G.M.). Con diversi colori sono indicati affioramenti di rocce originantesi in diversi periodi geologici. Poichè, nei limiti di una regione, le rocce di ciascun periodo hanno pressochè le stesse caratteristiche litologiche (cioè sono carsogene, oppure no) basta leggere sui lati della carta a quali colori corrispondono rocce carsogene (v. pag. 7) e dirigere le nostre ricerche solo verso le aree contraddistinte da questi colori.

Dalla disposizione degli affioramenti si può anche sapere se trattasi di carso superficiale o profondo, considerazione assai utile per l'esplorazione. Altri dati utili forniti da queste carte sono la direzione, immersione e inclinazione degli strati e l'orientamento delle principali fratture da cui si possono dedurre le più probabili linee di sviluppo dei sistemi sotterranei.

**Le tavolette al 25.000** della carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare (v. pag. 81), in cui sono presentate dettagliatamente le forme del rilievo possono indicare manifestazioni carsiche esterne, da cui dedurre esistenza e posizione di manifestazioni sotterranee. Sono principalmente visibili grandi doline, bacini chiusi ecc. (una curva di livello che ne comprende altre di quota inferiore: se ivi finisce un corso d'acqua, esiste un inghiottitoio), piccole doline (indicate con un segno «-» nell'interno di una lumeggiatura circolare), perdite, esutorii, ecc. Talvolta la grotta è segnata sulla carta, altra volta l'esistenza di fenomeni carsici si può dedurre da nomi dialettali, caratteristici delle varie località.



## 2. RICOGNIZIONE ESTERNA E DELIMITAZIONE DEI SISTEMI CARSICI

Dopo aver consultato tutte le fonti di informazione, escludendo le località dove non affiora roccia carsogena, avremo già un quadro preciso almeno della topografia esterna della zona in cui intendiamo svolgere le nostre ricerche.

Recandoci allora sul terreno, non conviene procedere a caso, visitando cioè le varie aperture di mano in mano che ci si presentano, ma è assai meglio esaminare tutta la zona sotto l'aspetto della morfologia carsica, secondo il quadro tracciato nel capitolo precedente. *Anzitutto occorre tentare di delimitare i vari sistemi carsici* sotterranei e individuare le loro parti (assorbimento, scorrimento, affioramento). In tal modo, trovata una cavità appartenente a una di queste parti, potremo dedurre l'esistenza delle altre e avere indicazioni su dove probabilmente si trovino, sulla loro forma ed entità. Questo è più facile a farsi per i sistemi attivi, e quindi relativamente giovani, più difficile in zone di carso senile, ma non per questo meno utile, perchè si desume così l'esistenza di quelle parti del sistema bloccate da frane o concrezioni e ritrovabili dopo opportune disostruzioni.

Un sistema può essere limitato:

a) *da condizioni geologiche*: quando cioè la roccia carsogena è circondata da roccia impermeabile nella quale naturalmente non si estendono le cavità. Il contatto tra i due tipi di roccia può avvenire lateralmente e inferiormente: in questo ultimo caso il collettore del sistema si approfondisce fin che arriva a scorrere sulla coltre rocciosa impermeabile ed esce da quegli esutori proprii del carso superficiale.

In certi tratti la roccia calcarea non è fratturata per cui non è più permeabile. Queste fasce di calcare impermeabile possono delimitare due sistemi diversi, che talvolta si sviluppano molto vicini senza comunicare affatto. *Non si commetta quindi l'errore di credere che tutti i fori che si aprono in una stessa montagna calcarea debbano necessariamente comunicare.*

b) *da condizioni geografiche*: queste *non* sono rappresentate dalle linee di displuvio che delimitano le acque scorrenti in superficie, poichè le acque sotterranee seguono le fratture della roccia e quindi spesso scavano sistemi di grotte i cui fori di assorbimento si trovano su un versante e gli esutori si trovano sul fianco opposto della stessa catena di montagne (come nell'esempio già ricordato del traforo idrogeologico). Oltre alle linee spartiacque altre caratteristiche della superficie del terreno possono trarre in inganno chi vuole individuare il percorso di un torrente ipogeo.

Per esempio un torrente che si infila sotto terra (inghiottitoio o perdita) solo talvolta conserva nel suo corso ipogeo senso e direzione che aveva fin che scorreva in superficie, spesso cambia l'uno e l'altro, oppure il senso di scorrimento delle acque si inverte totalmente, appena queste vengono inghiottite.

Così il solco di una *valle morta* (non più percorsa da acque superficiali) non sempre sta a indicare la direzione seguita sottoterra dal collettore del sistema: ciò avviene se la valle si è originata per fusione di *sprofondamenti* allineati al di sopra del torrente sotterraneo. Se invece la valle è stata scavata da altri agenti (come ad esempio per esarazione di antichi ghiacciai) la direttrice del collettore sotterraneo può tagliarla trasversalmente e andare ad uscire da tutt'altra parte, sovente in altra valle, parallela a quella morta, e posta a quota inferiore.

Le condizioni geografiche che impongono limiti al sistema sono invece quelle gia considerate nel caso del tipo carsico profondo o olocarso: il livello del mare o il livello (e il corso) di una valle pianeggiante attiva (cioè che presenta circolazione idrica esterna, pur avendo il letto scavato in roccia carsogena).

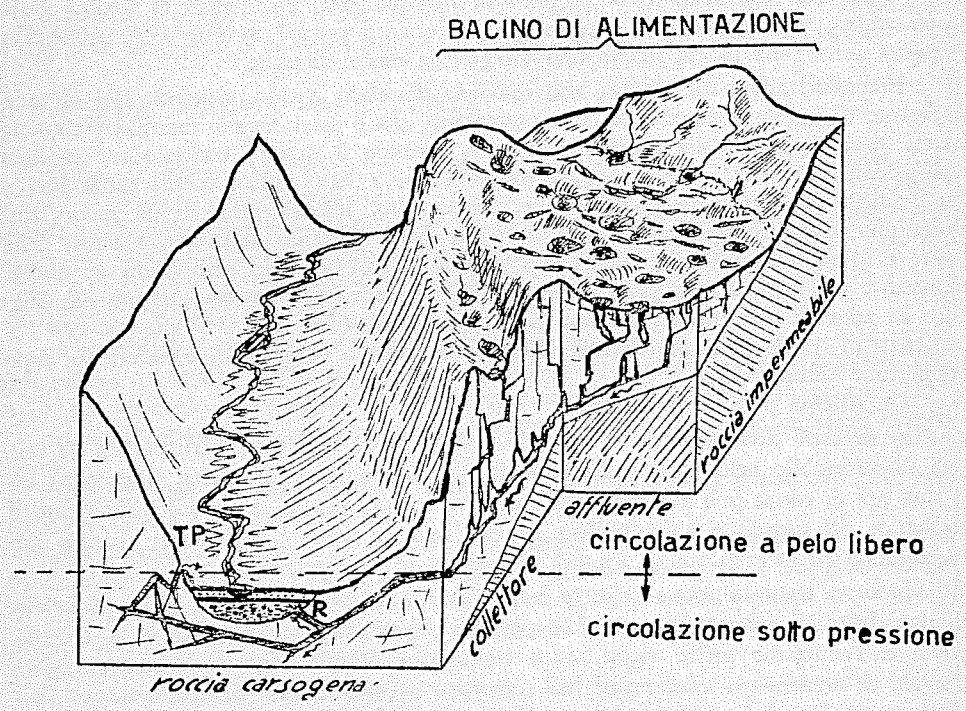



**Fig. 3 - SISTEMA CARSICO CON AFFIORAMESTO IN PIENA ROCCIA CARSOGENA (la zona di affioramento è ingrandita rispetto al resto del sistema)**

E' questo il caso più complicato che può offrirsi allo speleologo ben intenzionato di individuare e delimitare un sistema: merita quindi soffermarcisi tenendo sott'occhio la fig. 3, che rappresenta un sistema delimitato a destra da strati impermeabili, in basso e a sin. da un fondo valle. Ha due esutori collegati con la zona di scorrimento sommersa. Uno (R) è sempre attivo; attraverso ad esso le acque appena uscite dalla roccia *prendono a scorrere nel terreno alluvionale del fondovalle* e si sottraggono così completamente agli occhi dell'osservatore esterno. Il secondo esutorio (TP) è uno sbocco di eccedenza, visibile, situato sul lato opposto della valle, ma da esso non esce che una minima parte dell'acqua del collettore. Dopo un esame esterno si è portati quindi ad attribuire a TP un bacino di alimentazione molto piccolo e posto sullo stesso fianco della valle in cui si apre TP. Conclusioni evidentemente errate, che solo una esperienza basata sull'immissione di coloranti, come si vedrà, può correggere.

In pratica è raro trovare tutte le complicazioni di questo esempio, ma nel delimitare i sistemi del carso profondo occorre aver presente anche queste possibilità.



## 3. RICERCA DI CAVITA' IN ZONA DI ASSORBIMENTO

**Inghiottitoi e perdite** si localizzano facilmente esaminando i corsi d'acqua nel punto in cui passano da un letto in roccia impermeabile alla roccia carsogena (v. fig. 3) (servirsi della carta geologica); anche il letto torrentizio rimasto asciutto dopo l'assorbimento può servire ad indicare queste aperture a chi percorre la zona. Se la perdita avviene attraverso a fori inaccessibili (troppo angusti, coperti da alluvioni, occupati interamente dall'acqua) si cerchino i fori anticamente assorbenti (fossili) nel tratto di letto asciutto a valle, oppure sui fianchi di questo. Non trovando tali passaggi si stabilisca il probabile percorso del torrente ipogeo e si tentino eventuali pozzi posti sopra di esso (o sopra suoi affluenti sotterranei).

Nel *carso nudo* ad assorbimento molto frazionato è più difficile trovare aperture accessibili che non in un *carso con pochi inghiottitoi* (che assorbendo ognuno le acque di una superficie assai estesa, sono stati allargati maggiormente dall'erosione. Di per sè i fori più promettenti sarebbero quindi quelli posti sul fondo di grandi depressioni, ma spesso per la loro posizione sono ostruiti da materiali clastici o alluvionali. In tal caso offrono migliori possibilità quelle cavità (di tipo fossile) poste sui fianchi, che si presentano come antichi inghiottitoi (segni di erosione sulle pareti, pozzi elicoidali o cunicoli a meandri).

Il carso nudo specie sopra i 1000 m presenta talvolta pozzi a imbocco molto ampio; non si creda per questo motivo che debbano dare accesso a cavità profonde, poichè il loro allargamento (nel caso di assorbimento frazionato) è dovuto alla grande azione corrosiva che svolgono inizialmente le acque meteoriche, azione che si può applicare anche a fratture poco profonde e in ogni caso termina dopo pochi metri. Nella nostra ricerca dovremo infatti badare soprattutto alla *entità delle fratture* in cui sono scavati gli orifizi. Su una superficie carsica la corrosione, allargandone i bordi, mette bene in evidenza le fratture della roccia; le diaclasi poco profonde sono in genere numerose e disposte parallelamente a tre direzioni dominanti. Le poche fratture che non seguono queste direzioni sono di solito le più profonde e offrono la possibilità di notevoli sviluppi sotterranei: spesso ospitano il collettore del sistema, che quindi segue la loro direzione.

## 4. RICERCA DI CAVITA' IN ZONA DI AFFIORAMENTO

Volendo penetrare in un sistema partendo dal basso, si ricordi che gli esutori attivi sono penetrabili direttamente solo nel caso del carso superficiale (e non sempre). Nel tipo carsico profondo si presentano invece sorgenti valchiusiane, quindi non accessibili con mezzi normali.

Migliori possibilità offrono le uscite di troppo pieno e gli esutori fossili (talvolta anche molto lontani da quelli attivi; non si confondano in questo caso quelli valchiusiani con pozzi assorbenti). Essi vanno cercati arretrando e salendo (in direzione della zona di assorbimento) lungo l'accidente geologico (faglia, giunto di stratificazione ecc.) o geografico (fondo valle), che determina l'esutorio attivo.

A parte la possibilità di accedere o meno nell'interno del sistema, l'esame degli esutori può dare alcune utili indicazioni generali: dalla **analisi dei materiali alluvionali** trasportati dalle acque sotterranee (nel caso contengano costituenti minerali caratteristici di un dato livello stratigrafico o di un dato affioramento) si può stabilire la provenienza delle acque che li hanno trasportati cioè individuare il bacino di alimentazione del sistema, o la zona di scorrimento.

Il volume dell'acqua emessa dagli esutori può dare una idea sulla estensione del bacino di alimentazione del sistema. Ciò non si può stabilire in modo assoluto, perchè è impossibile tener conto di tutti i fattori (quantità delle precipitazioni, acqua evaporata, utilizzata da vegetali, acqua di condensazione interna, esutori nascosti ecc.) ma può essere un dato indicativo se paragonato con la portata di esutori di sistemi analoghi e già noti, posti nelle vicinanze.

Altre indicazioni le abbiamo dalle **variazioni delle portate.**

Questo è anzitutto un mezzo per scoprire se una sorgente è carsica o no: gli esutori carsici emettono grandi quantità di acque e presentano grandissime oscillazioni di portata. Se a seguito di forti piogge un grande aumento della portata si trasmette lentamente dalla zona di assorbimento agli esutori, si conclude che si deve almeno verificare una di queste condizioni:

1) sul bacino di raccolta c'è una copertura di roccia impermeabile o di terreno vegetale;

2) il torrente interno non ha gran pendenza;

3) possiede nel suo interno dei meccanismi regolatori particolari. Si possono considerare tali quei vasti bacini serbatoi, che si riempiono solo in piena, a monte di restringimenti, quando l'acqua non può più essere smaltita attraverso a questi. Sovente però il livello sale fino a raggiungere gallerie semi-attive, attraverso a cui l'acqua riprende a scorrere liberamente, cosicchè la trasmissione della piena viene solo ritardata. Una tale configurazione interna assicura, in periodo di magra, di poter superare strettoie e sifoni attraverso ai passaggi superiori semi-attivi. (v. fig. 4).

Se invece le piene si trasmettono velocemente vuol dire che:

1) il bacino di raccolta è in gran parte un carso nudo;

2) il collettore deve essere in notevole pendenza;

3) non possiede meccanismi regolatori particolari.

Ciò non vuol dire che non ospiti anche grandi bacini serbatoi nel suo interno, ma solo che questi sono pieni anche in magra.

Per sapere se esistono o no tali bacini, occorre vedere il tempo che impiega un colorante a precorrere il sistema, poichè esso viene rallentato da qualsiasi tipo di bacino.

## 5. RICERCA DI PROSECUZIONI NELLA ZONA DI SCORRIMENTO

Dopo essersi infilati in una apertura qualunque del sistema occorre trovare nel suo interno le prosecuzioni in modo, se possibile, da attraversarlo completamente. Ecco un elenco dei principali ostacoli che si possono incontrare e in base ai quali si stabilisce con che attrezzatura compiere l'esplorazione.

a) **Risalendo il sistema dagli esutorii** (o anche scendendo il torrente, nel caso del traforo idrogeologico): *bacini con acqua alta, sifoni,* (talvolta solo temporanei), *ostruzione* per *depositi alluvionali* nei rami semi-attivi o per *concrezioni* nei rami fossili, *cunicoli angusti,* spesso a forma labirintica; *salti* da risalire: *cascate, camini.*

b) **Scendendo da fori assorbenti:** *pozzi* percorsi o no da acqua, *occlusioni* per *cono di detriti* di provenienza esterna, per *ammassi di blocchi franati,* talvolta cementati da concrezioni, occlusioni di *neve e ghiaccio* (spesso temporanee), strette *fessure meandriformi tra un pozzo e l'altro, laminatoi, restringimenti* in genere.

*Seguendo il collettore sono da preferirsi i rami superiori a quelli attivi* i quali ultimi presentano spesso sifoni. Se il sifone è prodotto da un restringimento del condotto, anche mancando nella grotta rami superiori veri e propri è frequente trovare dei



cunicoli che costituiscono semplici e provvidenziali « scavalcamenti » del sifone (fig. 4). Essi presentano le caratteristiche dei condotti scavati sotto pressione e vanno tentati anche se sono angusti e difficilmente raggiungibili.

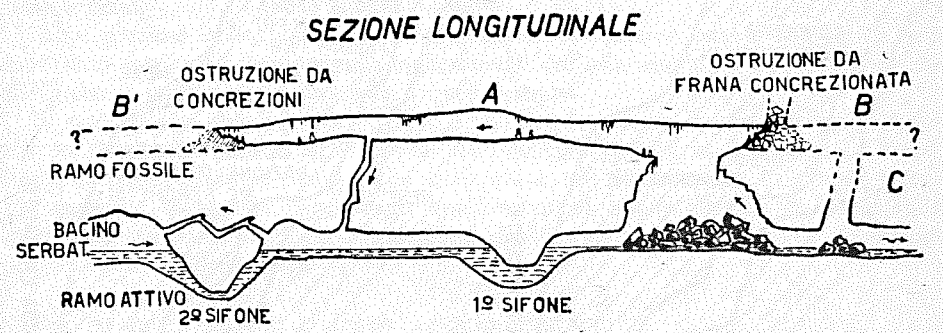



**Fig. 4 - PROSECUZIONI NELLA ZONA DI SCORRIMENTO**

**A = tratta di ramo fossile che consente di superare il 1° sifone.**
**S = cunicolo che durante le piene funziona da scaricatore del bacino serbatoio a monte e serve a «scavalcare» il 2° sifone.**
**B e B' = tratti del ramo fossile chiusi da ostruzioni. La loro esistenza si desume dall'aver trovato il tratto A. Il tratto B si può raggiungere risalendo il camino C.**

Le gallerie dei rami fossili, anticamente comunicanti tra loro, possono essere separate a causa di occlusioni varie: basandosi sulla disposizione dei tratti ancora aperti e sapendo che queste gallerie seguono l'andamento di quelle attive sottostanti, si deduce l'esistenza e la posizione delle parti non più comunicanti: spesso queste si possono raggiungere attraverso fori a « camino », che mettono in comunicazione un piano di gallerie inferiori accessibili, con la galleria superiore inesplorata (comunicazioni spesso originate per sprofondamento e quindi rivelate da ammassi di blocchi rocciosi sul pavimento della galleria inferiore (v. fig. 4).

## 6. OSSERVAZIONI SULL'ARIA DELLE GROTTE

La **circolazione dell'aria** nell'interno di una cavità può essere prodotta talvolta da brusche variazioni della pressione atmosferica (fenomeno in genere di breve durata e irregolare), da trascinamento di aria ad opera di un torrente che si infila sottoterra, dall'azione del vento sulla superficie carsica esterna, da movimenti locali prodotti da una cascata, ecc. Tolto il primo e l'ultimo caso, quando avvertiamo una corrente d'aria continua, possiamo concludere che esiste una comunicazione tra due o più aperture esterne di uno stesso sistema sotterraneo.

Il caso più comune e per noi interessante è però quello prodotto da queste condizioni: *a*) esiste differente densità tra l'aria interna della grotta e l'aria esterna (a causa della differenza di temperatura e di umidità); e ciò praticamente si verifica sempre; *b*) la cavità presenta due aperture a differente altitudine. Si crea allora una corrente d'aria che può andare dal basso verso l'alto oppure viceversa. Il primo caso si ha in inverno, quando l'aria interna (a temperatura costante durante tutto l'anno) è più calda dell'aria esterna; in estate essendo il contrario, l'aria circola dall'alto verso il basso. Sovente nelle mezze stagioni la corrente inverte il suo senso passando p.es. dal dì (aria esterna più calda) alla notte (aria esterna più fredda). Ci sono naturalmente momenti

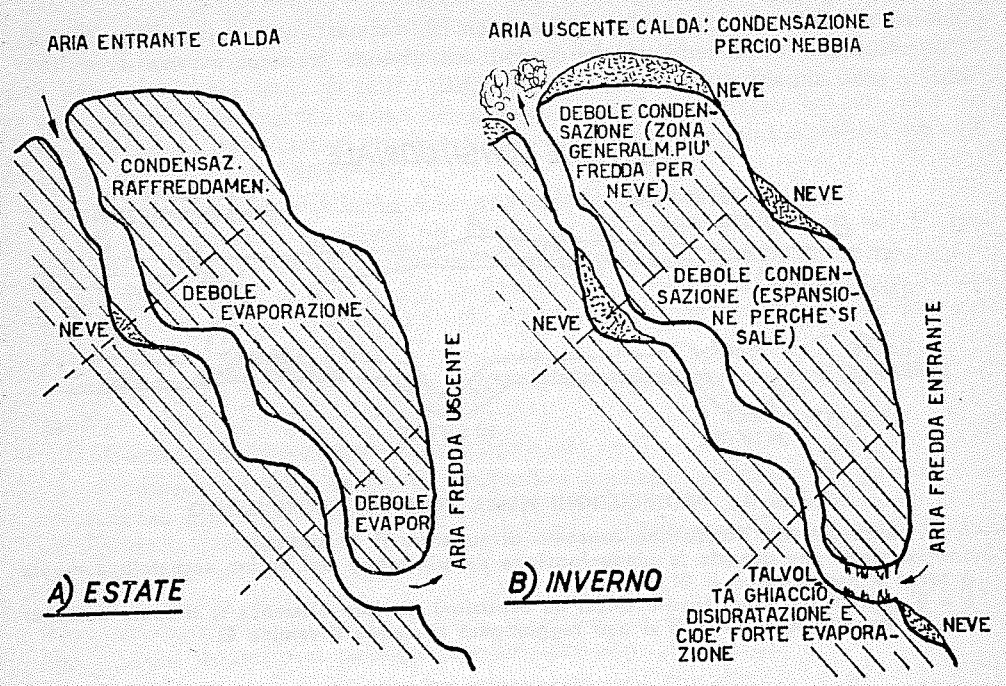



**Fig. 5 - CIRCOLAZIONE DELL'ARIA IN GROTTA DI MONTAGNA**
**(da uno schema di P. Chiesa)**

in cui la velocità dell'aria è nulla. Notando attentamente tutte le correnti d'aria (senso, intensità, luogo, ora, stagione), si possono trarre deduzioni importanti sull'esistenza di altre aperture e sulla loro ubicazione, ricordando oltre quello che ho già detto che la violenza della corrente nel caso considerato è tanto maggiore quanto maggiore è il dislivello tra i due fori, maggiore la differenza di temperatura e quindi di densità tra le due colonne d'aria quella interna e quella esterna), quanto più sono larghe le gallerie attraverso a cui l'aria passa e invece, a paragone di queste, è stretto il punto in cui si osserva la corrente. Si ricordi poi che questa circolazione non si verifica solo tra fori assorbenti ed esutorii, ma anche tra due o più fori assorbenti posti ad altitudine differente, ecc. (fig. 5).

Assieme a queste correnti d'aria, occorre badare talvolta alla **temperatura dell'aria,** che varia a seconda che una grotta comunica con cavità profonde oppure è chiusa dopo breve tratto. In quest'ultimo caso se la grotta è discendente vi si raccoglie aria più fredda della temperatura media annuale del luogo, se ascendente, aria più calda. Non verificandosi queste condizioni la cavità è promettente dal punto di vista dell'esplorazione; ad esempio i pozzi in cui la neve si ferma fin a estate avanzata, se non c'è corrente d'aria, hanno scarso interesse, mentre in una zona di assorbimento ricca di buchi, per individuare le aperture comunicanti con cavità profonde, conviene fare una ricognizione esterna quando la superficie è ricoperta di neve recente e individuare così i pochi fori beanti, grazie all'aria calda interna che ha fuso la neve.

Allo stesso modo una cavità ascendente che in estate soffia aria fredda è probabilmente l'esutorio fossile di un sistema sotterraneo, o in ogni caso una grotta alquanto estesa. Tali correnti di aria fredda e umida uscenti da grotte si avvertono d'estate anche a notevole distanza dall'ingresso e non bisogna trascurare di seguirle. Le aperture che le emettono sono anche rivelate dalla vegetazione particolare che cresce intorno a loro orifizio.



Altre preziose indicazioni sulla comunicazione di aperture esterne con cavità profonde sono fornite da misure sulla *radioattività dell'aria,* che nelle parti più interne delle grotte è notevolmente superiore a quella esterna.

Si può operare con contatori Geiger o misurando quanto tempo impiega a scaricarsi un elettrometro le cui lamine o fili sono collegati con l'aria della grotta. Ciò avviene più rapidamente se l'aria è più ionizzata e tale ionizzazione è appunto opera delle particelle radioattive. Interessanti applicazioni di questo metodo si hanno sulle superfici ad assorbimento disperso quando si debba scegliere un'apertura da disostruire o da allargare artificialmente.

## 7. USO DI COLORANTI E VARI ACCORGIMENTI

Un mezzo particolare per stabilire una comunicazione tra cavità percorse da acqua è quello delle **colorazioni**, largamente impiegato nelle ricerche idrologiche e talvolta per risolvere problemi di esplorazione: il suo impiego in questo campo è più limitato solo per l'elevatissimo costo dei coloranti. Quello più universalmente impiegato è la fluorescina, polvere color arancione, verde fluorescente se sciolta in acqua. Un Kg di questa sostanza, secondo il Trombe, colora 40.000 metri cubi d'acqua. Anche quando la colorazione non sia evidente la si può rendere visibile mediante reagenti chimici (ammoniaca). Se ciò dipende dall'essere l'acqua torbida, la colorazione resta visibile dopo di averla filtrata. Inoltre questo colorante può stare in acqua dei mesi prima di perdere il suo effetto.

Per stabilire la quantità da usare il Martel diede la formula: $N = L \times M$ ($N$ = Kg di fluorescina, $L$ = Km di percorso sotterraneo presunto, $M$ = metri cubi di acqua al secondo). In pratica conviene abbandonare perchè tale formula è valida per percorsi in buona pendenza, senza grandi bacini serbatoi interni (la cui esistenza come già visto, non ci può essere svelata dalla rapidità o meno con cui si trasmettono le piene ed è tutt'al più presumibile, se si tratta di tipo carsico profondo). Perchè l'effetto sia buono la fluorescina (meglio se già in soluzione concentrata) va immessa tutta insieme in un punto dove l'acqua non ristagni e possibilmente non in un affluente ma nel collettore del sistema, affinchè non subisca troppe diluizioni successive. In seguito non bisogna stancarsi di fare osservazioni ai vari esutorii da cui si presume che l'acqua possa uscire. Talvolta questo accade dopo settimane e anche mesi: in questo tempo occorre fare regolari prelievi, anche quando l'acqua non pare colorata; dopo i primi giorni le osservazioni si possono fare anche solo ogni 12 ore e più, poichè tale sarà il tempo minimo durante il quale la risorgenza emetterà acqua colorata. Questo fatto non manca di mettere in allarme gli abitanti dei luoghi attraversati dal corso d'acqua colorato, tuttavia costoro possono essere assicurati che la colorazione non è dannosa nè per le persone che bevono l'acqua, nè per le cose.

Indicazioni sulla provenienza delle acque sotterranee si possono avere dalla loro temperatura più elevata e in genere anche più costante che non quella delle acque sorgenti, esaminandone la composizione e il PH (sempre superiore a 7).

Pipistrelli e gracchi (impropriamente detti corvi di montagna) uscenti o entranti in pertugi, rivelano la comunicazione di questi con ampie cavità interne (così è stato scoperto p.es. il famoso abisso di La Pierre - St. Martin nei Pirenei).

Si ricordi anche che certe cavità si aprono improvvisamente per poi richiudersi (specie nei gessi) o vengono chiuse ad arte. Spesso questo succede durante *lavori di strade, cave, gallerie, trivellazioni,* lavori che vanno seguiti dallo speleologo che si interessa a quella zona.

### 8. BATTUTE

Se si vogliono trovare tutte le cavità di una zona e non solo i fori collegati con le parti profonde del sistema, si ricorre alla battuta, che consiste nel percorrere e frugare palmo a palmo tutta la superficie esterna (specialmente le zone assorbenti) ed esplorare poi sistematicamente tutte le cavità piccole o grandi che si sono trovate.

La battuta è un'occasione unica di esplorare grotte che, specie di scarsa entità, non vengono talvolta mai più visitate: occorre quindi non lasciarsi sfuggire nulla. A tal scopo conviene dividere i battitori in due squadre: una che precede, cerca le grotte si accerta che superino i 5 m di sviluppo (v. cap. IX) e le segna con vernice o con banderuole. La seconda squadra su indicazioni della prima, rileva la posizione esatta di ognuna e i dati catastali esterni. In un secondo tempo le due squadre eseguono l'una l'esplorazione delle grotte trovate, l'altra i rilievi topografici e catastali interni. Un lavoro di battuta ben fatto, oltre che portare alla conoscenza di tutte le grotte di una zona, di scoprirne talvolta di molto profonde, ecc., deve permettere di redigere la scheda catastale di ognuna. Consiglio questo lavoro a chi si vuole impratichire delle operazioni topografiche e catastali descritte nei capitoli VIII e IX.

## IV

## EQUIPAGGIAMENTI E ATTREZZI PER L'ESPLORATORE

Cominciamo col dare uno sguardo ai singoli attrezzi ed equipaggiamenti il cui impiego sarà illustrato nei due capitoli successivi.

Non tutti i materiali qui elencati sono indispensabili per svolgere una normale attività esplorativa, a cui ci si può dedicare possedendo solo una parte non molto costosa di essi.

Si osservino però queste precauzioni:

1) usare soluzioni di ripiego solo se non comportano una minore sicurezza personale;

2) non affrontare grotte complesse senza l'attrezzatura e la esperienza occorrente;

3) conservare accuratamente gli attrezzi ed eliminarli appena non danno più garanzia di sicurezza.

### 1. EQUIPAGGIAMENTO NORMALE

**Tuta:** dev'essere di un pezzo solo, in tela robusta, non impermeabile, salvo i casi che vedremo, altrimenti impedisce la traspirazione; rinforzata nei punti di maggior usura, deve lasciare liberi nei movimenti senza essere però troppo larga.

Si può ricavare da una tuta militare che costa, nuova, 700-1000 lire, togliendo le tasche inferiori e assicurando i pantaloni in fondo con un pezzo di elastico che passi sotto il piede. I bottoni ricoperti, come nel tipo militare, sono preferibili alle cerniere lampo. Se si vuole che la tuta duri, ripulirla ogni volta dall'argilla, subito dopo l'uso, e farla asciugare bene.

**Sotto tuta:** ho esperimentato con successo un completo aderente in maglia di lana, che lascia liberi nei movimenti, si presta particolarmente per grotte fredde, e serve anche sotto la tuta di gomma. Altri usano calzoni e maglia di lana comuni.



**Indumenti di ricambio:** in un sacchetto a tenuta stagna, solo per quelle esplorazioni dove si prevede di potersi bagnare completamente.

**Calzature:** in genere scarponi da montagna con suola tipo vibram. Importante, in esplorazione con scale gli scarponi devono avere occhielli per le stringhe e non gancetti, che, impigliandosi nei montanti, creano situazioni pericolose.

In grotte asciutte o brevi si possono usare pedule. In grotte con acqua non alta e anche solo in grotte molto umide, c'è chi preferisce calzature di gomma alte fino al collo del piede, o fin sotto il ginocchio. Lungo piccoli torrenti servono gli stivali di gomma alti. In ogni caso non si commetta l'imprudenza di andare in grotta con suole di gomma liscia.

**Guanti:** in pelle o tela molto robusta, non imbottiti (tipo lavoro) o anche in gomma. Indispensabili in certe manovre di corde e scale, in esplorazioni molto lunghe e per riparare le mani dall'argilla, dovendo prendere appunti.

**Elmetto:** in genere serve ad evitare di battere zuccate; in pozzi ed in arrampicata libera a riparare (fino ad un certo punto) da caduta di pietre, inoltre ha funzione di sostenere una lampada frontale. Nel primo caso è sufficiente un casco in gomma piuma pressata o in alluminio leggero ben imbottito. Dalla caduta di pietre ci si può riparare con un elmetto da guerra, che però è molto pesante e non sempre adatto; vanno bene gli elmetti da minatori o da petrolieri, in materia plastica, ala non troppo larga (prezzo 1000-2000 lire), meno bene quelli da motociclista che tengono troppo caldo e la cui fibra si altera all'umido.

**Fanale frontale:** elettrico (un fanalino da bici non troppo sporgente, o quello di una torcia elettrica) robusto, facilmente smontabile e solidamente fissato all'elmetto, collegato con filo e interruttore a una batteria di pile a secco tenuta entro una scatola stagna o sacchetto impermeabile, generalmente in un taschino della tuta. Essa si può ottenere con pile da torcia elettrica (volt 1,5) in serie o con una pila con morsetti da 4,5 volt (dimensioni cm 10 × 8 × 3,5) esistente in commercio.

Queste danno almeno dieci ore di luce, anche se usate nelle peggiori condizioni. Il rendimento delle pile aumenta notevolmente se si tengono al caldo (a contatto del corpo), all'asciutto e se non si usano in continuità.

In Francia si usa molto la *lampada frontale ad acetilene,* collegata con un tubo a un generatore o a una bombola di gas appesa alla vita, lampada che, se è costruita a regola d'arte, dà luce ottima.

**Cordino personale** di nailon, diametro mm 6, lungo metri 7-12. Portato attorno alla vita tiene poco posto e sostituisce bene gli scomodi cinturoni. Poichè regge (nuovo) 3-400 Kg, serve, specie in « punta » e in ricognizione a scendere piccoli pozzi e simili. Badare che si usura molto facilmente. Ad esso si attacca un moschettone o due, quando occorra, specie in discesa di pozzi.

Una luce diffusa e forte, in grotta si ottiene di solito con **lampade ad acetilene** il cui schema si vede nella fig. 6. Nel caricarle si badi sempre che il foro di caduta dell'acqua sia libero ed il beccuccio sgombro da incrostazioni; la parte inferiore va riempita di carburo solo a metà; controllare che non vi siano perdite dalla guarnizione. Il tipo migliore è quello « stella » con riflettore (1500-2000 lire); altri tipi leggeri non sono affatto indicati per l'uso in grotta. Un altro vantaggio di queste lampade è il bassissimo costo di consumo. Il carburo non va rovesciato in acqua, specie se in ambienti piccoli, perchè la gran quantità di acetilene che si sviluppa, mescolata all'aria, può formare una miscela esplosiva.

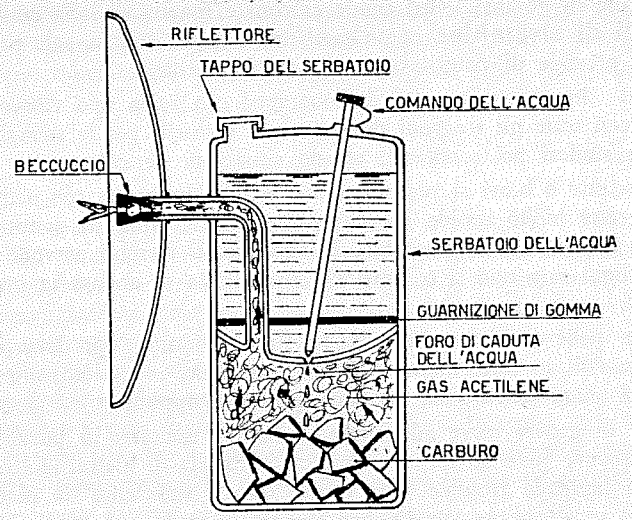



**Fig. 6 - SCHEMA DI LAMPADA AD ACETILENE**

Nel corredo normale dell'esploratore sarà ancora inclusa: una luce di riserva, per es. **torcia elettrica** a due elementi, meglio se ricoperta di gomma; una **scatoletta di medicazione,** una o più scatolette contenenti (al riparo dagli urti e dall'umidità) lampadine di ricambio, fiammiferi o accendino, orologio, tubetti in plastica infrangibile per occasionali reperti, taccuino, matita, piccola bussola, etc.

Tra le altre cose spesso utili: nastro isolante, interruttori e filo elettrico di ricambio, cacciaviti, piccole pinze, beccucci da acetilene e ago per disostruirli, coltello a serramanico, spago, filo di ferro, etc. *Tutte queste cose vanno sempre tenute a portata di mano.* In lunghe esplorazioni si avrà una **scorta di carburo** già rotto in pezzetti entro scatolette a tenuta stagna e una **scorta di pile** molto ben protetta dagli urti e confezionata in modo che non vengano a contatto, scaricandosi. E' utile anche un pacchetto di viveri energetici a testa.

## 2. ATTREZZI DA DISCESA

**Scale:** lascierò da parte i modelli pesanti, che senza offrire maggior sicurezza degli altri rispondono male alle esigenze dell'esplorazione speleologica. Descriverò un tipo leggero con bloccaggio degli scalini ideato da Y. Créac'h e perfezionato da P. Chiesa, che ha avuto ad opera nostra e di colleghi nizzardi il miglior collaudo nell'esplorazione delle grotte di Piaggia Bella, nelle Alpi Liguri, in cui abbiamo raggiunto la profondità di 689 m, una delle maggiori del mondo [1].

(1) Do qui le indicazioni per costruire queste scale, rimandando per indicazioni più tecniche a una nota di C. Volante (in preparazione).



**Materiale: fune d'acciaio** costruita con acciaio di resistenza 180 Kg per mm², che dà ancora una buona flessibilità, scartare quindi l'acciaio dolce. Formazione della fune: 7 trefoli di almeno 7 (meglio 12 oppure 19) fili ognuno, avvolti intorno ad anima metallica (tipo di fune detto «da aviazione»). Diametro della fune: va previsto in modo che la scala presenti un carico di rottura effettivo (che viene sperimentato dal fabbricante) 10 volte superiore al carico che la fune dovrà di solito sopportare, vale a dire che essa deve reggere almeno 700 Kg; meglio se ne regge di più, perchè con l'uso la resistenza delle funi diminuisce.

Le nostre scale sono fatte con funi Fornara (Torino) diam. 3,2, formazione $7 \times 19 + 1$, carico di rottura: 860 Kg per ogni montante, e funi Arcum (Bologna) di 3 mm, formazione $7 \times 12 + 1$, acciaio di resistenza 200 Kg/mm².

**Scalini:** si ottengono segando un tubo di anticorodal e di dural, diametro interno 12, esterno 14 mm, in pezzi lunghi 15 cm.

A 7 mm (minimo) dai bordi si praticano i fori entro cui verrà infilata la fune, che saranno di diametro poco superiore di questa.

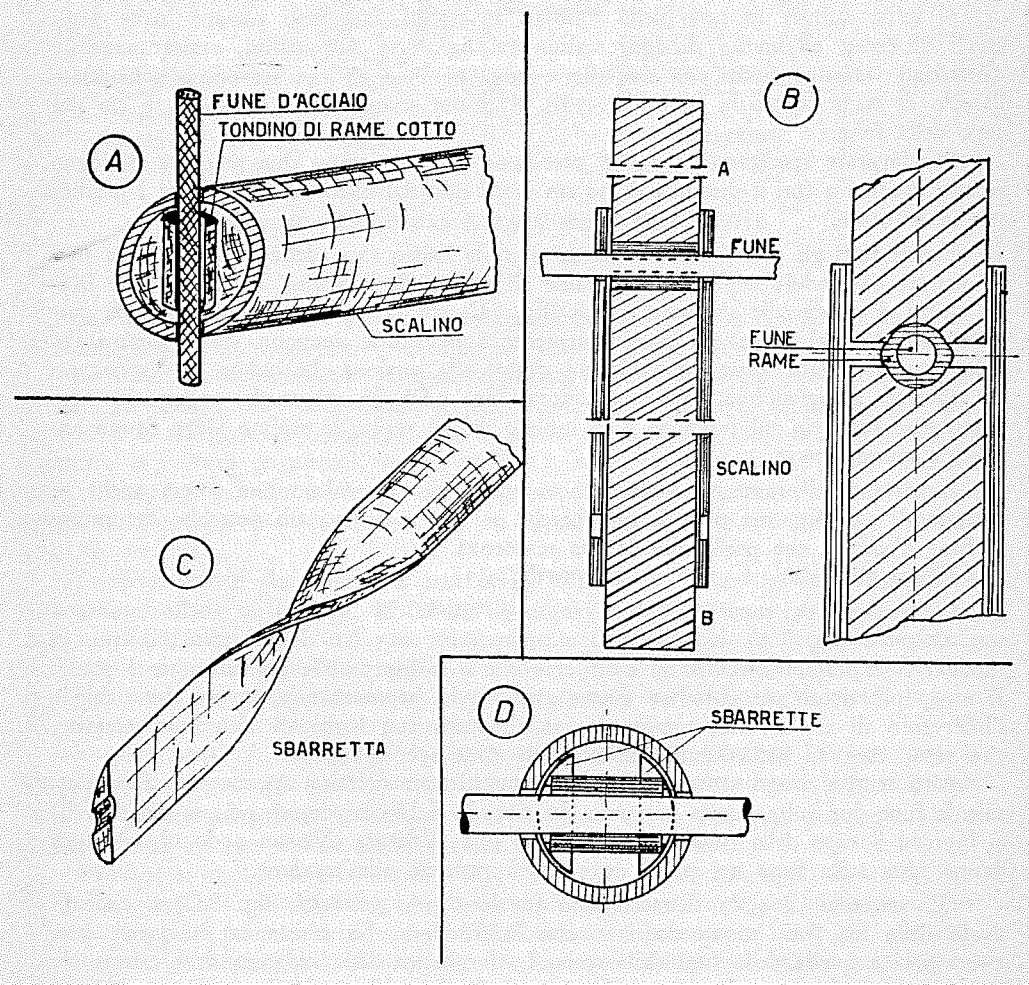



**Fig. 7 - PEZZI E MONTAGGIO DELLE SCALETTE TIPO CREAC'H-CHIESA**

**Gli anelli** per fissare gli scalini si ottengono da un tubo di rame *cotto,* di diametro interno un mm più grande di quello della fune, segandolo in pezzetti lunghi 8 mm.

**Utensili** per il montaggio: martello e punzoni (v. fig. 7 B); il 1° punzone è un tondino di acciaio dolce, lungo più dello scalino, di diam. un po' inferiore al diam. interno di questo, che porta in cima una scanalatura semicircolare appena accennata; il 2° è come questo ma più corto. Il 3° è costituito da una coppia di sbarrette profilate (v. fig. 7 C) in acciaio dolce, spessore 3-4 mm, lunghe poco più dello scalino, a cui è stata data una torsione di 90°, in modo che l'estremità inferiore della sbarretta non è più parallela, ma è ortogonale rispetto all'estremità superiore. Quest'ultima porta trasversalmente la leggera intaccatura semicircolare come per i pezzi 1° e 2°.

**Montaggio della scala:** ogni spezzone di scala sarà lungo 10 m esatti. Per costruirlo si taglia un segmento di fune di 21,2 m circa e se ne saldano i capi in modo che si possano poi infilare agevolmente nei fori dei gradini (stemperare l'acciaio prima di saldare).

Gli scalini si fisseranno a distanza di 30 cm uno dall'altro.

Si infila quindi un capo della fune in 33 scalini, facendolo passare anche negli anelli di rame, *all'interno* di ogni scalino (v. fig. 7 A). Gli scalini, opportunamente distanziati verranno fissati con martello e punzoni 1° e 2°, che servono a schiacciare l'anello di rame contro la fune (fig. 7 B). Il primo scalino verrà fissato a 30 cm dal capo della fune.

Per lavorare speditamente e con precisione si costruiscano due tavolette di legno recanti ognuna 2 fori a distanza di 30 cm *esatti* uno dall'altro, in cui infilare i gradini per la battitura.

Fissati tutti gli scalini da una parte, si infila l'altro capo della fune dall'altra parte, sempre passandolo negli anelli di rame all'interno degli scalini. Per schiacciare questi ultimi si ricorre alle sbarrette ritorte (fig. 7 C) che si infilano parallele da una parte e dall'altra del rame già precedentemente appiattito e vengono spinte contro l'anello ancora da schiacciare, in modo che grazie alla torsione che hanno, si dispongano di traverso, accogliendolo nella scanalatura (fig. 7 D). In tal modo poggiando sulle sbarrette e battendo sul punzone n. 2 infilato dal di sopra, lo scalino viene fissato anche da questa parte.

Importante: il rame va schiacciato in modo che lo scalino non scorra anche se caricato di 250 Kg, ma non di più, perchè se troppo schiacciato potrebbe deformare la fune d'acciaio, che perderebbe la sua resistenza.

Fissati gli scalini si passa ai **raccordi.**

Le estremità dei montanti vanno piegate in modo che facciano un anello intorno a una *radancia* (fig. 8 A). L'anello sarà esattamente a 16,5 cm dagli scalini estremi, in modo che la scala misura 10 m esatti, ciò che è indispensabile per misurare i pozzi. Il modo più sicuro per chiudere questo anello è la *impiombatura,* lavoro che richiede l'intervento di un esperto, oppure la impalmatura con leghe di alluminio pressate, che viene eseguita con sistemi brevettati da ditte specializzate.

Altrimenti si usino *morsetti* (fig. 8), se questi sono del tipo A) conviene farvi passare la fune due volte, messa in modo che tirando si blocca sempre più; se del tipo B) si ingrossi il *capo* della fune con un nodo o una saldatura. Nessun nodo nè saldature vanno fatte sulla fune nei punti dove dovrà resistere alla trazione.

Gli spezzoni di scala si raccordano tra loro con *gambetti* (fig. 8 D) o con gli *anelli* della fig. 8 E (meno sicuri) o con *maschettoni.* La resistenza di questi deve essere pari a quella delle funi della scala. La larghezza della radancia deve essere tale da permettere il passaggio dei gambetti o anelli o moschettoni.



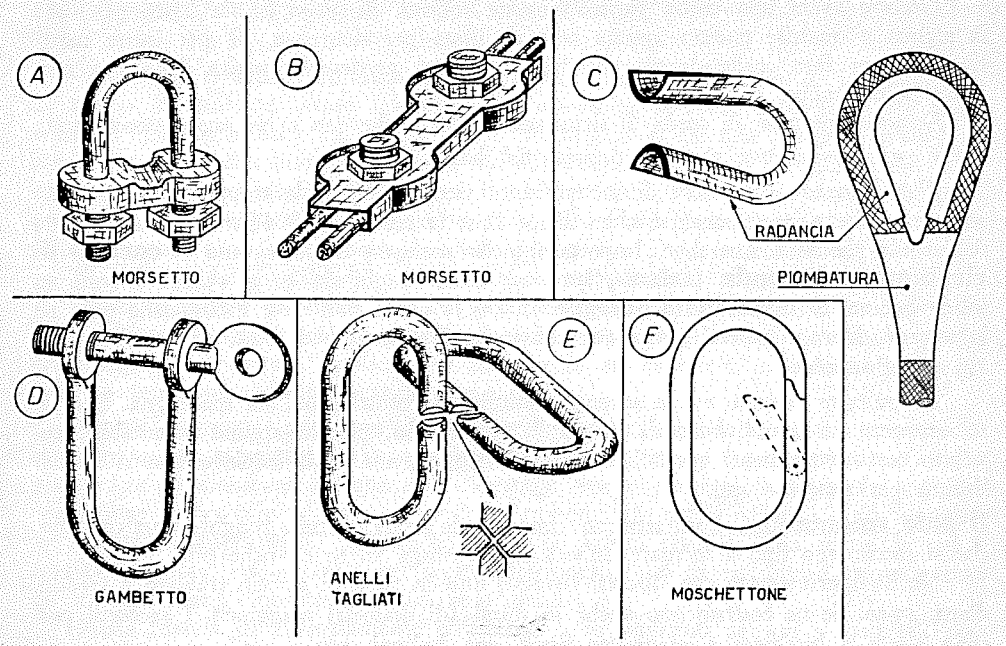



**Fig. 8 - RIFINITURE E RACCORDI PER SCALETTE**

La costruzione di 10 m di scala di questo tipo costa (esclusa la mano d'opera per il montaggio) circa 3.000 lire. Il montaggio richiede 2 ore, per squadra di due.

Le scale vanno lubrificate in qualche modo, specie *all'interno delle funi*: bagni in olio di spurgo delle automobili, nafta, petrolio, ecc. Le funi vanno sempre controllate e la scala messa fuori uso se i montanti hanno subìto schiacciamenti tali da produrre la rottura se piegati, se un trefolo è rotto, se presenta fili rotti con una certa frequenza, se non lubrificata è arrugginita all'interno, se i trefoli sono molto rallentati. Conviene inoltre segnare con un numero ogni scala e tener nota del suo stato di servizio.

Talvolta **chiodi da roccia e martello** servono a fissare le scale. Talvolta è necessario ricorrere a **fioretto e mazzetta** o a un **trapano** con *punta di VIDIA* per scavare il foro del chiodo (in ferro dolce a sez. circolare). Per l'attacco delle scale servono pezzi di corda o meglio di fune di acciaio robusta, lunghi qualche metro. Nei pozzi più ampi e profondi è utile disporre di un centinaio di metri di fune d'acciaio per allestire *teleferiche* volanti.

In certi pozzi si usa un particolare tipo di **telefono leggero** che permette a chi scende di comunicare (cuffia, o meglio laringofoni) con la squadra in cima al pozzo.

Per poterlo prolungare a piacere verso il basso, chi scende può portare a spalla il filo avvolto su una *bobina* che si srotola durante la discesa.

**Corde:** si usino esclusivamente i tipi da roccia. I più autorevoli speleologi italiani ritengono indicate solo le corde di *manilla* diam. 10-12 mm per corde brevi (30-50 m) e 14 mm per corde più lunghe. Personalmente ho sempre usato con soddisfazione corde in nailon (diam. 8-10 mm), che sono più resistenti, imputrescibili, leggere e morbide, anche se bagnate. Hanno tuttavia il difetto di essere piuttosto elastiche.

Occorre avere una corda particolarmente robusta di 30-40 m da usare per dare la scalata a qualche parete: questa non va usata per sicurezza, nè per issare materiali, nè per fare corda doppia, perchè sfibrandosi perderebbe molta della sua resistenza allo strappo.

Servono spezzoni di corda di sicurezza lunghi anche 100 e più metri, senza nodi, specie per la sicurezza a corda doppia, dal basso.

Non bisogna aver paura di mettere fuori servizio le corde troppo usate; possono sempre servire a issare sacchi e altro. Dopo l'uso le corde vanno liberate accuratamente dall'argilla che le rovinerebbe. Importanti nelle manovre di scale sono i **cordini di richiamo e di sonda** (nailon, diam. 2-3 mm) lunghi da 30 a 150 m avvolti su solide bobine. Si usano spesso **pulegge** in cui la corda non deve uscire dalla gola nè incastrarsi. Devono potersi aprire per consentire il passaggio di nodi ed essere leggere (in duralluminio).

Le pulegge possono essere sovente sostituite da moschettoni da montagna. Per fare sicurezza su grandi verticali si usa il **verricello,** piccolo argano smontabile, costruito con accorgimenti speciali e materiali leggeri, ma è di impiego troppo specializzato per trattarne qui.

**Il palo smontabile** è un attrezzo formato da pezzi di tubo lunghi 1,5-2 m l'uno, che si raccordano fino a formare un'asta rigida lunga 10 m e anche più.

Ne ho sperimentato con discreti risultati uno in tubo di acciaio trafilato a freddo, diam. 45-50. Se ne costruiscono anche in dural (di diametri maggiori). I raccordi possono essere a bicchiere a manicotto fissati con bulloni, ecc.

## 3. EQUIPAGGIAMENTI PER GROTTE CON ACQUA

**Canotto pneumatico.** Tipi: biposto (prezzo da 25 a 45 mila lire) o, se l'impiego è limitato, monoposto leggerissimi, reperibili tra i residuati bellici. L'impiego di canotti in grotta presenta i seguenti svantaggi: pericolo di avarie (eventualmente quindi munirlo di rivestimento in tela), di scomodo trasporto nei tratti asciutti, lunghi trasbordi, e non è sempre utilizzabile (v. Cap. VI). Gonfiandolo badare che non entri sabbia o altro nella valvola. Farlo poi asciugare, cospargerlo all'interno e all'esterno di talco, conservarlo in luogo fresco e asciutto. Insieme al canotto è consigliabile e talvolta indispensabile l'uso di un *salvagente,* che lasci liberi nei movimenti, come quelli fatti «a corsetto», o quelli che si gonfiano immediatamente all'occorrenza aprendo con una levetta una bomboletta di gas (residuati bellici).

**Mute stagne:** si trovano facilmente in commercio tipi leggeri in gomma o in materie plastiche, fatti per la pesca subacquea (lire 26.000) o in tessuto gommato, di basso prezzo (residuati). Svantaggi: si tagliano molto facilmente (ma sono tuttavia sempre riparabili), si perde molto tempo a indossarle e sono scomode da portare. Tuttavia sono l'unico equipaggiamento che garantisca di superare tutti gli ostacoli rappresentati dall'acqua.

Per l'uso speleologico le mute impermeabili vanno corredate di un paio di *calzature di gomma* con suola tipo vibram (nn. 44-46), una *tuta di protezione* in tela con paio di *ghette.* Sotto la muta è indispensabile indossare un *completo di lana.* Occorre portare una buona provvista di talco senza il quale è facile strappare la muta mentre la si infila. Con la muta di gomma non sarebbe necessario il salvagente, perchè essa trattiene abbondantemente l'aria nel suo interno, ma bisogna averlo per l'eventualità di uno strappo. La manutenzione è analoga a quella del canotto.



## 4. MATERIALI VARI

**Martello e scalpello** sono utilissimi per rendere accessibile un restringimento, spesso con minimo lavoro (abbattere uno spuntone, rompere concrezioni che chiudono un passaggio, ecc.). In casi di lavoro prolungato si usi una punta di *vidia* o si aggiunga una piccola lima per rifare il filo allo scalpello, senza il quale il lavoro dopo un po' non rende più. Talvolta occorre rendere friabile una roccia molto compatta esponendo le varie parti da abbattere a un forte riscaldamento seguito da un brusco raffreddamento con acqua: usare *lampade per saldare* a gas o a benzina.

Si parla anche di allargamenti effettuati con **esplosivi.**

Usando polvere da mina, per cui occorre scavare il fornello nella roccia, si ottengono buoni risultati solo in prossimità dell'ingresso. Nell'interno si usano esplosivi come dinamite e tritolo, applicandoli alla roccia da abbattere, o facendo prima in essa un foro con apposita «carica cava».

Queste operazioni non sono di facile realizzazione, essendo necessario uno speciale permesso per acquistare ed usare questi esplosivi. *Inoltre se manca corrente d'aria, o questa tira in direzione dell'operatore l'impiego non è possibile, a causa dei gas dell'esplosione,* pericolosissimi, specie l'ossido di carbonio (lo 0,5% nell'aria è già mortale).

Causa di impossibilità può anche essere la natura franosa della roccia in cui è scavata la grotta. Per queste e per molti altri motivi l'uso di esplosivi è assolutamente da scartarsi senza l'intervento di un vero esperto.

Nella marcia di avvicinamento all'esterno o in ambienti agevoli i materiali possono essere trasportati in grossi **zaini** militari. In esplorazione occorre distinguere: se il trasporto è effettuato dalla stessa squadra di punta si usino **sacchi a spalle** più piccoli, simili nella forma a quelli usati in montagna *per arrampicata* (tolto il reggisacco), sacchi che un esploratore può portare con sè anche attraverso passaggi angusti e lungo pozzi, facendo quindi solo eccezionalmente la «catena» e guadagnando tempo prezioso. **Sacchi a tubo** esternamente lisci si utilizzano quando il trasporto è effettuato da una squadra di sostegno. Non conviene esagerare nelle dimensioni di questi sacchi, perchè in genere è più comodo portarne molti non grossi (per es. cm. 35×70) piuttosto che pochi ingombranti. Particolari mezzi di imballaggio vanno previsti per gli oggetti più delicati (borse rivestite di gommapiuma per strumenti topo-fotografici, scatole di latta rigide e sacchetti impermeabili per i viveri, per le batterie elettriche di scorta, ecc.).

Per i collegamenti normali si usano i **telefoni** di tipo militare (ottimo quello americano formato 20×22×9 cm) perchè molto solidi.

In grotta vanno accuratamente isolati. Funzionano con pile da torcia elettrica Volt 1,5. Il *filo* costruito appositamente per questo impiego è difficile da trovare in commercio: come ripiego si usi normale filo elettrico rivestito in plastica, robusto e non troppo pesante. Va arrotolato su bobine, per es. da 500 m l'una. Leggere e robuste quelle in dural.

In esplorazioni prolungate si porta un **fornelletto a benzina** o simile per preparare bevande calde. Un sacco in leggero tessuto gommato offre il minimo di comodità per un bivacco, ma in grotte fredde, volendo realmente recuperare le forze, è necessario il **sacco-letto** o almeno *la giacca imbottita di piumino* (sempre con rivestimenti impermeabili); idem per soste prolungate «in appoggio»,, in tal caso sempre in grotte molto fredde un **fornelletto a gas liquido** con bomboletta da 3 Kg offre almeno 6 ore di buon calore.

Maggior organizzazione e maggior numero di materiali occorrono per impiantare un **campo sotterraneo,** da riservarsi ai rari casi in cui esso sia indispensabile per

portare a termine la esplorazione. Senza dilungarmi intorno a questo complesso argomento, dirò che il campo sotterraneo vale in quanto si riesce a creare all'interno delle tende (« canadesi » normali) un ambiente il più possibile simile a quello esterno, tale cioè da consentire un riposo veramente ristoratore. Ciò si attua praticamente con opportuno isolamento dal terreno e diminuendo l'umidità relativa dell'aria entro le tende, con l'elevazione della temperatura (p.es. un piccolo radiatore senza fiamma, funzionante a gas liquido posto esternamente, che serve anche come fornello e per asciugare gli indumenti degli esploratori), o anche solo con una candela posta nell'interno. Il campo va posto unicamente in luogo dove vi sia un attivo ricambio d'aria, perchè con la respirazione e l'uso di combustibili si produce molta anidride carbonica.

Attrezzi e strumenti per rilievi topografici, fotografie, raccolte e misurazioni varie sono descritti nei Capitoli VIII e X.

## V

## CONSIGLI GENERALI SULL'ESPLORAZIONE

### 1. DIFFICOLTA' AMBIENTALI

Anche una grotta poco complicata (senza salti verticali nè corsi d'acqua) presenta difficoltà dovute principalmente all'ambiente.

**L'umidità** dell'aria, di solito vicina al 100% impedisce al sudore di evaporare e in grotta ogni esercizio fisico s'accompagna ad una abbondante traspirazione. Gli abiti restano facilmente inzuppati internamente e anche esternamente perchè vengono a contatto con pareti e suolo bagnato: in tali condizioni **il freddo** si fa sentire appena ci si ferma. Occorre quindi essere poco coperti mentre si è in movimento e indossare una maglia di lana durante le soste. L'efficienza di chi non bada a difendersi dal freddo e dall'umido si riduce moltissimo dopo poche ore di grotta: applicare eventualmente pezze impermeabili all'interno della tuta, ma solo nei punti in cui ci si appoggia al suolo o alle pareti; in lunghe esplorazioni preparare bevande calde e consumare pasti sostanziosi.

Nella scelta dei **viveri** penso sia bene che ognuno segua i suoi gusti, tuttavia sono preferibili gli alimenti che si digeriscono più facilmente e, in vista di sforzi fisici, quelli che non aumentino troppo la produzione di calore da parte dell'organismo (come fanno invece i grassi e la carne). In esplorazioni più lunghe di 8-10 ore non bisogna però limitare la dieta ai soli glucidi (pane, gallette, zucchero, marmellata, frutta secca e sciroppata, ecc.): essi possono essere ben integrati specie da formaggio e carne non grassa in scatola. Come bevande: cioccolato, caffè e the con latte. Durante le esplorazioni conviene escludere gli alcoolici, salvo in casi eccezionali. E' preferibile consumare pasti piccoli e frequenti. *E' importante che i viveri siano protetti dagli urti e dall'umidità e già divisi in razioni.*

L'aria è generalmente respirabile, anche se sovente contiene molta più **anidride carbonica** che non all'esterno (dove se ne ha lo 0,03%). Se questo gas è presente in forti percentuali, la fiamma tende a spegnersi, ogni sforzo costa grande fatica, si ha impressione di calore, e respiro affannoso. Superando il 20% si può restare asfissiati. Questi casi estremi sono rari, ma vanno previsti specie in quelle grotte in cui non si avverte circolazione di aria e che contengono depositi di resti organici.

Chi penetra in una grotta per la prima volta riceve una forte impressione di **disorientamento,** trovandosi al chiuso, in un punto sconosciuto all'interno della terra. Inoltre egli sa di avere come unica via d'uscita quella già percorsa all'andata e tuttavia, dopo qualche centinaio di metri non ha più un'idea ben chiara. In simili occasioni nasce talvolta la paura (solo in rarissimi casi fondata) di non trovare più



la via del ritorno, di trovarla ostruita o di restare sepolto sotto una frana: tutti sintomi di clastrofobia. Questa sorta di ossessione può assalire anche lo speleologo non alle prime armi (solo dopo una prolungata permanenza nell'avverso ambiente sotterraneo): essa si manifesta allora come una imperiosa necessità di fare dietro-front e tornare a vivere all'aria libera.

Il successo di esplorazioni che comportano il superamento di molti ostacoli successivi, bivacchi, campi sotterranei, ecc. dipende da come si sa fronteggiare questa oppressione psicologica data dall'ambiente: capacità essenziale che lo speleologo esploratore, che s'acquista solo con l'allenamento e non va confusa con l'avventatezza di chi supera molti rischi perchè non sa rendersene conto.

Altra dote essenziale dell'esploratore è l'autosufficienza: una squadra composta di elementi che sanno all'occasione operare autonomi e sostituirsi l'uno con l'altro, può suddividersi, come sovente è comodo fare per sveltire le operazioni, o come talvolta diventa necessario in situazioni critiche. Qualche visita solitaria, effettuata da chi è già esperto e con tutte le precauzioni, in grotte non difficili costituisce un ottimo allenamento.

Spesso esplorare una grotta significa avere l'abilità di trovare un passaggio là dove parrebbe che la grotta « finisca ». Moltissime grotte visitate per centinaia d'anni da inesperti, hanno rivelato a un'attenta esplorazione nuove prosecuzioni di notevole lunghezza o profondità. Ciò si ottiene, oltre che ragionando sulla forma della grotta, ecc., secondo gli elementi dati nel Cap. III, anche *operando con sistematicità e testardaggine.* In ogni caso non bisogna accontentarsi della rapida occhiata data dall'unico esploratore giunto in fondo (spesso assonnato e desideroso di guadagnare l'uscita) per concludere che la grotta non continua.

### 2. CUNICOLI E RESTRINGIMENTI

In tutte le grotte esistono budelli, fessure, laminatoi e strettoie in genere, che obbligano ad avanzare a carponi e a strisciare, esercizio questo tra i più faticosi, specie se eseguito senza tecnica, cioè facendo più attrito del necessario contro le pareti.

I pertugi più stretti si superano con un braccio teso in avanti e l'altro aderente al corpo, in modo che le spalle si dispongano obliquamente. *Prima di infilarsi, studiare la forma del passaggio e disporre il corpo dalla parte da cui più s'adatta ad essa*; per il ritorno, se non ci si può girare, ripetere esattamente le stesse mosse compiute alla andata: fare eventualmente vari tentativi senza perdere mai la calma. Voler passare di forza significa il più delle volte restare bloccati.

*Prima di infilarsi in stretti passaggi occorre vuotare le tasche, togliere cinturoni o altro che si abbia sul corpo,* eventualmente anche l'elemetto e gli indumenti sotto la tuta; chi ha la stoffa del fachiro, arriva a spogliarsi completamente, pur di passare. Usando una tuta in due pezzi, o troppo larga o strappata si rischia di restare bloccati. Così pure non conviene infilarsi in molti in un cunicolo inesplorato, perchè ciò renderebbe molto laboriosa un eventuale ritorno.

Nei budelli angusti conviene avanzare a testa prima, fin che non siano troppo inclinati verso il basso. Questi ultimi e ancor più le fessure verticali sono pericolose, perchè è facile lasciarvisi scivolare facendo pressione sulle pareti, mentre è talvolta quasi impossibile risalire a causa della loro levigatezza o della strettezza, che non permette di far forza col piegare braccia e gambe.

Vere trappole sono quelle strette aperture che danno su un pozzetto a forma di campana (*buche da lettere*): si scendono molto facilmente con un salto, ma non sono risalibili senza l'aiuto di un compagno rimasto fuori con una corda.

Sovente si deve percorrere nel senso della lunghezza una fessura molto alta ma tanto stretta da essere accessibile solo in qualche punto, per lo più a mezza altezza. Si avanza allora facendo pressione sulle pareti (piedi-ginocchia-schiena o con il corpo per traverso, spalle-gomiti-ginocchia). Non bisogna fidarsi delle pietre incastrate in queste fessure.

Dovendo attraversare a mezz'altezza una spaccatura più larga, si avanza in « spaccata », ginnastica frequentissima in grotta.

Prima di accingersi a strisciare tra i blocchi di una frana bisogna osservare le sue condizioni: ciò si può tentare se la frana è ben assestata specie quando i blocchi sono cementati da concrezioni calcaree, se invece è instabile occorre assolutamente rinunciare a ogni tentativo, essendo questo uno dei pericoli più gravi in cui può cacciarsi uno speleologo.

Talvolta si può tentare la **disostruzione** del passaggio asportando i blocchi di roccia. Questa operazione è delicata e, anche se la frana è stabile, non bisogna scavarsi il passaggio all'interno di essa, ma tra la frana e la volta della cavità. I blocchi si muovono senza pericolo, esercitando trazione a distanza con fune d'acciaio o corda.

Un buon effetto si ottiene se in capo a queste, prima di tirare, si lega un lungo scalpello o simile, prima infilato tra i blocchi da smuovere.

Quanto all'impiego di esplosivi e agli allargamenti nella roccia viva s'è già detto descrivendo gli attrezzi.

## 3. ARRAMPICATA

C'è in speleologia una tendenza forse un po' esagerata a superare gli ostacoli dell'esplorazione con tecniche « artificiali » (scale, palo smontabile, ecc.) mentre della tecnica più propriamente alpinistica si fa uso solo nei casi più semplici, che d'altra parte si presentano continuamente percorrendo le grotte. Tuttavia bisogna ricordare che il problema dell'esplorazione delle grotte più profonde e difficili è soprattutto un problema di tempo e un metodo ottimo per guadagnare in velocità è appunto quello di sfruttare al massimo la tecnica alpinistica, adattandola alle esigenze delle grotte, ciò che fin ad oggi è stato fatto solo in parte. Si può arrivare a risparmiare una parte degli attrezzi il cui trasporto richiede molto tempo e fatica, e a compiere le varie manovre con maggior disinvoltura e libertà di movimenti, il che significa anche maggior sicurezza.

Nelle grotte a differenza di fuori, **la roccia** calcarea è molto accidentata, ma molti appigli sono « marci » a causa dei processi di corrosione in atto: bisogna accertarsi sempre bene della loro sicurezza prima di utilizzarli.

Certe pareti di roccia sono ricoperte da un sottile strato di argilla scivolosissimo: si preferiranno allora quei tratti percorsi da veli acquei, poichè in questo caso il bagnato aumenta l'aderenza. **L'aderenza** è buona specie sulle colate calcaree che rivestono le pareti con superfici un po' gibbose o granulose; quando diventano verticali queste « cascate di pietra » hanno di solito appigli rovesciati buoni per le mani. In certe colate calcaree, come quelle formate dal cosidetto « latte di monte », la roccia è molto tenera e vi si incidono facilmente scalini. Bisogna invece diffidare da appigli anche grandi formati da concrezioni poggianti su strato di argilla.

In grotta non è possibile arrampicare senza fanalino frontale e tuttavia anche così **l'illuminazione** è assai scarsa e con un'unica fonte di luce si ha una immagine piuttosto falsa della parete: prima di iniziare la salita conviene quindi osservarla illuminata da diverse parti e studiare attentamente il percorso.



Non bisogna dedicarsi a scalate troppo impegnative indossando p.es. le mute di gomma o stivaloni o indumenti che siano di impaccio come tute troppo larghe o strappate.

La tecnica alpinistica forse più frequente in grotta è quella del **camino,** che anche se liscio, possiamo risalire sostenendoci, per contrasto di varie parti del corpo: se è largo abbastanza si sale con le gambe divaricate (spaccata), opponendo i piedi e le mani; se diventa più stretto entrano in funzione tutte le parti del corpo che servono a sostenerci in qualche modo per pressione sulle pareti opposte, analogamente a quanto ho già accennato per l'avanzata nelle fessure.

Di quanto c'è in comune con la tecnica alpinistica ricordo ancora: salire per agilità sfruttando i giochi di equilibrio più che la forza. Coordinare bene i propri movimenti. Innalzarsi e reggersi principalmente sugli arti inferiori usando le mani solo per mantenere l'equilibrio o per far forza in opposizione ai piedi. Tenere le gambe sempre un po' divaricate; non prendere appigli troppo alti con le mani; non usare le ginocchia, nè strisciare lungo la parete, ma tenersene distaccati quel tanto che basta per vedere dove si mettono i piedi e a bilanciare bene il corpo.

Dove mancano sporgenze per appoggiarvisi normalmente, si devono sfruttare le *opposizioni* delle mani con i piedi e dei piedi tra loro, puntandoli contro piccole sporgenze. Soprattutto bisogna poggiare sempre su tre punti sicuri prima di muovere il quarto.

E' raro in grotta trovare del ghiaccio, ma quando capita (pozzi e grotte di alta montagna) si deve sovente usare picozza e ramponi, chiodi da ghiaccio e la tecnica alpinistica relativa, non dimenticando un vestiario adeguato, specie i guanti.

Volendo superare vere e proprie pareti impegnative, la salita sarà effettuata dai due « arrampicatori » della squadra, che giunti in alto assicureranno poi gli altri, mettendo eventualmente corda fissa o scaletta per sveltire le manovre.

I due primi saliranno in **cordata,** legandosi (con nodo non scorrevole...) a 10-20 m, poichè le pareti da risalire in grotta è raro che siano molto alte e poi entro tali limiti presentano di solito un punto di sosta. Il primo non deve certo avere timore di piantare chiodi, se trova le fessure adatte, dal momento che il « purismo » non esiste in speleologia, dato l'intento puramente esplorativo dell'arrampicata. La corda sarà fatta passare in moschettoni attaccati a questi chiodi, in modo da ridurre la lunghezza di un eventuale « volo » del primo e di permettere al secondo *che è fermo in sicurezza* di trattenerlo.

Quando sale il secondo e poi il resto della squadra, **l'assicurazione** si può fare in vari modi. Il metodo a spalla va bene se ci troviamo su un buon ripiano, abbiamo modo di puntare bene il piede verso la parete e assumiamo esattamente la posizione illustrata nella figura 9 C.

Se chi assicura è troppo esposto, può far passare la corda in un moschettone attaccato a chiodo oppure anche legare se stesso a un chiodo con moschettone e cordino personale o usufruire di stalammiti, colonne, solidi spuntoni, *privi di superfici taglienti.*

# VI
# TECNICA SPECIALE DI ESPLORAZIONE

## *A*) CAVITA' CON ANDAMENTO VERTICALE: DISCESA

La maggior parte dei piccoli salti verticali o quasi si scendono come s'è già detto, in arrampicata libera, sempre che la salita si presenti altrettanto agevole. In altri casi (p. es.: scivoli inclinati) è sufficiente il cordino personale fisso. Qualsiasi pozzo con di-

scesa nel vuoto e in genere quelli di notevole profondità vanno scesi esclusivamente con scale e corde. Tentativi fatti da inesperti con semplice corda liscia o a nodi si sono spesso risolti in un disastro. Nell'illustrare la tecnica della discesa seguiremo l'ordine delle operazioni.

1. **Sondaggio** — si può fare 1) gettando una pietra nel pozzo e ricavandone intuitivamente la profondità, o calcolandola in base a questa tabella: (solo se la caduta avviene interamente nel vuoto):

| *Tempo*: *sec.* | *profondità*: m | *Tempo*: *sec* | *profondità*: m |
|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 5 | 85 |
| 2 | 18 | 6 | 113 |
| 3 | 40 | 7 | 142 |
| 4 | 60 | 8 | 170 |

(da Trombe)

Il tempo si calcola da quando si lascia cadere un sasso (di calcare del peso di qualche hg) a quando lo si sente battere sul fondo; 2) con filo a piombo, legando cioè a un *cordino da sonda* un peso almeno due volte quello del cordino stesso (per avvertire quando tocca il fondo). La classica palla metallica dà maggiori garanzie di non arrestarsi su eventuali ripiani. In piccoli pozzi si può vedere il fondo gettandovi un giornale acceso.

2. **Ripulitura dell'orifizio** da brecciame pietroso, blocchi in bilico, tutto quello cioè che minaccerebbe di precipitare nel pozzo durante le operazioni successive: operazione importantissima che va spinta fin dove, alla profondità di pochi metri, la roccia non si rivela compatta. Sia particolarmente accurata nei punti dove si passerà con la scala e in quelli dove la corda di sicurezza andrà a strisciare contro le pareti. La ripulitura va fatta subito in modo definitivo, non potendo essere ripetuta dopo la posa degli attrezzi nel pozzo, perchè le pietre staccate, cadendo, li danneggerebbero. Il primo che scende estenderà questa operazione ad ogni eventuale ripiano lungo le pareti del pozzo, ritirando prima le scale se pendono al di sotto di questo.

3. **Armatura: attacco della scala** — Per i pozzi esterni utilizzare gli alberi presso l'orifizio o un trave messo di traverso ad esso, spuntoni o anelli di roccia eventualmente adattati col martello. In assenza di tali risorse naturali si piantano uno o più chiodi da roccia nelle fessure del calcare. Il chiodo sicuro si riconosce dal suono che fa penetrando, inoltre la trazione ad esso applicata deve agire nel senso della sua penetrazione o forzarlo tra le pareti della fessura, sollecitandone una mezza rotazione; deve sporgere il meno possibile dalla fessura (avere con sè chiodi di diverse dimensioni). Mancando anche le fessure, si praticano con mazzetta e fioretto o con trapano i fori per gli appositi chiodi a sezione circolare, i quali si fissano eventualmente con un po' di cemento. Evitare di attaccarsi a blocchi di pietra conficcati tra le pareti di una fessura, perchè si muovono se sollecitati alle estremità.

Salvo il caso di una semplice ricognizione, è bene curare assai la posizione dell'« attacco » in vista di una discesa comoda e sicura. Se la verticale che congiunge il punto facilmente accessibile dell'orifizio con il fondo del pozzo è percorsa da acqua o pietre o coincide con un lato del pozzo particolarmente malagevole, conviene effettuare l'« attacco » su un altro lato dell'orifizio, anche se ciò comporta maggiori difficoltà d'attuazione. Badare inoltre che gli scalini pendano orizzontali se no la discesa è malagevole ed è pericolosa, poichè un montante regge la maggior parte del peso. Questi eventuali inconvenienti saranno rilevati dal primo che scende e l'attacco di conseguenza modificato.



4. **Attacco per la corda** — Non si tratta naturalmente di un attacco fisso come quello della scala, ma di un punto fisso sul quale la corda può scorrere durante le manovre.

Ciò serve anzitutto a chi fa sicurezza per reggere meglio lo strappo dato dall'eventuale caduta del compagno che scende (comincia ad essere utile nei pozzi profondi più di 10 m): si può dare un giro morto intorno a un albero o a una solida colonna stalattitica (si usura però la corda) o fare passare la corda in un moschettone attaccato a chiodo o comunque saldamente fissato.

Altre volte l'attacco in questione ha lo scopo di eliminare un eccessivo attrito della corda contro la roccia: si dispone allora una puleggia o un semplice moschettone il più possibile a piombo sulla verticale libera del pozzo. Ciò riesce assai bene attaccandosi p. es. a un trave, ma poichè è raro poterlo fare, si lega la puleggia a una corda che pende dalla parete del pozzo opposta a quella da cui si fa trazione, in modo che quando si tende la corda di sicurezza la puleggia si dispone nel centro dell'orifizio. Si eviti di ottenere questa posizione della puleggia usando una corda tesa attraverso il pozzo, e fissa alle due estremità, poichè ad essa verrebbe applicata una forza 10-20 volte maggiore del peso che deve sostenere, tale quindi da produrne facilmente la rottura.

5. **Posa delle scale** — Per disporre la scala lungo le pareti del pozzo occorre srotorarla, e inviarne un po' alla volta un capo fino in fondo, scuotendo perchè non si arresti su spuntoni o piccoli ripiani.

Più questa operazione è compiuta coscienziosamente e minore sarà il rischio di chi scende per primo. *Non bisogna quindi inviare nel pozzo il rotolo della scala,* nella speranza che questo si srotoli da solo, perchè in genere resterà aggrovigliato a metà strada e costringerà il primo a manovre spesso pericolose.

La posa delle scale è semplice solo nei pozzi poco profondi oppure verticali nel vuoto. Sono però frequenti casi di pozzi accidentati. Se la scala passa su placche lisce a cui gli scalini aderiscono, o su depositi di argilla in cui questi penetrano, o se va a finire in scanalature strette, dove non può essere raggiunta dai piedi di chi scende, conviene cambiare il punto dell'« attacco ».

Complesso è il caso del *pozzo con ripiani* (ricordarsi di ripulirli accuratamente). Su di essi si arresta e si ammucchia sovente la scala calata dall'esterno. Gettarne il mucchio nel pozzo oltre il ripiano è pericoloso, specie se si tratta di scale pesanti, perchè darebbero un forte strappo e potrebbero formarsi grovigli. La scala va quindi nuovamente calata nel pozzo un po' alla volta.

Se il ripiano è di una certa entità vi si fa un secondo attacco come nella figura 9 A, per evitare che la scala (per il suo peso o perchè impigliata in basso) si disponga come in fig. 9 B e resti così inutilizzabile. Un attacco per la scala e per la corda va fatto nei pozzi molto profondi, ad ogni ripiano dove ci si può soffermare a far sicurezza. In tal modo un pozzo profondo anche più di 100 m e quindi assai difficile, può essere trattato come una serie di salti minori relativamente facili, in cui si fa sicurezza da uno all'altro evitando così attriti alla corda e passandola così più agevolmente da un ripiano superiore a quello inferiore. Inoltre in tal modo possono salire più persone lungo il pozzo (una per ogni tratto di scala che ha un attacco autonomo) con grande risparmio di tempo: tutto ciò non si può fare invece se il pozzo « scarica » pietre, in quanto troppe persone resterebbero esposte contemporaneamente.

Il filo del telefono va disposto lungo i pozzi in modo che segua un percorso diverso da quello delle scale e della corda, onde evitare grovigli durante le manovre.

6. **Discesa e risalita sulle scale** — Si ricordi l'equipaggiamento consistente in elmetto robusto, « tuta » fermata sotto i piedi, guanti; cordino personale attorno alla vita o, per pozzi profondi, legato a modo di imbracatura da paracadutista, scarponi senza gancetti, moschettone per attaccarsi alla corda di sicurezza, altro moschettone

libero per ancorarsi alla scala in caso di sosta forzata, fischietto per comandare le manovre della corda di sicurezza. Per scendere e salire bene bisogna eliminare qualunque pendaglio o rigonfiamento attorno alla vita.

*Per ogni tratto di scala corrispondente a un attacco, deve scendere un solo uomo.*

La tecnica della discesa differisce a seconda che la scala scenda nel vuoto oppure contro parete. Nel primo caso bisogna ricordare che la scala, essendo flessibile, tende a « partire » in avanti sotto i piedi di chi sale, in modo che il peso del corpo viene ad essere sostenuto quasi tutto dalle braccia, ciò che non è razionale, nè possibile per lungo tempo. Per evitare questa posizione occorre aderire il più possibile alla scala con il tronco del corpo, per far sì che questa resti verticale e di conseguenza che *lo sforzo maggiore sia fatto dai muscoli delle gambe,* assai più forti di quelli delle braccia.

Le braccia vanno passate attorno alla scala e gli scalini impugnati dalla parte opposta di chi sale. Nel piegare le gambe si scartino lateralmente le ginocchia, in modo da salire senza staccare il corpo dalla scala. I piedi vanno infilati con le punte rivolte obliquamente in basso, sino a che il tacco non appoggi contro lo scalino; il peso è ancor meglio distribuito se i piedi vengono infilati negli scalini dalla parte opposta. La risalita deve essere regolare e non troppo veloce in modo da armonizzarsi con la trazione della corda di sicurezza. La discesa, e specie la salita, su scala nel vuoto in verticali superiori ai 20 m è un esercizio faticoso, che richiede allenamento, ma che non presenta in sè, nessun pericolo particolare.

La discesa contro parete differisce da quella nel vuoto, perchè i piedi una volta infilati (sempre di davanti) nel gradino poggiano contro la roccia e il corpo resta così verticale senz'altro sforzo. Conviene quindi impugnare i gradini dalla parte di chi sale e *tenere il corpo staccato dalla scala.* La salita in queste condizioni è comoda se la parete ha una pendenza anche minima, ma regolare, diventa invece difficile e relativamente pericolosa se spuntoni rocciosi aggettanti staccano la scala dalla parete e impediscono a mani e piedi di far presa sugli scalini mentre non costituiscono un appoggio sufficiente a mantenere la posizione verticale.

In un pozzo-fessura è spesso impossibile salire con faccia e schiena rivolti alla parete, perchè la sua strettezza non consente di piegare le ginocchia. Occorre allora sbilanciare il corpo lateralmente, ruotandolo di 90° in modo da disporre la scala a coltello rispetto alle pareti.

Chi scende per primo deve avere buon allenamento ed esperienza dovendo spesso continuare la ripulitura del pozzo, sgrovigliare le scale, effettuare nuovi attacchi, se necessari (scendere quindi con martello, chiodi, moschettoni e spezzoni di corda).

*Il pericolo più grave nei pozzi è dato dalla caduta di pietre,* particolarmente nei pozzi obliqui e a ripiani, dove rimbalzando sulla parete su cui poggiano gli attrezzi possono colpire le persone o tranciare scala e corda insieme. Pietre di pochi grammi diventano veri proiettili dopo una caduta di 20-30 m: da esse occorre riparare bene le mani, che se colpite potrebbero lasciare la presa. Giunti in fondo ai pozzi è sempre bene ripararsi in qualche nicchia.

I pozzi che « scaricano » sono relativamente pochi (per lo più esterni) e le pietre cadono se vengono mosse durante le manovre: di qui l'importanza della ripulitura del pozzo. Bisogna diffidare poi di quei pianerottoli formati da pietre incastrate tra le pareti del pozzo; perchè talvolta crollano sotto il peso di una persona.

**7. La sicurezza** - Può trattarsi di *semplice sicurezza* o di *trazione.* Per evitare incidenti occorre distinguere bene le due cose, nel senso che una stessa persona non può farle bene tutte due assieme. In un pozzo accidentato o con caduta di pietre e in genere nella discesa è preferibile la semplice sicurezza, che dà garanzia di poter reggere in ogni istante con la corda il peso del compagno. Ciò s'ottiene oltre che



disponendo come s'è detto un attacco per la corda, anche incastrandosi chi fa sicurezza in una fessura e facendosi passare la corda dietro il corpo in modo che un eventuale strappo abbia l'effetto di incastrarlo sempre più nella fessura.

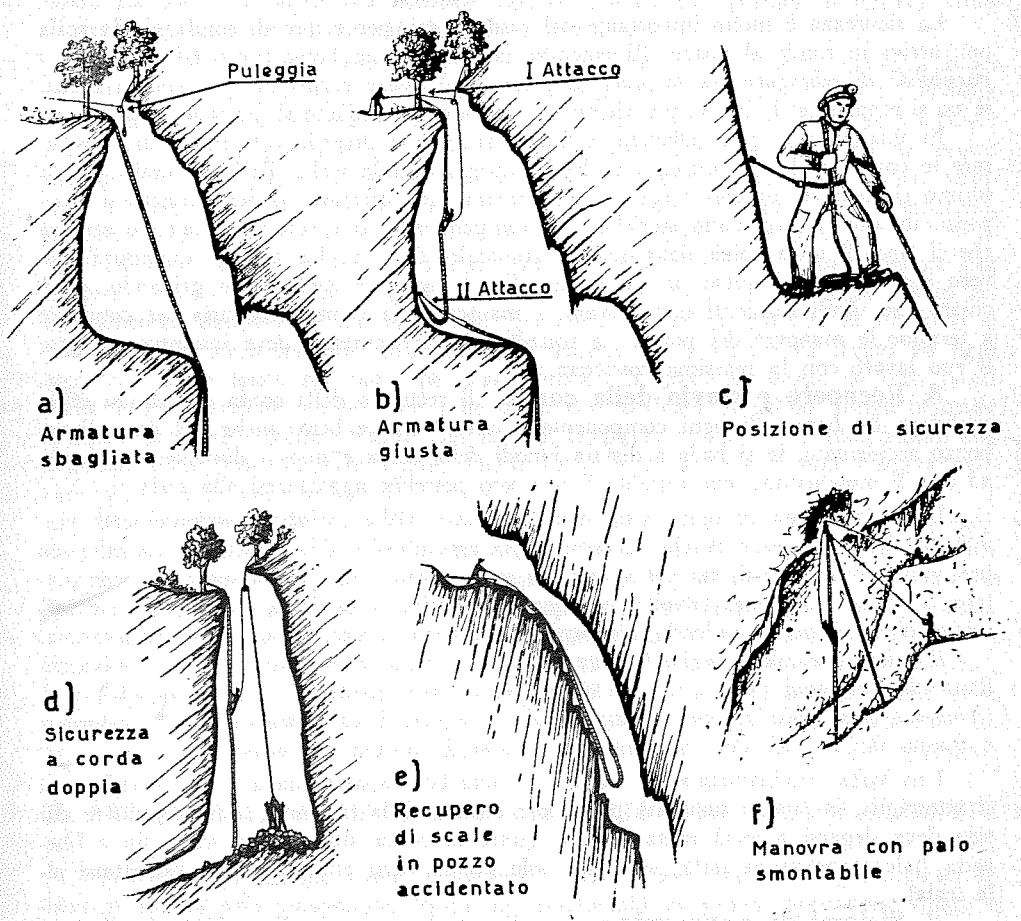



**Fig. 9 - A) ARMATURA DI POZZO A RIPIANI. SBAGLIATA; B) GIUSTA; C) POSIZIONE CORRETTA DI SICUREZZA; D) SICUREZZA A DOPPIA CORDA DAL BASSO; E) RECUPERO DI SCALE IN POZZO ACCIDENTATO; F) SCALATA CON PALO SMONTABILE; notare gli ancoraggi alla base e alla cima del palo e la sicurezza a doppia corda.**

La semplice sicurezza a spalla non è sempre consigliabile in grotta e in ogni caso, se la posizione è esposta conviene ancorarsi alla parete p.es. con un buon chiodo, moschettone e cordino personale (fig. 9 C).

Volendo aggiungere alla sicurezza la trazione della corda, spesso necessaria su grandi verticali per aiutare chi sale, è indispensabile operare almeno in due. Va notato che la trazione elimina una buona parte delle cause che potrebbero determinare la caduta di chi è sulla scala. Per essere efficace non deve essere continua, ma deve armonizzarsi con il « passo » di chi sale.

Nella risalita di tratti unici di scala superiori a 80-100 m la sicurezza normale può solo essere usata da speleologi molto allenati. In genere in questi casi conviene usare (assieme alle scale) il verricello che permette anche eventualmente di issare di peso la persona.

La sicurezza è molto importante nel caso in cui, per errore di sondaggio la scala non arriva in fondo al pozzo. Rimanendo da scendere un breve tratto ed *essendoci la possibilità di allungare poi la scala,* il primo può essere calato di peso con la corda, se no si raggiunge il ripiano più vicino e si attende che dall'alto si faccia l'allungamento.

In una squadra poco affiatata si nota una grande diversità nel modo di considerare le cose, tra chi fa sicurezza e chi è impegnato sulle scale. Talvolta infatti questo ultimo si trova, o almeno è convinto di trovarsi, in situazioni difficili, mentre i compagni in alto si raccontano storielle, interrompendosi solo quando a qualcuno sembra che il tipo di sotto abbia dato qualche comando. Ciò talvolta avviene quando il povero diavolo ha già speso un polmone soffiando nel suo fischietto o gridando, ed è chiaro che simili incidenti non giovano a mantenere la calma necessaria per condurre a termine le manovre dei pozzi. La squadra che fa sicurezza deve insomma svolgere il suo lavoro con la massima coscienza.

**8. Recupero e rinvio della corda** - Il recupero della corda dall'alto si effettua dopo la discesa di ogni componente e riesce sempre bene anche nel caso di un pozzo accidentato, se si bada a disfare i nodi della corda e non si dimentica in fondo ad essa il moschettone, che durante il recupero potrebbe agganciarsi alla scala.

Dopo la risalita di ogni componente, un capo della corda va evidentemente rinviato in fondo al pozzo perchè un altro possa assicurarvisi. Ciò è facile nei pozzi poco profondi oppure con discesa nel vuoto, ma se il pozzo è accidentato non conviene gettare la corda, sia perchè talvolta, per quanti tentativi si facciano, non è possibile farcela arrivare, sia perchè cadendo con forza su una lama di roccia è facile che resti avariata.

Il primo che sale si legherà allora alla vita il capo di un'altra corda, che gli verrà filata dai compagni rimasti sul fondo del pozzo (per questo si adoperi *un cordino di richiamo*), alla quale giunto in cima al pozzo legherà il capo della corda di sicurezza e questa sarà facilmente « richiamata » tirando il cordino dal basso.

Una volta « richiamata », la corda va tenuta ben separata dalla scala, perchè se vi si attorciglia, la risalita non può più essere aiutata dalla trazione, causa l'attrito e chi sale deve slegarsi a metà salita per far girare la corda attorno alla scala, fin a liberarla (tale manovra va fatta, se capita, solo dopo essersi attaccati con moschettone alla scala).

**9. Sistemi di « appoggio »** - La discesa di una serie di pozzi profondi comporta normalmente l'uso di una squadra di sostegno, i cui componenti rimangono scaglionati in « appoggio » alla cima dei vari pozzi, per assicurare discesa e salita dei compagni che proseguono nell'esplorazione. Questo incarico ingrato, specie se l'attesa si protrae per ore in posizioni scomode, può essere risparmiato in molti pozzi la cui conformazione (verticali o contro pareti lisce) consente di effettuare *la sicurezza dal basso con doppia corda*: l'ultimo della squadra a scendere e il primo a salire vengono assicurati dai compagni che sono in fondo al pozzo con un tiro di corda doppio della profondità di questo, corda che scorre in carrucola o moschettone fissato alla cima del pozzo (fig. 9 D); l'attacco della doppia corda di regola non va fatto sullo stesso attacco che regge la scala. Non disponendo di una corda unica sufficientemente lunga se ne possono anche annodare due, lasciando la più corta e quindi il nodo dalla parte di chi fa sicurezza.

Questo sistema può presentare degli imprevisti e richiede nel primo che sale un buon allenamento, esso va quindi praticato solo da speleologi sperimentati.



**10. Trasporto dei sacchi** - E' relativamente facile nella discesa dei pozzi, sia che vengano portati a spalle o che siano calati con corde. *Nella risalita conviene fin che possibile portare la roba a spalla, negli appositi sacchi leggeri da arrampicata, aiutando chi sale con opportuna trazione,* poichè si evita così perdita di tempo, usura di corda e complicazioni sovente faticose e rischiose.

Quando è necessario issare la roba si usano come s'è già detto, sacchi a tubo, esternamente lisci e puleggia se la corda fa attrito. Se il pozzo è a ripiani, bisogna che durante la manovra dei sacchi ci sia una persona su ogni ripiano. Se issando i sacchi si forma un groviglio con la scala, è preferibile ritirare quest'ultima dal pozzo per tutto il tempo in cui si issano i sacchi. Se la scala non è stata tolta, occorre scrollarla e tenderla prima di salire, perchè se fosse rimasta arricciata su uno spuntone, potrebbe tendersi improvvisamente, durante la salita, dando uno strappo.

Nei pozzi contro parete accidentata occorre tirare e mollare continuamente per liberare i sacchi da spuntoni rocciosi; in questo caso i sacchi venno legati molto accuratamente. Manovrando dal basso con una corda o con un cordino di richiamo si può tenere il sacco staccato dalla parete. Il cordino di richiamo va legato ad ogni sacco che viene issato per poter poi « richiamare » la corda in basso. In certi pozzi molto larghi conviene tendere una fune di acciaio inclinata di 45°-60° lungo la quale si fanno scendere e salire i sacchi con facilità, legandoli a uno o più moschettoni che scorrono sulla fune. Occorre curare molto l'attacco della fune e non bisogna caricare più di 1/20 del suo carico di rottura.

**11. Recupero delle scale** - Si effettua al termine della esplorazione ed eccezionalmente (dal basso) anche durante questa. Normalmente per disarmare i pozzi è sufficiente tirare su la scala dall'alto, ma se il pozzo è accidentato conviene che l'ultimo salga con una corda il cui capo inferiore sarà stato legato in fondo alla scala.

Questa corda servirà a issare la scala, staccandola se resta impigliata lungo la parete (fig. 9 E). Nel pozzo a ripiani l'ultimo che sale ritira la scala sopra ogni terrazzino.

Talvolta durante l'esplorazione la squadra di punta non dispone più delle scale necessarie per discendere un nuovo pozzo, per cui si disarma temporaneamente un pozzo intermedio in cima al quale resta qualche elemento della squadra di appoggio.

## B) ARRAMPICATA ARTIFICIALE E USI PARTICOLARI DELLE SCALETTE

Quando si presentano pareti aggettanti o camini non risalibili in arrampicata libera si usa il *palo smontabile.* Prima di trasportarlo in grotta, operazione lunga e faticosa, bisogna rendersi ben conto sul luogo se il suo impiego serve realmente. Per servirsene si raccordano i vari pezzi, in cima si attacca una scaletta flessibile, si rizza il tutto e si appoggia la cima al punto da raggiungere, quindi si sale lungo la scaletta (v. fig. 9 F). Il punto raggiunto può servire a sua volta di base per raggiungere un altro ripiano più in alto: e così via, pur di trovare ripiani abbastanza larghi uno almeno ogni 10-15 m.

La base del palo va ancorata se necessario con un chiodo. Il palo regge tanto più, quanto più la spinta data dal peso di chi sale è parallela alla direzione del palo stesso. Se invece gli si dà troppo piede si può flettere fin a rompersi.

Non bisogna appoggiare il palo in modo che tenga appena per la cima, perchè l'inevitabile flessione, provocandone l'accorciamento farebbe scivolare la cima dal suo appoggio e ne provocherebbe la caduta. Se il palo non è stato appoggiato in una scanalatura a « V » della roccia, che ne renda impossibile lo scorrimento laterale, questo va evitato con una o più corde che impediscano alla cima di muoversi.

Se la parete da superare non è alta e il trasporto del palo è troppo lungo, si salga

piantando chiodi fissi in fori scavati a poca distanza con trapano o con fioretto; vanno anche bene i *chiodi a espansione*. Talvolta nel punto da raggiungere c'è un becco di roccia, intorno a cui si può gettare una corda e facendola scorrere, issare poi una scaletta, risparmiando così l'uso del palo.

Gli elementi del palo messi per traverso in una fessura servono anche da attacco per la scala e la corda in cima ai pozzi.

Talvolta per superare sprofondamenti nel pavimento, che sarebbe lungo o impossibile scendere e poi risalire, si costruisce una **passerella volante** con una scala flessibile non troppo tesa appoggiata possibilmente a una parete. Come mancorrente un'altra scala o una fune; a quest'ultima (meglio se di acciaio, per evitare l'allungamento) ci si può « moschettonare » durante il passaggio; essa serve anche da teleferica per i bagagli. Piccole passerelle su un torrente impetuoso o per superare certe marmitte profonde, si ottengono con due pezzi del palo smontabile affiancati o con scalette rigide in duralluminio.

Per raggiungere **ingressi di grotte in pareti verticali** o strapiombanti si può salire dal basso in arrampicata o con il palo smontabile, con scale da pompieri, con incastellature di legno, ecc. Sovente invece conviene di più scendere dall'alto con una scaletta, se non che il tetto dell'ingresso è per lo più aggettante rispetto al pavimento: per raggiungere quest'ultimo occorre allora fare un pendolo (bene assicurati) o ancor meglio lanciare dentro la cavità un'ancoretta di ferro, legata a una corda, che fa presa su pietre o arbusti e consente di tirarsi all'interno per mezzo della corda.

Sconsiglio di affrontare gravi fatiche e rischi per raggiungere cavità in parete, a meno che si presentino come esutorii attivi o di troppo pieno o fossili: fuori di questi casi si tratta quasi sempre di nicchioni che terminano dopo pochi metri.

## *C*) ESPLORAZIONE DI CORSI D'ACQUA SOTTERRANEI

Ho già detto che alle gallerie attive, cioè percorse da corsi d'acqua, sono da preferire nell'esplorazione le gallerie asciutte superiori, perchè permettono un'avanzata più spedita. Se però queste ultime non ci sono o non sono accessibili, non resta che seguire o risalire l'acqua.

Nei **piccoli ruscelli** è facile passare lungo le pareti; al più se l'acqua è molto fredda si usano stivali di gomma. Se ci sono salti si fa l'attacco della scala defilato dalla cascatella; nella discesa un « poncio » ripara a sufficienza dagli spruzzi. Si trovano però torrentelli in buona parte facilmente percorribili, ma con **bacini profondi** ogni tanto, oppure strettoie che obbligano a strisciare ventre in acqua o cascatelle in cui è impossibile sottrarsi alla doccia.

Se l'acqua non è freddissima ci si adatta a qualche bagno (spogliarsi e rivestirsi subito dopo, onde conservare gli abiti asciutti) però questo sistema dopo un po' toglie ogni entusiasmo di proseguire e inoltre fa perdere molto tempo.

Se gli ostacoli si limitano a laghetti profondi i più usano il canotto pneumatico, ma anche così si avanza poco speditamente, salvo nei casi in cui la grotta sia sempre larga ed agevole, altrimenti i canotti vanno gonfiati e sgonfiati ogni volta al passaggio di strettoie e pozzi con gran perdita di tempo.

Equipaggiamento ideale in questi casi è invece la muta di gomma a tenuta stagna (da sommozzatore), completata eventualmente da salvagente. Di essa si tiene in permanenza la parte inferiore, mentre la superiore si infila solo dove si renda necessaria l'immersione completa, evitando così un eccesso di traspirazione. Tuttavia la muta intera si può anche indossare per varie ore di seguito. I bagagli sono posti in sacchi impermeabili rinforzati, ermeticamente chiusi, che galleggiano per l'aria contenuta.



Usando le mute di gomma (ma sempre con sottomuta di lana) si devono consumare *alimenti facilmente digeribili e pochi per volta*: a rigore infatti le immersioni vere e proprie (prolungate) non dovrebbero farsi se non varie ore dopo i pasti.

Esistono poi grotte per lunghi tratti allagate, dove, se l'acqua è profonda, l'uso dei canotti pneumatici è indispensabile non solo, ma consente un'avanzata molto comoda e spedita, a patto che i posti-canotto siano uguali al numero dei componenti della squadra. Inoltre per agevolare certi sbarchi o imbarchi in posizioni difficili è utile che due componenti vestano mute di gomma e all'occorrenza possano entrare in acqua oppure andare in ricognizione senza impedimenti.

I canotti pneumatici sono molto fragili: non salire in piedi sul fondo, avere sempre a mano il necessario per le riparazioni. Non bisogna imbarcarsi con sacchi a spalle, che in caso di caduta in acqua sarebbero incomodi pericolosi. Conviene portare sempre il salvagente.

Le esplorazioni più difficili e pericolose sono quelle lungo i **grandi corsi d'acqua** con correnti verticose. Qui sono necessari sia i canotti che gli indumenti impermeabili. Le manovre vanno compiute in sicurezza sia che si risalga, come se si discende. In quest'ultimo caso il rischio è più grave: portati dalla corrente si può discendere bene o male dove poi è impossibile risalire: si mettano quindi in questi posti delle corde fisse. Spesso il fragore dell'acqua è così forte che è impossibile intendersi a pochi metri, se non si è convenuto un *codice di segnali*, preferibilmente ottici. Talvolta i passaggi in parete, anche molto alti, sono più convenienti di quelli in acqua.

Lungo i corsi d'acqua è facile perdere la roba perchè cade in acqua o per il rovesciarsi del canotto. Ci sono cose come i viveri, le pile di scorta, ecc. la cui perdita può avere conseguenze disastrose. Tutto va quindi legato ai canotti (non alle persone) e i materiali preziosi suddivisi in più sacchi.

Pericolo gravissimo nell'esplorazione di torrenti sono le **piene improvvise** che seguono p.es. un temporale: la squadra interna non stia quindi troppo a lungo senza collegamento con l'esterno (telefoni o altro): fuori è utile poter ricevere i bollettini meteorologici. In caso di piena esistono un po' ovunque nelle grotte luoghi di rifugio che non vengono raggiunti dall'acqua: è bene conoscere la loro distribuzione lungo la grotta; nei più accessibili di essi si possono porre depositi di viveri, nel caso non infrequente che la piena duri più giorni.

Le piene sono pericolose anche in grotte normalmente asciutte come certi inghiottitoi, in cui si riversano in certi casi e per poche ore vere valanghe di acqua.

**I sifoni,** ove falliscano tentativi di superamento indiretto (v. Cap. III), si possono talvolta superare con immersioni.

Trovato un sifone è bene « tastarlo » mandando avanti i piedi, per vedere se la volta non si risollevi subito dopo e in questo caso si passa facilmente tenendo il fiato.

Altrimenti l'immersione va fatta con *autorespiratori*: è questa una tecnica non solo speleologica su cui non mi intrattengo.

Trovato un sifone consiglio anzitutto di studiare le possibilità di superarlo esaminando la morfologia della grotta: se promette di essere particolarmente lungo o profondo più di 15-20 m, diventa difficilissimo passarlo. Inoltre si consideri bene il risultato che darebbe un'eventuale esplorazione: può darsi ad esempio che dal rilievo della grotta appaia che il sifone, con tutta probabilità mette capo a una parte già esplorata e quindi è inutile tentare di passarlo.

Quando si decide di tentare il superamento del sifone, consiglio l'inesperto a rivolgersi a uno dei tanti gruppi di subacquei, da cui potrà avere collaborazione e, se la cosa lo attira, anche l'addestramento e i consigli necessari. Per speleologi specializzati nella tecnica subacquea ci sarebbe oggi parecchio da fare, se si pensa che la

maggior parte delle esplorazioni si arresta davanti a sifoni. Molto interessante sarebbe poi l'esplorazione delle coste calcaree, in cui, sotto il livello del mare, si aprono parecchie grotte inesplorate, che possono avere all'interno parti asciutte, talvolta assai estese.

## VII
## PROGRAMMI E RELAZIONI DELLE USCITE

### 1. ORGANIZZAZIONE

L'uscita o sopraluogo in grotta è una occasione che per motivi di tempo, di lontananza, di denaro non si presenta allo speleologo tutti i momenti, e quindi va sfruttata il più possibile. Per far ciò occorre agire sulla base di un programma dettagliato.

L'uscita stessa deve già essere la realizzazione di un programma (annuale per esempio) più ampio, che mira a raggiungere certi risultati complessivi intorno alle grotte di una determinata zona. Vista la possibilità di compiere un sopraluogo, il gruppo di persone che hanno interesse a realizzare il programma più generale si riuniranno (anche quelli che non intendono partecipare a quell'uscita particolare) e stabiliranno esattamente i risultati da raggiungersi in quella occasione, *nominando subito un capo o responsabile della spedizione* (che è necessario, anche se si tratta di un gruppo di amici). Questi, d'accordo con i partecipanti all'uscita, traccerà un programma ad esempio sul tipo di quello riportato in fondo al capitolo.

Trattandosi di parti di grotte già note il programma è facile a farsi, ma è piuttosto difficile prevedere cosa sarà necessario avere e fare in quelle parti, che ci si propone appunto di scoprire.

Ecco qualche orientamento su come regolarsi.

Ho già detto nel Capitolo III come organizzare *la ricerca di nuove cavità* ed ho ricordato le varie *fonti* che ci possono dare indicazioni sulle grotte in esame (carte topografiche e geologiche, pubblicazioni, archivi di Gruppo, catasto, informazioni in loco).

Dovendo ora abbordare una grotta in cui non siamo mai stati, anche avendone molte informazioni, prima di una vera e propria spedizione è bene fare una **ricognizione** con poca attrezzatura, spingendoci fino al primo ostacolo che non possiamo superare, sì da raccogliere note tecniche per la futura esplorazione (non si dimentichino tutte le deduzioni che si possono trarre dalla morfologia, meteorologia, ecc.). L'esperienza insegna che il più delle volte si raggiunge così il fondo della grotta e avanza ancora tempo per il rilievo di dati catastali e topografici.

Se invece la cavità continua, la sua esplorazione viene in seguito condotta in vari modi, a seconda dell'entità della grotta e della sua accessibilità.

La si può esplorare con molte spedizioni veloci e leggere successive **(punte)**, in cui opera un'unica squadra, lasciando talvolta la grotta « armata » da una volta all'altra. Oppure con una **spedizione massiccia:** una *squadra d'appoggio* procede con tutto il materiale fino al limite noto e « arma » i passaggi con attrezzi fissi. Una *squadra di punta* raggiunge velocemente questo limite e procede nella esplorazione.

Se essa si spinge molto avanti, si stabiliscono bivacchi o campo interno, collegati telefonicamente con l'esterno e riforniti dalla squadra di appoggio. Contemporaneamente, nelle parti già esplorate, cominciano ad operare *squadre specializzate,* incaricate di rilievi, ricerche scientifiche, foto, ecc. Terminata l'esplorazione la squadra di appoggio « disarma » la grotta. Prolungandosi queste operazioni per giorni, si impianta un campo esterno, collegato con l'interno e con la più vicina base di rifornimento (muli, automezzi). Esso viene tenuto da una *squadra esterna.*



Inutile dire che sono rarissimi i casi in cui è necessario un tale spiegamento di forze. E' più frequente invece ricorrere ad una **campagna speleologica,** accampandosi per vari giorni in una località ricca di grotte e poco facilmente accessibile diversamente.

Tra il metodo della *punta,* quello della *campagna* e della *spedizione massiccia* esistono molte vie di mezzo, a seconda dei casi.

Si tenga presente che in una spedizione i risultati non sono proporzionali ai mezzi che vi si impiegano, e più precisamente: il massimo di rendimento (rapporto tra mezzi impiegati e risultati raggiunti) si ottiene quando partecipano pochi uomini e pochi attrezzi, il minimo si ha invece nelle spedizioni più macchinose. Quindi è bene evitare queste ultime, a meno che non siano assolutamente indispensabili.

Sbaglia infatti chi crede di assicurare il successo a una spedizione moltiplicando le squadre, portando tutti gli attrezzi immaginabili e cercando poi in ogni modo di utilizzarli, anche quando si farebbe meglio senza.

Molto importanti sono **i collegamenti** tra l'esterno e l'interno della cavità, mentre è in corso l'esplorazione.

Tali collegamenti si realizzano a mezzo di telefono o anche solo a voce tra le varie squadre di appoggio scaglionate lungo i pozzi. Il collegamento permette al capo spedizione di comunicare i suoi ordini alle squadre, di segnalare pericoli (in genere ingrossamento di torrenti), onde chi si trova in grotta si porti in posizioni sicure, di coordinare le manovre di discesa nei pozzi; permette alla squadra di punta di richiedere gli attrezzi e gli uomini di cui ha bisogno per proseguire l'esplorazione.

Con questo aiuto si è sicuri di non doversi arrestare per mancanza di attrezzi e d'altra parte non è necessario avanzare con tutto il materiale. Sempre per questo motivo conviene fissare il deposito di materiali, ed eventualmente l'accampamento il più vicino possibile all'imbocco della grotta.

Talvolta la stampa non speleologica si interessa alle nostre esplorazioni. I giornalisti di mestiere non hanno in genere nessuna competenza in fatto di speleologia, è quindi necessario dopo aver fornito loro con la massima cortesia, le notizie di cui hanno bisogno, pretendere di rivedere i loro appunti, correggendone eventuali errori. Un articolo non troppo sballato può giovare a far conoscere la speleologia, ma quei resoconti in cui si travisano i veri intendimenti degli speleologi sono senz'altro dannosi.

### 2. PROGRAMMA

Ancora qualche consiglio esaminando i vari punti del programma.

**Data dell'uscita:** dipende dalle condizioni di accessibilità dell'ingresso e dell'interno (pericolo di piene in determinate stagioni).

**Scopo:** con molti partecipanti possono essere perseguiti vari scopi contemporaneamente (ma in parti diverse) da squadre indipendenti. *Se invece si ha una sola squadra nuoce agli effetti dei risultati il gravarla contemporaneamente di troppe incombenze* e quindi di troppi attrezzi e strumenti.

Conviene, in tal caso, dividere il lavoro in tempi o uscite successive, ricordando che l'esplorazione deve di regola precedere le altre operazioni e così pure il rilievo o lo schizzo topografico va eseguito prima di altri studi perchè questi si devono basare appunto sul rilievo, o riferirsi ad esso.

**Partecipanti e incarichi:** i componenti vanno scelti in base a capacità ed esperienza, devono essere allenati ed affiatati. La partecipazione di neofiti che non hanno ancora tali qualità va quindi limitata. *Un'unica persona deve essere responsabile di ogni incarico* (anche se esso è affidato a tutta una squadra). Esempi di incarichi: *Preparazione*: raccolta delle informazioni e indicazioni, messa a punto degli attrezzi, preparazione dei viveri di punta. *Operazioni esterne*: avvicinamento, trasporto, impianto del campo esterno, stesura dei rapporti giornalieri, cassa, varie ricerche scientifiche, rilievi, documentazione esterna, controllo sanitario, cucina, approvvigionamento, collegamenti. *In grotta*: annotazioni tecniche, schizzo o rilievo speditivo, bagagli (confezione, trasporto, conoscenza del contenuto), armatura dei passaggi, telefoni, appoggio, punta, cine-foto, ricerche e rilievi vari, comando squadre.

Il comando della spedizione deve essere affidato ad uno solo ma è bene che questi *suddivida molto le responsabilità e dia autonomia ai capi di squadra* perchè durante le operazioni egli non può sempre comunicare con tutti i partecpianti.

**Relazioni:** quando ci si accinge a dare relazione di una uscita, ci accorgiamo spesso che tale relazione sarebbe molto più precisa e completa se si fossero prese più annotazioni sul posto. Ammetto che la cosa non sia comoda nè piacevole, specie durante lunghe esplorazioni, tuttavia si troveranno molti disposti ad usare il taccuino, se il capo spedizione avrà già assegnato in partenza a ciascuno l'incarico di annotare certi dati ben determinati, intorno ai quali verterà la relazione da presentare ad uscita ultimata. Ancora meglio è fornire i componenti di tabelle o schede dove sono indicate le varie annotazioni da prendere: questo metodo assicura anche una certa uniformità e soprattutto maggior chiarezza negli appunti.

Il capo spedizione curerà che queste relazioni vengano presentate nei giorni immediatamente successivi all'uscita, quando la memoria dei luoghi è ancora fresca. Un consiglio a questo proposito: piuttosto che *non* fare una gran bella relazione è meglio buttarne giù alla svelta una che contenga almeno le cose più importanti. In fondo al capitolo è riportato uno schema di relazione su una uscita di carattere esplorativo e tecnico. Naturalmente non è detto che una relazione debba sempre riguardare tutti i punti citati in questo esempio.

**Piano d'azione:** è un elenco delle operazioni da svolgersi durante l'uscita con il tempo previsto per ognuna. La bontà di questo piano e quindi il successo dell'uscita dipendono molto da come si sa *utilizzare il tempo*. Ogni manovra prevista va studiata in precedenza, ogni partecipante deve sapere cosa fare, in modo che tutti gli elementi di una squadra siano sempre impegnati (se ciò non è possibile in uno stesso punto, conviene momentaneamente dividersi o utilizzare la sosta forzata per un pasto, per un bivacco etc.). In esplorazioni impegnative conviene che un incaricato badi esclusivamente al risparmio di tempo.

**Equipaggiamenti ed attrezzi:** consultando l'elenco del cap. IV si stabilisce quale e quanto materiale portare. In genere è più facile che una spedizione si risolva in un trasporto di materiale inutile, piuttosto che fallisca per la mancanza di qualche attrezzo.

*Solo su quanto garantisce la sicurezza dei partecipanti non vanno fatte economie.* Gli attrezzi da portare servono per la parte di grotta già esplorata e per la punta. I primi si possono stabilire con precisione, basandosi su una relazione tecnica della parte già nota, gli altri dipendono dal genere di ostacoli prevedibili e dal tempo a disposizione, il quale però si riduce quanto più aumenta il quantitativo di materiale da trasportare. Si eviti quindi di portare attrezzi che non s'avrebbe neppure tempo di piazzare e utilizzare a meno che possano essere lasciati sul posto per la « punta » successiva.



Compromette l'esito di una spedizione avere una attrezzatura poco efficiente che richieda riparazioni in grotta. Così pure non averla già suddivisa in partenza nei vari sacchi, oppure non conoscere il contenuto di essi. Un notevole risparmio di tempo si realizza tenendo sempre a portata di mano quegli oggetti che si utilizzano più di frequente.

## 3. TRACCIA PER COMPILARE UN PROGRAMMA DI USCITA

*Data* in cui si svolgerà l'uscita.

*Scopi e risultati* da raggiungere (specificare accuratamente).

*Nomi dei partecipanti* e *relazioni o materiali* vari che ciascuno di essi dovrà presentare a uscita ultimata.

*Incarichi* affidati ad ogni partecipante.

*Piano di azione*: elenco dettagliato delle operazioni sia fuori che in grotta, con i nomi dei singoli operatori, l'orario previsto.

*Equipaggiamento e attrezzi* occorrenti. Elencarli così ripartiti: pronti in magazzino, da riparare o adattare, da costruire, da acquistare o chiedere in prestito.

*Viveri*: dovendo fare un campo di vari giorni o una « punta » molto spinta conviene preparare viveri di gruppo; elenco e spesa.

*Preventivo delle spese* in base al quale si stabilisce la quota di partecipazione all'uscita.

## 4. TRACCIA PER COMPILARE UNA RELAZIONE DI USCITA (ESPLORATIVA E TECNICA)

a) **Data.**

b) **Nome esatto della grotta** o delle grotte, o della località (in caso di semplici ricognizioni esterne). **N. di catasto. Regione - Provincia - Comune.**

c) **Copia del programma** da cui risultino: scopi e risultati proposti; nomi dei partecipanti ed incarichi svolti da ognuno; elenco degli equipaggiamenti e attrezzi portati.

d) **Relazione cronologica** sullo svolgimento delle operazioni (storia della esplorazione).

e) **Note tecniche:** 1) *su nuove parti scoperte* (modo di accedervi, con descrizione di passaggi, ostacoli e loro misure, attrezzatura occorrente, indicazione di eventuali pericoli, schizzi indicativi);

2) *sull'organizzazione dell'uscita* (eventuali deficienze del programma, errori e modo di ovviarli) *e su materiali o tecniche particolari* sperimentati durante l'esplorazione.

f) **Descrizione** di ogni grotta (almeno delle parti nuove) con riferimento a *schizzo indicativo* o *schizzo alla bussola* o *rilievo topografico* allegato. A quest'ultimo vanno aggiunte tutte le indicazioni come: nome operatori, strumenti ecc. indicate nel Cap. VIII, oltre all'elenco delle misure della poligonale.

g) **Elenco di dati utili a completare la scheda catastale** delle grotte visitate (v. Cap. IX) e indicazioni raccolte relative a **nuove grotte** inesplorate esistenti nella zona. Nome, località, itinerario, tipo di grotta, possibilità di prosecuzione, loro interesse.

h) **Osservazioni e misure varie, materiali raccolti** (elenco numerato, con riferimento al disegno della grotta secondo le modalità indicate nel Cap. X).

i) **Copia delle fotografie** prese, con eventuali indicazioni interessanti la tecnica fotografica.

l) **Elenco delle pubblicazioni** (o semplici relazioni) **consultate** che trattano della grotta visitata (segnalazione di eventuali imprecisioni ivi contenute).

*Nota.*

Per compilare più facilmente queste relazioni e nello stesso tempo dare una ordinata sistemazione al materiale raccolto, i dati sopra elencati si possono suddividere in due **schede-tipo.**

La prima raccoglie i dati che si riferiscono all'uscita (*a*), *b*), *c*), *d*)) e contiene anche in sunto, un elenco dei risultati raggiunti e dei materiali raccolti per ogni grotta visitata durante l'uscita.

La seconda scheda invece raccoglie i dati che si riferiscono ad ogni singola grotta. Essa viene completata e aggiornata di volta in volta che si compie un sopraluogo nella grotta a cui è intestata.

Contiene quindi i punti *b*), *e*-1), *f*), *g*), *h*), *i*), *l*). I punti *g*), *h*), *l*) si possono sviluppare secondo le indicazioni del Cap. IX e X.

Le schede del primo tipo costituiscono nel loro insieme la documentazione della attività di campagna svolta. Quelle del secondo tipo (ordinate per zone) la documentazione tecnico-scientifica di ogni grotta.

Ciò che non può essere contenuto in queste ultime, per ragioni di spazio, viene aggiunto sotto forma di allegato.

E' importante che tanto le schede come gli allegati abbiano le stesse dimensioni.

## VIII
## RILIEVO

Rilevare una grotta significa rappresentarla in modo schematico, approssimato e ridotto, il che praticamente si ottiene disegnandone *la pianta o planimetria,* e *lo spaccato o sezione verticale longitudinale.*

Inoltre occorre stabilire l'esatta situazione geografica dell'ingresso (*latitudine, longitudine, altitudine*) così che dal disegno o da calcoli si possa ricavare la situazione di ogni altro punto della grotta.

Nessuno è in grado di tracciare il disegno di una grotta dopo averla solamente percorsa, dal momento che la semplice visita non può fornircene una conoscenza esatta: la vera esplorazione consiste quindi nel fare il rilievo della cavità, perchè solo così si osserva e si misura ogni parte di essa.

Le caratteristiche del rilievo cambiano a seconda degli scopi a cui è destinato. Vedremo il modo di fare un rilievo che dia un'idea adeguata dei vari ambienti, tale cioè da permettere di orientarvisi anche a chi non vi sia mai stato; che abbia inoltre quel minimo di precisione necessaria a fornire le indicazioni basilari per lo studio della grotta.

1. GLI STRUMENTI

Per misurare le distanze lineari si usa il **nastro metrico** (o *rotella,* o *bindella*): doppio decametro in tela cerata rinforzato internamente da sottili fili d'acciaio e avvolgentesi in scatola metallica. Mentre si avvolge, pulire il nastro pizzicandolo tra le dita prima che entri nella fessura della scatola; lavarlo ed asciugarlo dopo ogni uso. Raramente si ricorre a *telemetri di precisione* causa il loro ingombro, fragilità e la scarsezza di luce nell'ambiente.

Le direzioni dei vari segmenti della grotta sul piano orizzontale ci sono fornite dalla **bussola.** Un tipo rispondente alle nostre esigenze è difficile a trovarsi. Sia comunque robusta e non troppo ingombrante, di *sensibilità* di un grado almeno (= quadrante diviso in 360 parti), con una piccola livella per garantirne l'uso in posizione rigorosamente orizzontale. Deve potersi adattare in modo da essere fissata con una



vite ad un treppiede; dovendola invece usare a mano si badi che un sistema p.es. di prisma e lente consenta di traguardare e nello stesso tempo di leggere i gradi. Il sistema di mira deve consentire di traguardare con inclinazione di almeno 60° (la bussola restando naturalmente orizzontale). Se il traguardo è a fessura si badi che con lo spostare lateralmente l'occhio mentre si traguarda esso non abbracci un angolo di visuale superiore alla sensibilità della bussola (p.es. maggiore di un grado se il quadrante è diviso in 360°). Si badi anche che la linea di mira sia rigorosamente parallela alla linea N-S del quadrante fisso e in caso contrario si tenga conto dell'errore sistematico che ne deriva. Si faccia la lettura in corrispondenza del N magnetico e non di un eventuale segno portato da certe bussole, che dovrebbe corrispondere al N geografico. Una bussola di minor precisione serve per rilevare brevi diramazioni o per fare un rapido schizzo dopo la prima esplorazione.

Per ottenere l'altimetria della grotta l'*altimetro* è da scartarsi perchè, se usato alla buona, può dare errori di 50 e più metri, se usato correttamente, richiede un lavoro sproporzionato al risultato. Strumento molto adatto è il **livelletto Abney** (fig. 10).

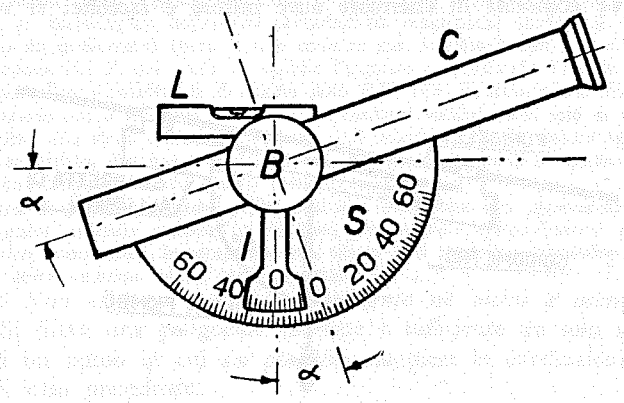



**Fig. 10 - LIVELLETTO ABNEY**

Un canocchialetto (C) porta infisso un semicerchio graduato (S) disposto verticalmente: su di esso ruota un indice (I) comandato dal bottone B e solidale con una livella a bolla d'aria (L). Se si traguarda un punto con il canocchialetto, quest'ultimo assume una certa inclinazione (α) sull'orizzontale. Per stabilire di quanti gradi sia questa inclinazione si manovra (guardando nello specchietto posto all'interno del canocchialetto) sino a che la livella L sia orizzontale e si fa quindi la lettura in corrispondenza dell'indice mobile. L'indice è lo zero di un nonio che dà l'approssimazione di 10', rispondente alla sensibilità della livella. Questo strumento è un po' costoso (L. 15.000) ma può essere sostituito dall'**eclimetro,** rappresentato nella sua forma più semplice e pratica nella figura 11. Nel realizzarlo si badi che il punto di attacco del filo a piombo sia rigorosamente al centro della circonferenza del goniometro.

Nel modo classico, seguito p.es. nel rilievo delle miniere, l'eclimetro si appende al centro di uno spago robusto, teso tra i due estremi del segmento di cui si vuole misurare l'inclinazione.

Se invece ai gancetti della fig. 11 sostituiamo un sistema di mira, potremo conoscere l'inclinazione del segmento, facendo stazione ad un estremo di esso e traguardando di qui l'altro estremo. Risparmieremo così di tendere lo spago, cosa lunga e non sempre possibile.

Per fare le cose precise conviene in quest'ultimo caso montare l'eclimetro su un treppiede in modo che possa ruotare intorno al centro del cerchio graduato e possa essere bloccato con una vite dopo che si è presa la mira esatta. Dopo di che ci si sposta lateralmente e si fa la lettura con comodo.

Naturalmente più il cerchio graduato è grande e più la misura sarà precisa (se lo strumento è ben costruito, usato con cura e controllato: v. pag. 50).

I **treppiedi**, su cui fissare bussola, eclimetro o livelletta e fanalino scopo, siano robusti, in ottone, con testa a snodo; assolutamente privi di parti in ferro. Completano il corredo del rilevatore: **tavolette topografiche** al 25.000 (reperibili nelle librerie) in cui sono compresi l'ingresso della grotta e i punti di riferimento circostanti; due **fanalini** elettrici che servono da scopo (punto luminoso da traguardare con gli strumenti); **vernice e pennello** per segnare i caposaldi (anche a nero fumo con la lampada ad acetilene); un **metro di legno snodabile** e una **tavoletta** (formato cm. 20×30 con fogli a quadretti) per ogni disegnatore; **taccuino** più piccolo per gli operatori agli strumenti (non dimenticare matite, gomma e temperino). Sovente durante il rilievo c'è comodità di effettuare altre misure e raccolte: si veda a seconda

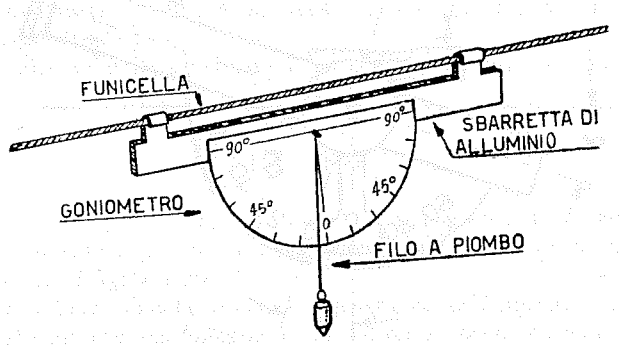



**Fig. 11 - ECLIMETRO**

dei casi l'equipaggiamento consigliato nel Cap. X. I rilevatori dispongano infine di buone **fonti luminose,** specie lampade ad acetilene che danno luce diffusa; il fanalino frontale è indispensabile per chi usa l'Abney o bussole senza treppiede.

2. RILIEVO DELL'INGRESSO

Per trovare le coordinate dell'ingresso occorre riferirsi a punti caratteristici circostanti già noti, vale a dire *segnati e quotati sulla tavoletta al* 25.000 *dell'I.G.M.*: punti trigonometrici, torri, chiese, ponti, ecc. I modi di operare variano a seconda della reciproca posizione dell'ingresso e dei punti circostanti.

**1° caso:** *Esiste un punto di riferimento accessibile posto vicino alla grotta.* In questo caso si rileva una *poligonale chiusa* (vedi in seguito): ingresso-punto di riferimento-ingresso, servendosi di un goniometro di tipo militare per rilievi speditivi o, in mancanza di questo strumento molto adatto, degli strumenti per il rilievo in grotta (nel qual caso la poligonale di andata non deve essere più lunga di 2-400 m, per dare un risultato sufficientemente esatto).

**2° caso:** *Esistono due o, meglio, più punti traguardabili dalla grotta, compresi entro un angolo di visuale minimo di* 90° (meglio se maggiore). Si effettuano allora due o più *irradiazioni*; cioè si fa stazione con bussola su treppiede dinnanzi all'in-



gresso della cavità e si traguardano successivamente i vari punti di riferimento leggendo sullo strumento gli *azimut* (*) corrispondenti.

Anche facendo la lettura con la massima precisione, non si individuerà mai esattamente il punto traguardato, ma un arco (in cui il punto è compreso) di valore uguale o superiore all'angolo corrispondente alla sensibilità della bussola (p.es. arco maggiore o uguale a 30' se il quadrante è diviso in mezzi gradi). La lunghezza (l) di questo arco rappresenta anche un certo errore da cui può essere affetta la determinazione: il valore massimo che può assumere questo errore, cresce col crescere dell'angolo ($\alpha$) corrispondente alla sensibilità della bussola e se aumenta la distanza (R) dall'ingresso al punto traguardato essendo

$$l = R\,\alpha\,\frac{\pi}{180} \qquad (\alpha \text{ in gradi})$$

Per una bussola divisa in mezzi gradi si ricava che traguardando un punto distante 1 Km, la determinazione dell'ingresso può essere affetta da errore di circa 9 m (se i punti traguardati sono più di due e le letture sono state fatte con la massima precisione). Poichè sulla carta topografica due punti si distinguono se la loro distanza è almeno di 0,3-0,4 mm, corrispondente a 7-10 m sul terreno, ne viene che una determinazione del punto di ingresso meno approssimata di quella dell'esempio fatto non sarebbe stata, a rigore, sufficentemente precisa per il nostro scopo.

Le misure con la bussola sono ancora soggette ad altri errori molto più gravi se effettuate in zone di anomalia magnetica (zone segnate sulla carta al 25.000), se nella roccia esistono giacimenti di minerali magnetici, se intervengono improvvise perturbazioni magnetiche durante il rilievo. Questi errori si evitano usando un goniometro (p.es. il tipo militare già ricordato); con esso si fa stazione in due o più punti trigonometrici P, dai quali sia visibile l'ingresso e misurando l'angolo che fa il segmento P-ingresso, con un altro segmento di direzione nota P-P' (P' = altro punto trigonometrico visibile da P). Le irradiazioni con il livelletto Abney dànno risultato soddisfacente solo se il punto traguardato è vicino e pressochè alla stessa quota dell'ingresso (dal momento che la misura si basa sulla distanza ingresso-punto traguardato, distanza che si può solo ricavare dalla carta al 25.000 in base alla determinazione fatta con la bussola e che quindi è molto imprecisa).

Con altimetro di precisione tarato prima dell'uso si avrebbe una approssimazione superiore allo 0,05% ma in genere, volendo ottenere un risultato preciso nelle determinazioni dirette dell'altitudine (e anche delle altre coordinate), lo strumento più sicuro è il *teodolite*. Normalmente la quota di ingresso si ricava, come vedremo, dalla carta topografica.

**3° caso:** *Non esistono punti di riferimento nè vicini e accessibili, nè visibili dall'ingresso.* Si rileva una poligonale (sovente è sufficiente un solo segmento) dall'ingresso fino ad un punto in cui sia possibile compiere le irradiazioni e quivi si procede come nel caso precedente.

Chi non ha gli strumenti adatti o il tempo necessario per rilevare con la dovuta precisione la posizione dell'ingresso, non deve per questo rinunciare a stabilire grosso modo in che punto della carta la grotta si apre, dandone così delle coordinate che possono sempre servire, in prima approssimazione. Si deve allora sempre indicare il valore di questa approssimazione (p.es.: la grotta si trova nel raggio di 50 m dal punto indicato, a una quota compresa tra ±20 m da quella indicata).

Per ottenere alla svelta questi risultati, si osservi p.es. se la grotta giace pressapoco sull'allineamento di due punti segnati sulla carta. Per stabilire l'altitudine si metta l'indice della livella sullo zero e poi si veda quali punti quotati sulla carta possono essere così approssimativamente traguardati: la loro quota sarà (o poco più o poco meno) quella della grotta.

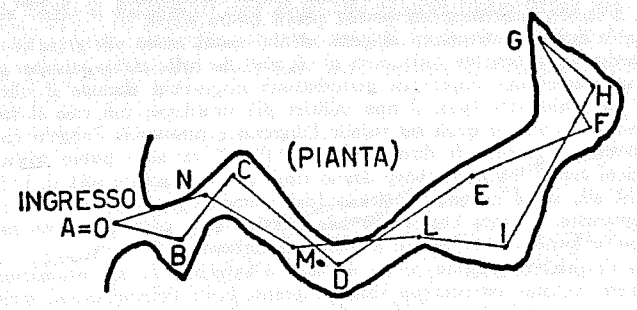
3. RILIEVO DELL'INTERNO: PRINCIPI GENERALI

Noto un punto A corrispondente all'ingresso, si può individuare un punto B posto nell'interno della grotta e visibile da A, mediante la misura della distanza da A a B (ottenuta con nastro metrico), la direzione di AB rispetto al Nord o azimut (con la bussola), l'inclinazione di AB rispetto all'orizzontale (con la livella o con

(*) L'*azimut* è l'angolo che la retta N.S. passante per il punto di stazione (retta data dall'ago della bussola) forma con la retta che unisce il punto di stazione stesso con il punto traguardato. Questo angolo va da 0° a 360° e si calcola nel senso delle lancette dell'orologio.

l'eclimetro). Analogamente, una volta noto B, si può individuare un altro punto C posto più nell'interno della grotta, e così via fin al fondo della grotta. I punti così rilevati si chiamano **punti di stazione** o **capisaldi** e sono i vertici di una **poligonale** o linea spezzata che segue l'andamento della cavità. In altre parole si misura lunghezza, direzione, inclinazione di ogni segmento della spezzata, cioè di ogni **lato della poligonale.**

Se per caso la grotta ha la forma di un anello, la poligonale risulterà *chiusa,* perchè l'ultimo caposaldo coinciderà col primo, cioè con il punto di stazione posto all'ingresso. Se non ha questa forma la grotta sarà rilevata con una poligonale *aperta,* ma volendo, anche chiusa, nel senso che raggiunto il fondo si può rifare il cammino percorso, rilevando una *poligonale di ritorno* (con capisaldi differenti da quelli di andata), fin alla chiusura con il punto di ingresso (fig. 12).




A-B-C-D....G = Poligonale di andata
G H I L.... A = " " ritorno

**Fig. 12 - POLIGONALE CHIUSA**

La poligonale chiusa ha il vantaggio di rivelare (una volta riportata sulla carta) se il rilievo è affetto da un errore tollerabile, cioè non superiore a quello che si ottiene sommando gli errori che si possono fare per ogni lato di poligonale, a causa della scarsa sensibilità degli strumenti e della scarsa approssimazione delle letture. In questo caso l'errore di chiusura si suppone suddiviso proporzionalmente tra i vari lati e viene corretto di conseguenza. Se invece l'errore di chiusura supera i limiti suddetti, significa che sono intervenuti errori dovuti ad altre cause (strumenti non tarati, non usati correttamente, errate trascrizioni di misure, ecc.). Questi errori, specie i più grossolani, che infirmerebbero tutto il rilievo, possono venir individuati e corretti ritornando sul posto e rifacendo le misure sbagliate. Un mezzo per accorgersi di questi errori immediatamente durante il rilievo è quello di *rifare due volte ogni puntata, invertendone il senso*: con strumento in A si traguarda B, con lo strumento in B si traguarda A e così via. Questo metodo che richiede molto tempo si applica integralmente solo in qualche caso, ma una doppia puntata, in senso inverso come s'è detto, va fatta all'inizio e alla fine di ogni rilievo per controllare l'eventuale errore di taratura della livella o dell'eclimetro: poichè da questo errore sono affette tutte le misure prese con la livella durante il rilievo, esse andranno tutte corrette di conseguenza. Similmente occorre operare ogni tanto con la bussola, per assicurarsi che l'ago non venga influenzato da minerali magnetici contenuti nella roccia.

La semplice poligonale riportata, in pianta e in sezione, su un foglio ci dà l'idea dell'andamento della cavità, ma noi vogliamo conoscere anche la forma di questa, cioè, nella pianta, l'andamento delle pareti e, nella sezione, l'andamento del pavimento e della volta della grotta. Ciò si ottiene con il **disegno** effettuato sul posto, operazione un po' complessa a descriversi, ma che diventa assai semplice dopo qualche esperimento pratico.



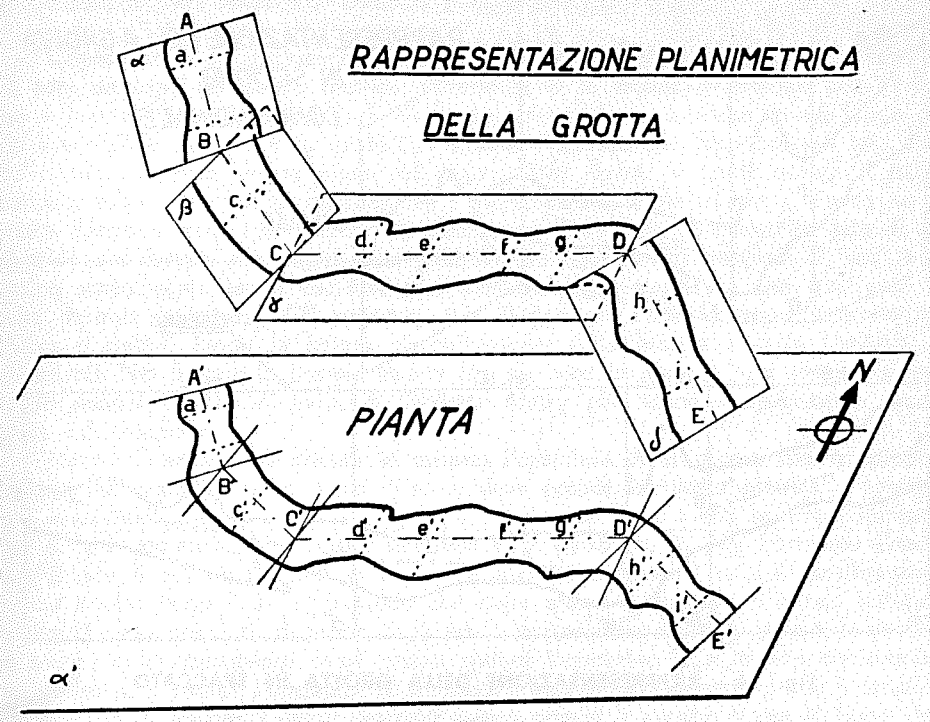



**Fig. 13 - RAPPRESENTAZIONE DELLA GROTTA IN PIANTA A, B, C, D, E - capisaldi della poligonale nello spazio; A', B', C', D', E' - gli stessi proiettati sul piano orizzontale.**

Per tracciare il **disegno in pianta** (fig. 13), occorre immaginare la grotta tagliata da una serie di piani consecutivi, variamente inclinati e orientati ($\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$), ognuno dei quali è individuato da un lato di poligonale e da segmenti orizzontali, ortogonali ad esso (a, b, c, d, ecc.). L'intersezione di questi piani con le pareti della grotta è rappresentata da due linee, più o meno sinuose, che danno appunto l'idea dell'andamento delle pareti (linee più marcate nella fig. 13). Il disegno definitivo in pianta si ottiene poi proiettando queste due linee (che come ho detto giacciono su piani variamente inclinati) su un unico piano orizzontale ($\alpha$').

Per disegnare **la sezione** bisogna invece immaginare la grotta tagliata da piani verticali successivi, disposti in varie direzioni (si pensi a qualcosa di simile a un paravento); ognuno di questi piani comprende un lato di poligonale (vedi fig. 14). Le due linee date dall'intersezione di questi piani con il pavimento e con la volta rappresentano il profilo (o disegno in sezione verticale longitudinale) della grotta. Questi piani verticali non vanno proiettati, come avviene per la pianta, ma si disegnano come se fossero stati « distesi » su un unico piano (si pensi al paravento).

In certi punti occorre disegnare tracciare cioè **sezioni verticali trasversali,** i contorni della cavità dati dall'intersezione delle pareti, pavimento e soffitto con un piano verticale che taglia la grotta trasversalmente (vedi fig. 15).

In pratica per rilevare la grotta occorre ripetere alcune operazioni per ogni lato della poligonale. Descriverò ora un modo di fare il rilievo coordinando il lavoro di

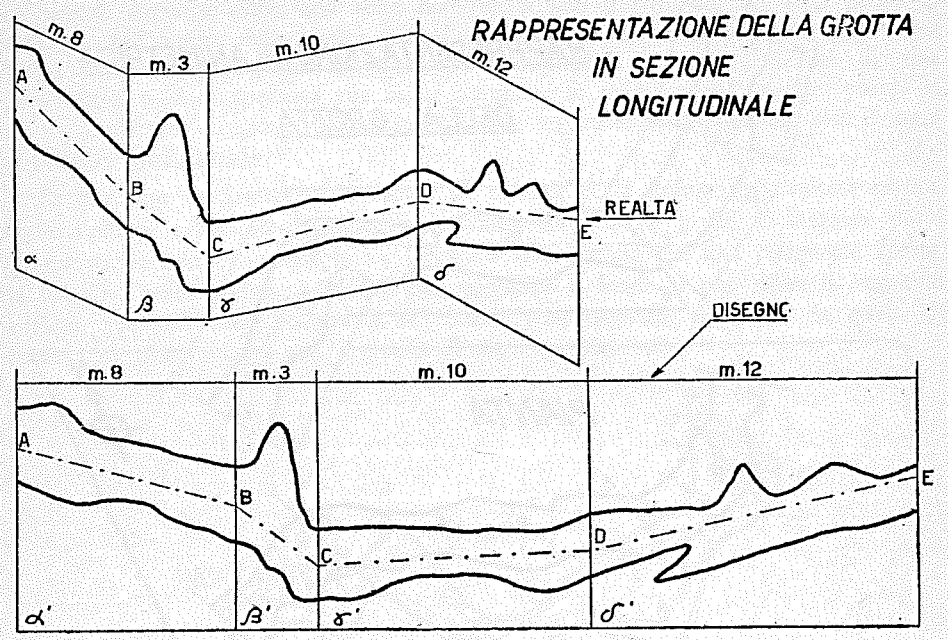



**Fig. 14 - RAPPRESENTAZIONE DELLA GROTTA IN SPACCATO**

quattro operatori con i seguenti incarichi: A - bussola, B - livella, C - disegno in pianta, D - disegno in sezione. Talvolta (specie in ambienti stretti) conviene operare in due squadre di due operatori (A - Bussola e pianta, B - livella e sezione) che partono una dall'ingresso e una dal fondo.

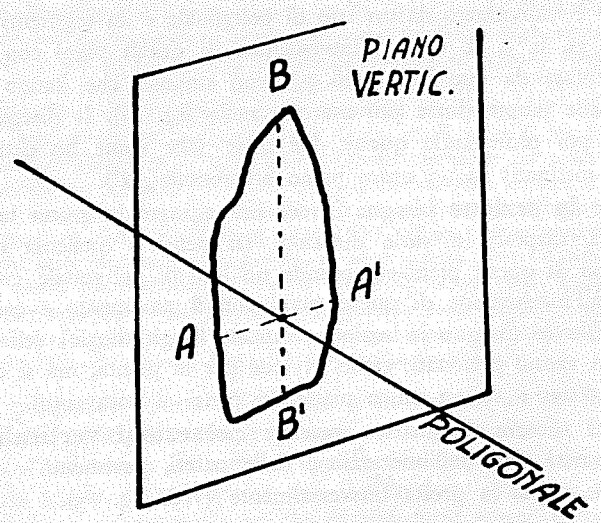



**Fig. 15 - SEZIONE VERTICALE TRASVERSALE**



## 4. OPERAZIONI: RILIEVO DELLA POLIGONALE

L'operatore A fa stazione con bussola su treppiede nel caposaldo n. 1 e tiene su di esso un capo del nastro metrico; l'operatore B lo srotola avanzando nella grotta fin a piazzare il treppiede della livelletta nel caposaldo n. 2, scelto in un luogo che sia ben visibile dal n. 1 e in modo che il nastro metrico, che rappresenta il lato della poligonale 1-2, *passi grosso modo nel centro della cavità*. Si tende quindi il nastro metrico, misurando così la distanza tra i due capisaldi, dopo di che il nastro va lasciato disteso a terra (per indicare ai disegnatori C e D la posizione del lato di poligonale 1-2 rispetto alle pareti della galleria). Su ognuno dei treppiedi si fissa il fanalino scopo, controllando che esso non influenzi l'ago magnetico (nel qual caso va tolto durante la lettura). Gli operatori A e B puntano l'uno lo scopo luminoso dell'altro e quindi fanno la lettura rispettivamente della bussola e della livelletta (o eclimetro). Nel leggere la bussola badare che sia bene in piano e *non avvicinarsi portando indosso oggetti di ferro*; la livelletta Abney può usarsi semplicemente appoggiata sul treppiede.

Mentre l'operatore B annota le misure, l'operatore A si muove con treppiede e bussola dal caposaldo n. 1 verso il n. 2, dove prende la rotella metrica e prosegue poi srotolandola lungo l'asse della galleria, avanzando fino a che lo scopo luminoso del n. 2 è ancora visibile: quivi stabilisce il caposaldo n. 3. Nel frattempo l'operatore B non si muove dal n. 2, m asi limita a rivolgere verso il n. 3 il fanalino-scopo, prima rivolto verso il n. 1, badando che dopo questa operazione il punto luminoso occupi la stessa posizione di prima. Si fa poi la misura della distanza nn. 2-3, le puntate, le letture e le annotazioni come prima, quindi l'operatore B si muove trasferendosi nel punto n. 4 mentre l'operatore A si limita a volgere verso questo punto il fanalino-scopo e via di seguito. *I punti capisaldi vanno segnati a vernice o con il fumo della lampada ad acetilene,* con i loro numeri, la loro proiezione sul terreno e la loro altezza da terra (sulla parete più vicina), in modo che in seguito sia possibile rifare eventualmente una misura risultata sbagliata senza dover ripetere tutte le altre.

Dalla poligonale del ramo principale della grotta si fanno poi partire **poligonali secondarie** per rilevare le *diramazioni*, facendo coincidere il caposaldo iniziale di queste con un caposaldo della poligonale principale. La maggiore o minore precisione delle poligonali secondarie dipenderà naturalmente dall'importanza e lunghezza della diramazione: siano rilevate accuratamente le diramazioni dove eventualmente si trovi il punto più alto o più basso della grotta (rispetto all'ingresso), poichè si tratta di dati metrici particolarmente importanti. Certe gallerie sono occupate sul fondo da acque stagnanti per tratti di notevole lunghezza: in questi casi conviene rinunciare alle misure con il livelletto, e riferirsi alla superficie dell'acqua, che è rigorosamente orizzontale.

In molte occasioni manca la possibilità di fare le cose con la accuratezza necessaria per ottenere un rilievo vero e proprio: non per questo si rinuncia a disegnare sul posto una rappresentazione della grotta anche molto approssimata, in attesa di rifare il rilievo definitivo. Un semplice **schizzo** si ottiene disegnando direttamente sul taccuino le direzioni dei lati di poligonale, dopo averlo orientato rispetto al Nord, appoggiandovi sopra una piccola bussola. Le distanze si misurano a passi o con metro di legno pieghevole, i dislivelli con riferimento alla propria altezza. Uno schizzo di questo genere può avere pressochè la precisione di un rilievo nel caso di una cavità verticale o quasi, misurata mediante le scale.

*Nella marcia di ritorno dopo una «punta» occorre sempre fare lo schizzo schematico delle nuove parti esplorate,* accompagnato da precise note tecniche in modo che serva di base per programmare una successiva spedizione.

## 5. DISEGNO E RILIEVO DEI PARTICOLARI

Dopo che gli operatori A e B hanno misurato la lunghezza del lato di poligonale p.es. nn. 1-2, gli operatori C e D tracciano ognuno sul proprio foglio, *in scala* (p.es. 2 quadretti = 1 m), un segmento di lunghezza corrispondente e lo dividono in tratti di 1 m. Questo segmento sarà tracciato dall'operatore C con la sua direzione rispetto al Nord (segnato approssimativamente in un angolo del foglio) e dall'operatore D con la sua inclinazione approssimativa sull'orizzontale (eventualmente servirsi di un piccolo goniometro di celluloide).

Dopo di ciò, per disegnare la pianta si comincia col misurare le distanze del caposaldo n. 1 dalle due pareti della grotta. Tali distanze vanno misurate ortogonalmente al lato di poligonale 1-2, servendosi di un metro di legno snodato.

Le due distanze misurate vengono poi riportate in scala sul foglio, segnando i due punti, corrispondenti alle pareti, uno a destra e l'altro a sinistra del caposaldo n. 1. Nell'ipotesi che la grotta abbia la forma di un condotto cilindrico, basterà che l'operatore C compia le stesse misure laterali riferendosi al caposaldo n. 2 e che unisca i due punti così individuati con quelli già segnati in corrispondenza del caposaldo n. 1 per ottenere la pianta di quel tratto di grotta. Purtroppo questa circostanza tanto cara al disegnatore si verifica assai raramente, in quanto le pareti si presentano con rientranze e gibbosità, che *se sono di una certa entità,* vanno riprodotte nel disegno. Ciò si può fare ad occhio, se le pareti sono vicine e il disegnatore è esercitato: questi, mentre disegna, deve muoversi lungo la galleria e non star fermo in un solo punto, dal quale le forme delle pareti si presentano in prospettiva e quindi falsate.

Altrimenti è bene misurare ogni tanto la distanza delle pareti dalla poligonale: l'andamento di questa è indicato dal nastro metrico lasciato a terra dagli operatori A e B, esso va naturalmente immaginato come se fosse teso fra i due capisaldi e quindi ad una certa altezza da terra. Le varie distanze dalle pareti verranno riportate in scala a sinistra e a destra della poligonale, *in corrispondenza del punto di essa a cui ci si è riferiti nella misura.* Questo punto si individua mediante la distanza da uno dei caposaldi entro cui è compreso, distanza che si legge sul nastro metrico appoggiato a terra e che sul foglio si riporta facilmente dove si è suddiviso il lato poligonale in trattini corrispondenti a un metro. Tutti i punti così segnati a destra e a sinistra del lato della poligonale vanno poi uniti con due linee le quali cercheranno di riprodurre le curve che le pareti presentano tra questi punti.

Con questo è illustrato anche il lavoro dell'operatore D, il quale naturalmente misura e disegna la distanza dalla poligonale al suolo e alla volta della cavità, cioè lo spaccato.

Come si rileva l'andamento delle pareti, del pavimento e della volta, così si disegnano anche, sempre riferendosi alla poligonale, i vari particolari compresi nella cavità; secondo quanto è detto nel paragrafo seguente.

Si presentano talvolta **casi particolari,** in cui occorre comportarsi diversamente da quanto si è detto.

**Ambienti molto vasti:** le distanze e la giusta direzione ortogonale dalla poligonale alle pareti sono difficili da misurare, lo stesso è per la volta della grotta quando è molto alta. E' necessaria in tali casi la collaborazione degli operatori A e B, i quali facciano irradiazioni oppure rilevino il perimetro dei saloni con una poligonale secondaria. L'altezza della volta si può misurare come nella fig. 16.



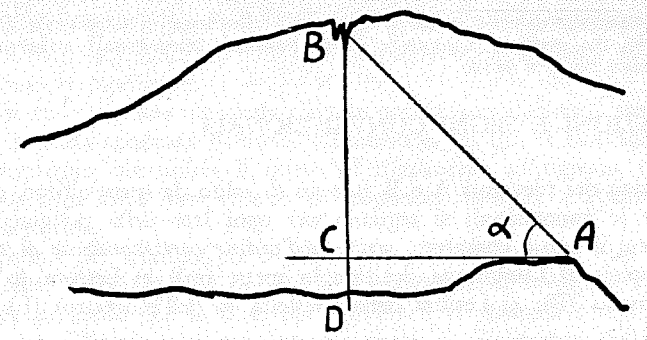



**Fig. 16 - MISURA DELL'ALTEZZA DELLA VOLTA IN UN SALONE**
**BD = CD + CA tang$\alpha$**
**Misurare CA orizzontale e CD verticale. Illuminare B con torcia elettrica e traguardarlo con Abney o eclimetro facendo stazione in A.**

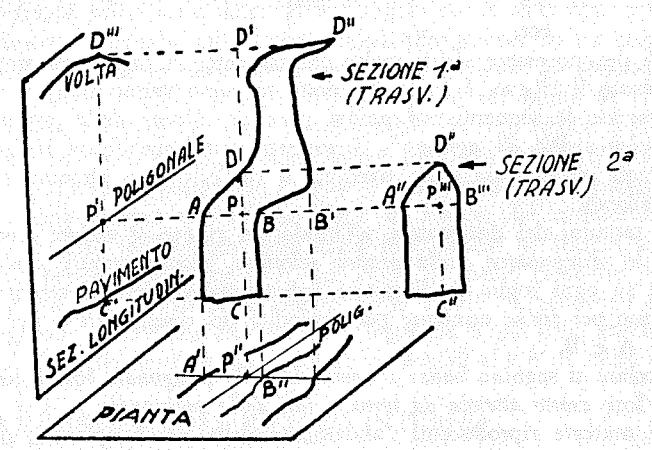



**Fig. 17 - ADATTAMENTI NEL DISEGNO IN PIANTA E SPACCATO DI UNA CAVITA' A CONTORNI IRREGOLARI**

**Cavità a contorno molto irregolare**
quale risulta ad esempio dalla sezione trasversale 1ª della fig. 17.

Secondo quanto s'è detto la distanza dalle pareti della poligonale (P) in questo punto della grotta dovrebbe essere data dai segmenti PA e PB e la distanza della volta da PD. Un disegno che in pianta e in sezione riportasse queste misure darebbe però l'impressione che la cavità abbia la forma rappresentata nella sezione trasversale 2ª, cioè ben diversa dalla realtà. Per ovviare a ciò conviene prendere come distanze dalla poligonale i segmenti PA e PB' per la pianta, PC e PD' per la sezione longitudinale. L'andamento dello scalino B può essere segnato con una linea più sottile (che sarà rilevata analogamente alle altre con riferimento alla poligonale). Nella pianta e nella sezione longitudinale non conviene tener conto del punto D'', perchè esso sfuggirebbe all'osservatore che percorra la grotta alla altezza della poligonale. In sostanza quindi questi adattamenti del disegno devono far sì che il rilievo offra poi all'osservatore un colpo d'occhio corrispondente all'aspetto generale di ogni ambiente.

Per gli ambienti in cui ciò non si possa ottenere con i mezzi illustrati o quando occorre mettere in evidenza particolarità morfologiche, si rappresentino **sezioni trasversali verticali.** A tal fine, se la cavità non è molto larga ci si basa sul segmento immaginario orizzontale e ortogonale alla poligonale in quel punto (AA' di fig. 15), se no tale segmento va rilevato (riferendosi alla poligonale). *Un buon rilievo deve abbondare in sezioni trasversali,* anche semplicemente schematiche.

Analogamente disegnando un pozzo è bene non accontentarsi di tracciare la pianta dell'orifizio e quella del fondo, ma *conviene aggiungere alcune* **sezioni trasversali orizzontali** *schematiche prese in vari punti lungo il pozzo.*

## 6. ANNOTAZIONI E SEGNI CONVENZIONALI

Sul taccuino dei rilevatori A e B (tenuto di solito da quest'ultimo, che ha più tempo libero per le annotazioni) si segnano per ogni lato della poligonale: 1) N.ri dei caposaldi in cui il lato è compreso, *scritti nell'ordine corrispondente al senso della puntata* (v. esempio); 2) Lunghezza del lato in metri (m); 3) Lettura (o letture se ripetute) della bussola (B); 4) Lettura della livelletta (o dell'eclimetro) (L).

Esempio:

| *Ni* | *m* | *B* | *L* |
|---|---|---|---|
| 1-2 | 12,55 | 54° | |
| 2-1 | | | —13°20' |
| 2-3 | 7,40 | | — 0°30' |
| 3-2 | | 206° | |
| ecc. | .... | | |

I numeri devono essere scritti molto chiaramente, in caso contrario vanno ricopiati appena terminato il rilievo. I fogli di questo taccuino vanno uniti e numerati. Su di essi si aggiungono le seguenti *indicazioni generali*: *Nome della grotta - Data - Operatori e incarico svolto da ognuno - Strumenti usati* (specificare la loro sensibilità) - *Eventuale errore di taratura* della livelletta o dell'eclimetro riscontrato all'inizio e al termine del rilievo.

Sui due taccuini dei disegnatori, all'inizio del rilievo si scrive: *nome della grotta, data, nome del disegnatore, scala grafica adottata, pianta* oppure *sezione* (nel primo caso indicare su ogni foglio la direzione approssimativa del N) sempre su questi taccuini si possono poi anche annotare per comodità del disegnatore e per controllo i dati dei rilevatori A e B.

In particolare si segnino bene: *i capisaldi della poligonale* con il loro numero progressivo e la loro *esatta altezza da terra, i lati della poligonale.*

Le linee marcate riproducenti l'andamento delle *pareti* (pianta), del *pavimento* e della *volta* (sezione).

Linee a tratto più fine comprese entro le precedenti, che rappresentano: *bordi di scalini*; proiezione in pianta dell'*arco di ingresso della grotta; orlo di pozzi* e camini (in pianta); *bordi di torrenti* e laghi.

Tutti gli altri particolari con i loro **simboli convenzionali** (1).

Le sezioni trasversali di punti caratteristici.

Le dimensioni degli ambienti si devono desumere unicamente dalla scala con cui è stato fatto il disegno e ciò per evitare in esso troppi numeri, che porterebbero a confusioni: le dimensioni si scrivono però se si tratta di particolari importanti, come ambienti molto vasti (azimut e distanze delle irradiazioni effettuate) o di passaggi strettissimi, *altezza esatta di pozzi,* cascate, camini, pareti verticali, ecc.

## 7. LAVORI A TAVOLINO: COORDINATE DELL'INGRESSO

Basterà dare qualche rapido accenno, poichè si tratta di lavori assai semplici, di un genere che molti sono abituati a fare comunemente.

Anzitutto si stabiliranno le coordinate del punto d'ingresso.

(1) V. la 2ª Guida di questa serie.



Se questo è stato determinato sul luogo con strumenti di precisione si procede per calcoli trigonometrici, altrimenti si individua il punto corrispondente sulla carta e su questa si misurano le coordinate.

Nel caso in cui l'ingresso sia stato rilevato con una poligonale, questa si disegna (v. in seguito) in scala adeguata su carta millimetrata. Di qui si ricavano lunghezza e direzione del segmento che unisce il punto di riferimento all'ingresso, e lo si riporta sulla carta topografica dopo aver ridotto la lunghezza in scala 1:25.000 e corretto la declinazione magnetica.

Se si è operato per irradiazioni si costruiscono gli azimut ad esse corrispondenti su carta trasparente, si corregge la declinazione magnetica, si sovrappone il foglio sulla carta topografica in modo che la direzione del Nord vi coincida e nello stesso tempo ogni lato delle irradiazioni passi per uno dei punti di riferimento che sono stati traguardati: il vertice comune a tutti gli azimut coincide con il punto cercato (operare con molta precisione).

Le *coordinate geografiche* (latitudine e longitudine) o le *coordinate U.T.M.* si ricavano facilmente con le scale grafiche e le istruzioni riportate su ogni tavoletta al 25.000. Le *coordinate polari* sono date: *a*) dall'angolo che il meridiano passante per un punto di riferimento (segnato sulla carta, vicino alla grotta) forma con la linea che unisce il punto di riferimento stesso con l'ingresso della grotta. E' contato in senso orario e va da 0° a 360°; *b*) dalla distanza (in proiezione) del punto di riferimento dall'ingresso. Esempio: distanza m 1525 in direzione 272° 30' dalla cima quota 1219.

La *quota dell'ingresso,* se non è stata determinata con calcoli trigonometrici si ricava nel caso del rilievo di poligonale in base a scale grafiche (v. paragrafo seguente) altrimenti per interpolazione tra le due curve di livello che comprendono il punto di ingresso che è stato individuato sulla carta topografica: si traccia a tale scopo la linea di massima pendenza che unisce le due curve di livello passando per l'ingresso e si considera uniforme la pendenza di questo breve tratto (la pendenza si conosce misurando la lunghezza della linea considerata e leggendo a piè della carta qual'è l'equidistanza, cioè il dislivello costante tra le curve di livello, che è di solito di 20 m).

## 8. CALCOLO E DISEGNO DEL RILIEVO INTERNO

Questo lavoro deve seguire al più presto le operazioni di levata effettuate in grotta.

Si ricopiano anzitutto le misure, correggendo in esse gli eventuali errori di taratura del livelletto (o dell'eclimetro). A fianco dei vari dati rilevati in grotta (colonne, N, m, L, B) si scrive anche la **lunghezza in proiezione** di ogni lato e il **dislivello** esistente tra i capisaldi successivi corrispondenti.

Questi dati si ricavano dalla lunghezza (m) e dalla inclinazione (L) di ogni lato di poligonale, o con elementari calcoli trigonometrici (usare un regolo calcolatore) o, ancora più semplicemente su un grafico che riproduca nella scala p.es. 1:50 segmenti di 20 m uscenti da uno stesso punto di origine e variamente inclinati da 0° a 60°-70°, uno ogni 20'. Grafici del genere si trovano in vendita e si possono anche costruire facilmente *su un foglio di carta millimetrata,* con un goniometro diviso in tratti di 20'.

Questi calcoli permettono di conoscere la lunghezza esatta in proiezione dell'asse della grotta e di ogni tratto di essa, e l'altitudine di ogni caposaldo, riferita all'altitudine dell'ingresso. Queste misure definitive, se nella levata si è usata con cura l'Abney e il nastro metrico saranno affette da un errore massimo dell'1%.

Il disegno si effettua in scala da 1:100 a 1:1000 a seconda della precisione con cui è stato eseguito in grotta.

Si costruisce anzitutto la poligonale separatamente in sezione e in pianta, su un

foglio di carta millimetrata, sul quale si riportano le misure di ogni lato: per la sezione è sufficiente un doppio decimetro, con cui si riportano le lunghezze e i dislivelli. Per la pianta si usa in più un goniometro della stessa sensibilità della bussola usata nel rilievo, prendendo gli angoli nello stesso senso della graduazione di questa cioè di solito da sinistra verso destra.

Lo zero del goniometro, cioè la direzione del Nord, sarà fatto coincidere sempre con una delle direzioni della quadrettatura (quella che consente una migliore impaginazione del disegno).

*In pianta come lunghezze dei lati di poligonale, si riporteranno le proiezioni delle lunghezze spaziali,* già calcolate in precedenza come ho detto.

Costruita la poligonale si disegnano attorno ad essa i contorni della cavità e i vari particolari all'interno di essa, ricopiando fedelmente forme e dimensioni del disegno eseguito in grotta e attenendosi ai **simboli convenzionali.** *Nel disegno bisogna sempre sacrificare il particolare alla chiarezza* e quindi essere schematici: tre stalattiti ne possono simboleggiare anche trecento e così pure non è il caso di disegnare tutti i blocchi di una frana per dare un'idea della sua esistenza. Assieme a pianta e spaccato si ricopiano anche le eventuali sezioni trasversali che vengono riferite alle precedenti con un segmento che le taglia nel punto dove è stata operata la sezione ideale.

Il rilievo va tracopiato poi su un lucido (foglio di carta trasparente) a inchiostro di china, in modo che sia possibile farne copie eliografiche con poca spesa. In questa copia definitiva si tralascia di disegnare i lati della poligonale (segnando però sempre esattamente i capisaldi con il loro numero progressivo). Nella sezione, a fianco dei pozzi, si usa segnare la loro profondità e così pure la profondità totale della cavità se questa è di tipo verticale. Su ogni disegno si indicherà se si tratta di *pianta* o di *sezione longitudinale* o di *sezione trasversale.* In pianta si indichi chiaramente *la direzione del Nord magnetico.* La sezione sarà orientata in modo che la linea di base della squadratura del foglio rappresenti l'orizzontale.

Il disegno complessivo porterà ancora queste indicazioni: *Nome della grotta, N° e sigla catastale, provincia, comune, data del rilievo, nome dei rilevatori e del disegnatore, scala numerica del rilievo* (p.es. 1:500) e *scala grafica corrispondente.*

Tutto dovrà essere disegnato e scritto in modo che risulti ben visibile e leggibile *anche se il rilievo venisse ridotto* di 4-5 volte, in un'eventuale riproduzione a stampa.

## IX

## LA SCHEDA DEL CATASTO GROTTE

Il Catasto delle Grotte d'Italia della S.S.I. raccoglie nelle sue schede tutte le più importanti notizie riguardanti ogni singola cavità naturale. Intorno a quest'opera, alla cui realizzazione collaborano tutti gli appassionati di speleologia, si lavora fin dal 1927. Nel 1956 la Società Speleologica Italiana provvide alla riorganizzazione del catasto grotte, con l'emissione di un nuovo tipo di scheda assai più completo di quelle precedentemente usate, tipo di cui riporto un fac-simile in fondo al capitolo. Altre schede catastali più ridotte sono emesse dall'Istituto Italiano di Speleologia e dall'Istituto Geografico Militare. La S.S.I. ha dato anche le direttive per la compilazione di queste schede [1], che ora riporto per comodità dei lettori. Le schede vengono fornite a tutti i Gruppi Grotte che ne fanno richiesta ed ivi possono essere trovate da chiunque intenda compilarne di nuove. Ogni Gruppo Grotte ha un incaricato per il catasto, nominato

(1) CONCI C., 1956 - *La scheda della Società Speleologica Italiana per il Catasto delle grotte d'Italia,* Rass. Spel. It., Como, VIII, 3-4, p. 245.



dalla Società Speleologica, il quale ha anche il compito di revisore delle schede del suo gruppo.

Oltre il vantaggio di costituire una base per tutta l'attività speleologica, le schede del catasto grotte sono una guida per lo speleologo in quanto gli indicano quali sono le cose più importanti da annotare nel corso della visita di una grotta.

E' importante sapere che una scheda è valida anche se non contiene tutte le indicazioni richieste. Deve però *sempre* contenere: **il nome, la posizione esatta (coordinate e riferimento alla carta topografica al 25.000 dell' Istituto Geografico Militare), la quota di ingresso.**

Altra convenzione importante: a catasto si possono mettere **le cavità naturali lunghe almeno 5 metri,** salvo che presentino interesse scientifico particolare.

Passiamo all'esame particolareggiato della scheda. **Nome** ufficiale è quello dialettale più usato. Ove manchi un nome lo conierà lo scopritore *con riferimento alla località* in cui la grotta si apre. Evitare di prendere lo stesso nome per grotte della stessa zona. Nella traduzione italiana si usino questi termini:

*Abisso*: serie di più cavità verticali susseguentisi o unica cavità verticale di considerevole profondità.

*Buca, buco, pertugio, cunicolo, tana*: cavità con non grande ingresso, scarsamente estesa e profonda.

*Caverna*: unico vano sotterraneo comunicante con l'esterno attraverso ad ampia apertura.

*Fessura*: cavità verticale o inclinata il cui ingresso si presenta molto stretto e allungato.

*Grotta*: serie di varie cavità comunicanti di notevole sviluppo lineare.

*Grotte*: varie cavità intercomunicanti e formanti un complesso sotterraneo molto esteso.

*Inghiottitoio*: cavità in cui si scarica un corso d'acqua temporaneo o perenne.

*Pozzo*: cavità verticale o obliqua, propriamente a sezione pressochè circolare.

*Riparo*: cavità pianeggiante, poco sviluppata e generalmente a largo ingresso, formata dallo sporgere di un tetto di roccia.

*Voragine*: profonda e ampia cavità verticale, con andamento irregolare.

SIGLATURA: **numero:** le grotte di ogni regione sono distinte da un numero caratteristico. Certe regioni (Lombardia, Piemonte) sono divise in più zone, ciascuna avente un intervallo di numeri propri.

**Sigla regioni:** A - Abruzzi e Molise; B - Basilicata; Cb - Calabria; Cp - Campania; E - Emilia; Fr - Friuli; La - Lazio; Li - Liguria; Lo - Lombardia; Ma - Marche; Pi - Piemonte; Pu - Puglie; Sa - Sardegna; Si - Sicilia; T - Toscana; U - Umbria; V - Veneto; VG - Venezia Giulia - Vt - Trentino Alto-Adige.

Le **sigle provincia** sono quelle delle targhe delle automobili.

POSIZIONE. **Carta topografica:** le indicazioni necessarie si trovano sul bordo superiore della tavoletta al 25.000. Esempio: *foglio*: 39, *quadrante*: IV, *tavoletta*: NE, *nome o titolo*: Pordenone.

Sulle varie **coordinate** s'è già discorso nel Cap. VIII. Per rintracciare più facilmente sulla carta topografica il punto corrispondente all'ingresso della grotta alla scheda catastale è allegato un lucido il quale porta due linee perpendicolari. La loro intersezione va fatta coincidere, sovrapponendole alla carta, con l'ingresso della grotta. Si segnano poi nel lucido alcuni punti caratteristici della carta.

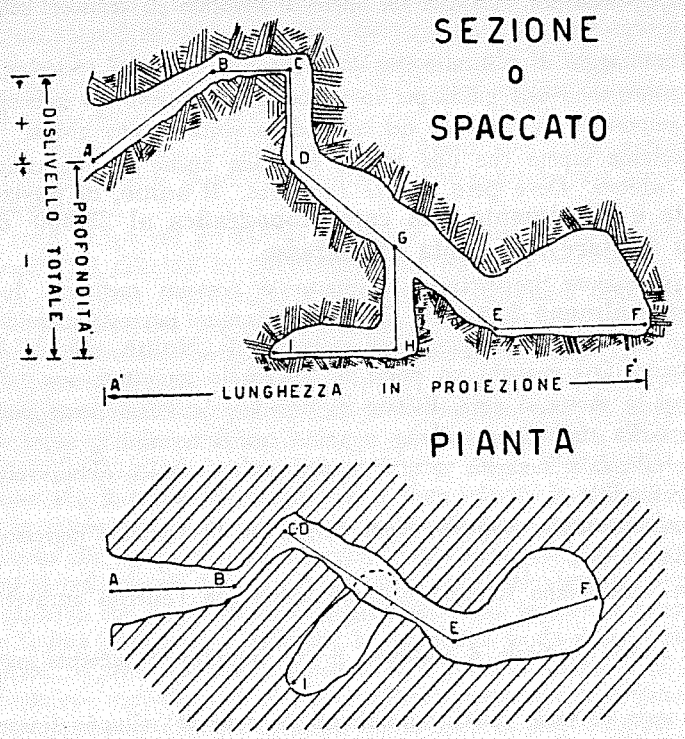



**Fig. 18 - DATI METRICI PER LA SCHEDA DI CATASTO (da Conci)**

DATI METRICI. — I termini: **profondità, dislivello, dislivello totale,** sono già definiti sulla scheda e si vedono chiaramente nella figura 18. Sempre riferendoci a questa: la **lunghezza del ramo principale in proiezione** è la somma dei segmenti AB, BC, CD (= zero), DE, EF, *quali risultano nella pianta.* La **lunghezza del ramo principale, spaziale** è la somma degli stessi segmenti AB, BC, CD, DE, EF, *quali risultano nella sezione.* **Lo sviluppo complessivo con diramazioni** è = lunghezza + i seguenti G'H' (= zero), e H'I' oppure GH e HI a seconda che lo sviluppo sia considerato in proiezione oppure spaziale; in questa somma si prendono in considerazione solo le diramazioni lunghe *più di* 5 *metri,* e in genere non si tiene conto dei cunicoli tra massi franati.

Come **pozzo,** per quanto riguarda la scheda catastale, si intende « un tratto verticale ove gli attrezzi (corda o scala) cono indispensabili e che è compreso tra un ripiano superiore sufficiente alla manovra di detti attrezzi e un piano inferiore largamente sufficiente alla sosta di più di un uomo » (Binda). Lo stesso criterio penso che vada applicato alla voce **dislivelli da risalire.**

Nell'elencare **l'attrezzatura** occorrente per l'esplorazione (anche per il raggiungimento di cavità in parete) consiglio di essere molto particolareggiati e fare riferimento al disegno della cavità e al numero progressivo dei pozzi. Se lo spazio a disposizione è insufficiente si aggiunga un allegato. Penso che la **data dell'esplorazione** si riferisca al giorno in cui per la prima volta si è esplorata la grotta o una parte di essa. Per i dati del **rilievo** si ricordi quanto ho detto nel Cap. VIII. *Una copia del rilievo o almeno uno schizzo della grotta va allegato alla scheda.*



**Itinerario:** consiglio di indicare particolareggiatamente il percorso, il tipo delle strade, punti di riferimento caratteristici, indicare se l'ingresso si vede arrivando, oppure è nascosto, se è di facile accesso oppure no. Si prescinda da ogni particolare accidentale, ricordando che i luoghi cambiano aspetto a seconda della stagione, del taglio dei boschi, ecc.

La **descrizione** deve essere necessariamente sommaria, prescindendo da quello che si vede già chiaramente nel rilievo, o da quello che riguarda la morfologia carsica. I **contrassegni** caratteristici sono indispensabili nel caso di cavità vicine e molto simili: la miglior cosa è scrivere a minio il numero della grotta presso l'ingresso.

Nel compilare la terza pagina della scheda, comprendente i dati di interesse scientifico, occorre riferire molto concisamente solo *i dati più importanti e definitivi.* In casi particolari si possono aggiungere allegati. Su queste notizie si veda il capitolo seguente.

Nel citare la **bibliografia,** cioè l'elenco delle pubblicazioni che trattano della cavità occorre molta precisione. In certe regioni esistono indici bibliografici completi, per cui basta riferirsi a questi, riportando Autore, anno, pagina. Se no si segua questo modello dato dal Conci:

Binda A., 1954 - *La Grotta dei Remeron* (*Bus di Remeron*) 2205 Lo - Rass. Spel. It., Como, VI, 4, pp. 189-199, 7 figg., 1 Tav.

Cioè: Autore, anno di pubblicazione, titolo completo, Rivista, luogo di pubblicazione, volume, fascicolo, pagine, figure, tavole. Per i lavori non compresi in periodici, dopo il titolo si indica: Casa Editrice, luogo di pubblicazione, pagine, figure, tavole.

La compilazione delle schede di catasto è uno dei contributi più importanti che lo speleologo, anche semplice esploratore, può dare al progresso delle conoscenze speleologiche della sua regione. Invito quindi tutti quelli che si accingono ad esplorare una grotta o parte di grotta nuova a raccogliere sempre con precisione i dati di catasto, almeno quelli essenziali e a trasferirli poi sulle schede.

SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA — CATASTO DELLE GROTTE D'ITALIA

**DENOMINAZIONE DIALETTALE**

SINONIMI DIALETTALI

NOME ITALIANO

**NUMERO**
SIGLA REGIONE
SIGLA PROVINCIA

| Regione | Provincia | Comune | Frazione | Località |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

Carta Topogr. I.G.M. 1:25.000 Foglio N. Quadrante Tavoletta Nome

Coordinate Geografiche: Longitudine Latitudine

Coordinate polari: Distanza m in direzione da (indicare un punto caratteristico segnato sulla carta topogr. 1.25.000)

Coordinate U.T.M.

Altitudine: Quota ingresso m : (specificare lo strumento usato per la determinazione)

Nome Cognome e indirizzo del proprietario, alla data del:

Profondità (dall'ingresso al punto più basso) m

Dislivello (dalla quota ingresso, al punto più alto) m

Dislivello totale (dal punto più alto al punto più basso) m

Lunghezza ramo principale, in proiezione, m spaziale (reale) m

Sviluppo complessivo con diramazioni, in proiezione m spaziale (reale) m

Andamento prevalente: orizzontale, verticale, ascendente, discendente, complesso,

Percorribilità interna: facile, difficile, difficilissima pericolosa

Pozzi: esterno m ; pozzi interni: I m II m III m

Dislivelli da risalire:

Attrezzatura occorrente per l'esplorazione

Esplorazione completa? Parziale? Non effettuata?

Esplorazione eseguita il: da:

Rilievo eseguito da: il:

Con gli strumenti: Scala del rilievo:

pubblicato (indicare Autore, Titolo del lavoro, pubblicazione):



**Itinerario** per raggiungere la cavità, partendo dal centro abitato più **vicino raggiungibile** con strada carrozzabile.

**Descrizione** della cavità (si consiglia di allegare, con foglio a parte, il rilievo in sezione, in planimetria, o, in mancanza di esso, riprodurre uno schizzo indicativo).

**Fotografia** dell'imbocco della cavità visto dall'esterno (fotografia riprese, ove è possibile, normalmente all'allineamento frontale dell'imbocco)

**Contrassegni caratteristici** (atti ad individuare la cavità):

Natura della roccia entro cui è scavata la cavità

Natura del suolo della cavità (terroso, detritico, ghiaioso, sabbioso, argilloso, caos di blocchi, roccia)

all'imbocco

all'interno

Concrezioni:

**Note geo-morfologiche**

Corsi d'acqua? (perenni, temporanei, fuoriuscenti od entranti nella grotta o con solo percorso sotterraneo)

Laghi?: dimensioni

Piccoli bacini?: dimensioni

Cascate? Sifoni? Pericolo di piene?

Esiste neve? (specificare quando, e se perenne o temporanea)

Esiste ghiaccio? (specificare quando, e se perenne o temporaneo)

**Note idrologiche**

**Correnti d'aria** (indicare la direzione, in quale luogo della cavità, e la data dell'osservazione):

**Temperature** (indicare la zona e l'epoca, per l'aria - l'acqua - il terreno

**Fauna e Flora**

**Paleontologia**

**Paletnologia**

**Folklore** (miti, leggende, ...)

**BIBLIOGRAFIA:**

COMPILATORE DELLA SCHEDA
Del Gruppo Grotte
Data
Firma del Responsabile del Catasto Speleologico locale

# X
# RACCOLTA DELLA DOCUMENTAZIONE SCIENTIFICA

Questo capitolo è per chi ha intenzione di raccogliere materiali per lo studio delle grotte che esplora, lavoro che richiede spirito di osservazione e che si può svolgere durante soste forzate nel corso dell'esplorazione, oppure assieme alle operazioni del rilievo. In ogni caso occorre abituarsi, qualsiasi cosa si faccia mentre si è in grotta, a una continua osservazione, che permette di raccogliere indicazioni utili, le quali verranno accuratamente annotate appena possibile.

Come ho già detto nel Cap. III alcune di queste misure ed osservazioni sono utilissime anche per indirizzare l'esplorazione stessa.

La raccolta di materiali di studio è naturalmente facoltativa, *ma è invece assolutamente necessario non distruggere sconsideratamente con il passaggio ciò che può servire allo studio della grotta,* per esempio la forma dei depositi argillosi o le concrezioni sul pavimento, soprattutto quando contengano o ricoprano impronte, o resti della preistoria dell'uomo.

In grotte nuove, che si suppone possano contenere tracce di questo genere, oppure ossami o utensili preistorici, occorre avanzare con gli occhi ben aperti e sospendere subito l'esplorazione al primo ritrovamento. Infatti questo è l'unico caso in cui gli studi specializzati devono precedere tutte le altre operazioni (esplorazioni, rilievi, ecc.) perchè durante queste si danneggerebbero materiali e indizi preziosi.

Chi trova cose del genere in una grotta inesplorata e sia veramente uno speleologo e non un saccheggiatore, deve avvertirne subito le autorità competenti, cioè la Soprintendenza alle Antichità senza rimuovere nè asportare alcunchè. Bisogna notare che la legge stabilisce pene alquanto severe per chi si appropria di questi materiali o li distrugge o semplicemente fa scavi senza autorizzazione. Se poi a qualcuno interessa dedicarsi a questo genere di ricerche, lo può anche fare come semplice amatore, ma appoggiandosi alle Soprintendenze da cui avrà consigli e autorizzazioni.

All'infuori di questo caso il contributo che l'esploratore può dare allo studioso con prelievi, misure e osservazioni compiute anche di sua iniziativa è sempre utile. *Questo lavoro deve riferirsi sempre esattamente al rilievo della grotta o almeno a uno schizzo provvisorio.*

## 1. MISURAZIONI

**Temperatura:** si usino termometri graduati p.es. da —5 a +25° C, divisi in mezzi gradi o meglio in quinti, protetti da astucci robusti. Ogni tanto vanno tarati confrontandoli con un campione. *T. dell'aria*: il bulbo del termometro deve essere esposto completamente all'aria durante la misura ed essere rigorosamente asciutto. Il termometro va lasciato così normalmente per 5 minuti, lontano dalle lampade a fiamma e dalle persone, la lettura dovrà effettuarsi rapidamente senza influenzare la determinazione con il calore della persona o di lampade (allenarsi preventivamente). Per essere sicuri che la colonna di mercurio si sia stabilizzata, si facciano letture fin tanto che esse non diano un valore costante.

Sono comodi i termometri montati su un dispositivo a fionda, che rende la misura più pronta e attendibile. *T. dell'acqua*: fare la lettura mentre il bulbo è in acqua; in certi bacini la temperatura varia a seconda della profondità. *T. della roccia*: occorre praticare un foro in essa assai profondo e della stessa grandezza del termometro. Come ripiego si può operare nelle strette fessure intasate dall'argilla (annotare la profondità del bulbo).



*Annotazioni*: tipo di termometro usato, lettura, giorno, ora, nome della grotta, luogo esatto di essa (riferito al rilievo: importante la quota interna, riferita a quella dell'ingresso).

**Umidità relativa:** si misura con *igrometro a capello* o con *psicrometro.* Questo ultimo è più attendibile: consta di due termometri, che vengono posti nello stesso ambiente, uno con bulbo asciutto, l'altro con bulbo bagnato. Le temperature segnate dai due termometri saranno tanto più differenti quanto più l'ambiente è asciutto (perchè a una più attiva evaporazione sul bulbo del secondo termometro corrisponde un maggior abbassamento della temperatura di questo). Una tabella permetterà di ricavare dalle temperature lo stato igrometrico dell'aria. Sovente questo oscilla su valori da 95 a 100%, per cui lo psicrometro usato dovrà essere sensibile a variazioni comprese in questo intervallo. Talvolta senza strumenti si rileva l'esistenza di zone anche profonde con scarsa umidità (pareti asciutte o bagnate solo a chiazze) che è bene notare.

*Annotazioni*: come per la temperatura.

L'*igrometro a capello* va tarato prima dell'uso: avvolgerlo in un panno bagnato e dopo qualche minuto regolare l'indice sul 100%, girando l'apposita vite. Le misure di temperatura e umidità vanno prese se possibile nello stesso tempo, tanto all'interno che all'esterno della grotta (all'ombra e in luogo che non risenta dell'eventuale corrente d'aria uscente dalla cavità). Per l'esterno serve un termometro anche meno sensibile ma con scala più ampia.

All'interno le misure si faranno con maggior frequenza all'inizio della grotta, poi, per quanto riguarda l'aria, dove l'ambiente presenta dei cambiamenti: slarghi, saloni, diramazioni, camini, correnti d'aria, in presenza di acque correnti o stagnanti, in fondo a pozzi, ecc. A parte i bruschi cambiamenti di ambiente, le misure vanno ordinate in funzione della distanza e profondità dall'ingresso.

Dati interessanti si possono ottenere con *termometri a max-min* anche non molto sensibili, lasciati in grotta per molti giorni.

**Correnti d'aria:** oltre a misurarne la temperatura e l'umidità, si osservi la loro *velocità* (una misura precisa si ha con un anemometro, ma è apparecchio troppo delicato per l'uso comune): fare del fumo, per esempio con fiammifero antivento e dopo che il fumo si sarà raffreddato, calcolare, orologio alla mano, quanto tempo impiega a percorrere un certo tratto in cui la galleria sia di dimensioni regolari. *Annotare* poi le *dimensioni medie* di questa, *il senso* della corrente, se ad *andamento* regolare o pulsante o a folate irregolari; *il giorno, l'ora* esatta, *il luogo* della grotta (riferimento al rilievo). Effettuando queste osservazioni in più punti si deve arrivare a conoscere come circola l'aria nelle varie parti della cavità; se tale circolazione è aperta oppure si chiude nella grotta stessa (p.es.: acqua messa in moto da una cascata). Nelle grotte orizzontali a fondo cieco l'aria circola spesso in un senso contro la volta e in senso opposto contro il pavimento: moti lentissimi di tal genere possono essere rivelati da misure di temperature.

A queste misure meteorologiche si accompagnano e si riferiscono osservazioni come: *depositi di neve o ghiaccio* (perenni o temporanei, entità, durata, ubicazione), superfici su cui si nota *condensazione* di goccioline d'acqua (entità e ubicazione), presenza di *nebbia,* ecc. (v. fig. 4) e altre osservazioni riguardantti la morfologia e l'idrologia (vedi in seguito).

**Portata dei corsi d'acqua:** scegliere un tratto del letto di forma e dimensioni il più regolari possibile, in cui l'acqua scorra senza vortici, quindi non troppo velocemente. Stabilire in esso una certa distanza (d) e calcolare il volume (V) del tronco di corso d'acqua di lunghezza corrispondente. Prendere un galleggiante di densità *di*

*poco inferiore a quella dell'acqua* (cioè tale che galleggi, ma che resti quasi totalmente sommerso). Esso va posto assai a monte del tratto di distanza d e abbandonato alla corrente in modo che la percorra mantenendosi nel centro; si misura quindi *più volte* quanto tempo (t) impiega il galleggiante a passare nel tratto d. La portata si ottiene dividendo il volume V (in $dm^3$ cioè in litri) per la media dei tempi t (in sec) il risultato espresso in l/sec, si moltiplica per 0,7 (perchè l'acqua ai bordi ha velocità minore). Se il corso d'acqua non scorre su fondo di roccia impermeabile è probabile che abbia sotto il suo letto delle canalizzazioni attraverso a cui una parte dell'acqua circola sotto pressione sottraendosi alla misura. Qualcosa di simile avviene se il fondo è ghiaioso o sabbioso. In questi casi bisogna ripetere le misure in più punti.

2. OSSERVAZIONI

Darò qui un semplice elenco delle cose che si possono osservare (v. anche Cap. II e III).

**A) GEOLOGIA: terreno in cui è scavata la grotta:** tipo di roccia in cui è aperto l'ingresso, rocce di altra natura eventualmente affioranti nelle vicinanze, loro disposizione reciproca, immersione e inclinazione degli strati (v. fig. 19). Roccia all'interno della cavità. Indicare di tutte il periodo geologico (carta geologica) e le caratteristiche litologiche.

Se queste non si possono stabilire sul posto, *si prelevino campioni* possibilmente non troppo piccoli.

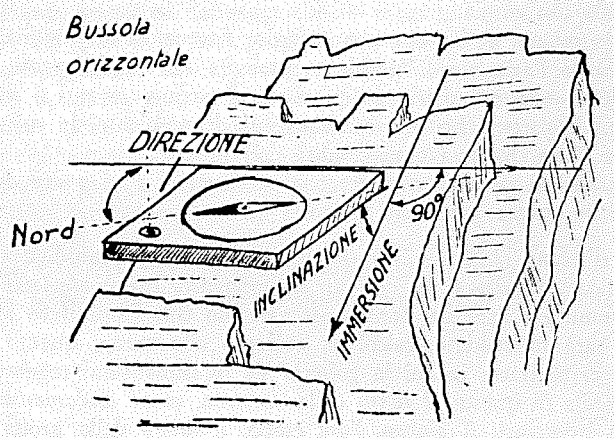



**Fig. 19 - GIACITURA DI UNO STRATO**

**Il bordo rettilineo della bussola appoggiata alla superficie dello strato ne indica la DIREZIONE. L'IMMERSIONE è ortogonale alla direzione, nel senso della pendenza (è la linea di massima pendenza dello strato). L'INCLINAZIONE è l'angolo formato da questa linea con il piano della bussola (orizzontale).**

**Fratture** in cui la grotta è aperta: dell'ingresso e nell'interno (tra i giunti degli strati, diaclasi, faglie), loro *direzione* (1) e *inclinazione*. Intensità e *andamento complessivo* (dal rilievo: si osservi la disposizione delle gallerie, spesso sono aperte in un sistema di fratture parallele o in vari sistemi, intersecantesi con angoli regolari, ecc.). Notare come dalla disposizione delle fratture dipenda la forma della cavità: ad esempio gli slarghi corrispondono all'incontro di più fratture, ecc.

(1) La direzione di una diaclasi o di una faglia è data dall'intersezione del piano in cui essa giace con un piano orizzontale.



**B) FORME CARSICHE. Aspetto della superficie sovrastante la grotta.** Roccia nuda o ricoperta di detriti (di falda, morenici, alluvionali) o di terra, con vegetazione arborea, pascoli o coltivazioni, ecc. *Forme carsiche presenti*: doline, polje, inghiottitoi, campi solcati, ingressi di altre cavità e loro tipo. Profilo della superficie esterna corrispondente all'andamento della grotta (dal rilievo e da carte topografiche).

**Ingresso della grotta:** *dimensioni, forma, posizione* (su cresta, su dorsale, in fondo a conca, in parete, all'inizio di solco idrico asciutto, ecc.).

**Appartenenza della grotta a un sistema carsico:** estensione e forma di questo. Indicare *da quali parti del sistema la cavità è formata* (zona di assorbimento, zona di percolazione, zona di scorrimento, zona di affioramento o di risorgenza). Indicare se la grotta comprende *parti attive, semiattive,* o *fossili* del sistema. Nel caso di cavità di tipo fossile, *quali modifiche può aver subìto dal suo aspetto primitivo* (p. es.: l'esistenza in antico di due gallerie sovrapposte dove ora è un unico ambiente si deduce dalla presenza sul pavimento di un ammasso di blocchi franati a cui corrispondono sulla volta segni di erosione. Oppure condotti un tempo comunicanti possono essere ora separati da depositi di sedimenti, frane, concrezioni: v. p.es. fig. 4. Per altri esempi di modifiche subite v. figg. 20 e 21.

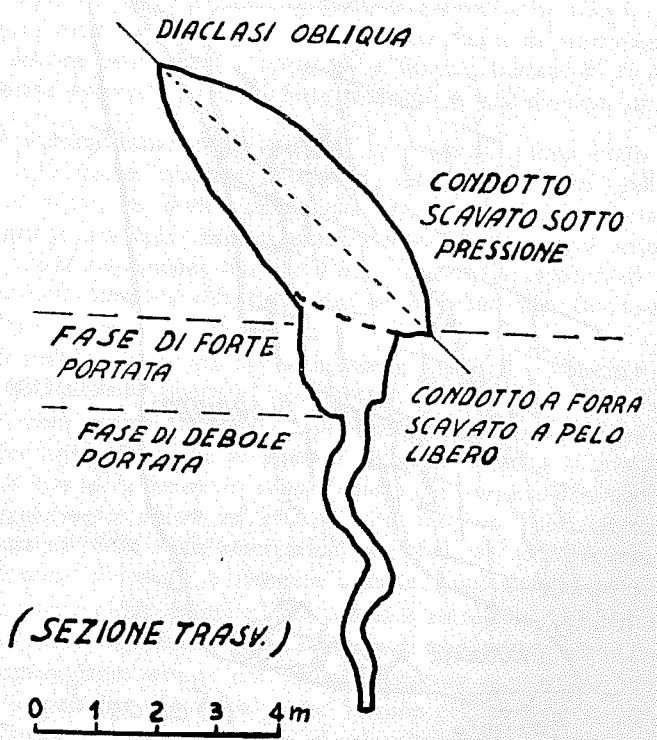



**Fig. 20 - OSSERVAZIONI SULLA SEZIONE TRASVERSALE DI UNA GALLERIA**

**Partendo dall'alto sono visibili tre fasi dell'evoluzione della cavità (schema da una fotografia presa nell'ANTRO DI CORCHIA - N. 120 T. - (prov. di Lucca), verso i 100 m di prof.).**

Osservare poi **nelle varie parti della grotta:** *la forma della sezione dei condotti* v. fig. 20 (ellittica, circolare, a forra, ecc.), il *loro andamento*: rettilineo o a meandri, la regolarità o meno delle loro dimensioni, *la forma dei pozzi* (a campana, cilindrici, a fuso, ecc.); notare se il fondo dei pozzi è in roccia viva o se formato da frane.

**L'aspetto delle superfici rocciose interne:** 1) quelle interessate da *corrosione*: superficie scabrosa per le impurità residue, ricoperta da patina di argilla di decalcificazione (colore biancastro, rossastro, ecc.); 2) superfici interessate da *erosione*: se è stata causata *da acque scorrenti sotto pressione* si hanno superfici liscie e regolari, talvolta modellate a piccole conche e con « marmitte » nel soffitto dovute ad erosione turbinosa (evorsione); se operata *a pelo libero* da rigagnoli o torrenti: profonde scanalature (specie nei pozzi) superfici irregolari, sia liscie che con lame di roccia, becchi, denti, « quinte » talvolta molto sottili e perforate, marmitte dei giganti nel pavimento; 3) *superfici di frattura*: quelle dalle quali si sono staccati blocchi rocciosi: presentano diedri concavi e convessi a spigoli vivi.

C) **DEPOSITI: ammassi di frane:** *forma, volume* complessivo e dei singoli blocchi; loro *distribuzione* nella grotta (dal rilievo); forme e *aspetto delle superfici* delle pareti e delle volte in presenza dei blocchi; aspetto della superficie dei blocchi medesimi (v. fig. 21).

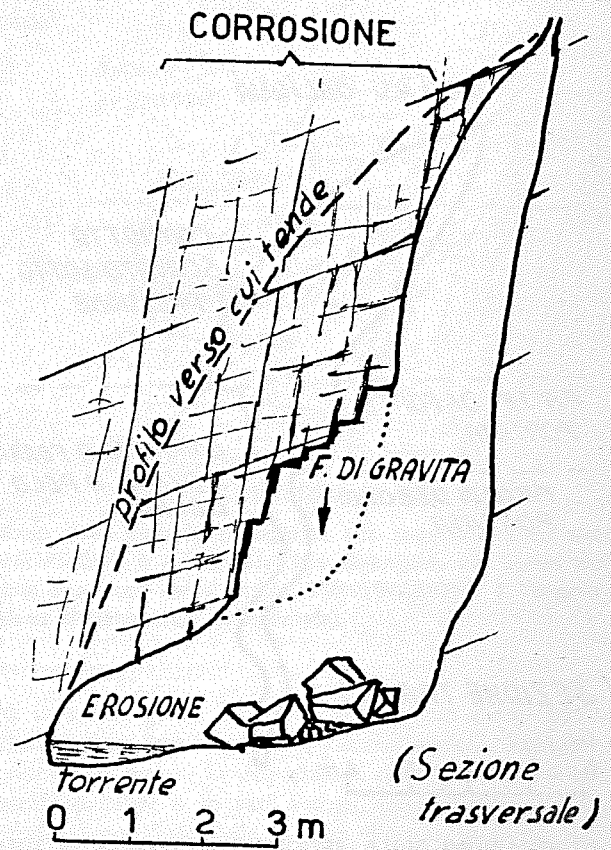



**Fig. 21 - AGENTI ED EFFETTI DELLE FRANE**
**(schema da osservaz. fatte nella BALMA DI RIO MARTINO - N. 1501 Pi - (prov. di Cuneo).**



**Depositi di argilla, sedimenti di sabbia o ghiaia** (cementati o non): disposizione, forma, volume (prelievo di campioni). In genere *si osservi sempre di cos'è costituito il pavimento*: se di roccia viva o concrezioni o di terriccio, ecc. **Formazioni calcaree cristalline** (stalattiti, stalammiti, crostoni stalammitici sul pavimento, rivestimenti sulle pareti, vaschette incrostanti, « cascate di pietra », concrezioni pisolitiche, oolitiche o « perle delle grotte », stalattiti eccentriche, concrezioni subacquee a « cavolfiore », ecc.). Loro *entità* e *distribuzione* nelle varie parti della grotta. Prelievo di piccoli campioni solo se asportabili senza danneggiarli.

D) **IDROLOGIA. Idrografia esterna** della superficie sovrastante la grotta (corsi d'acqua o laghi: perenni o temporanei, loro disposizione.

**Funzione idrologica dell'ingresso** della grotta, sia che venga svolta presentemente, sia in passato (esempi: *assorbimento in massa*: inghiottitoio, perdita. *Cavità scarsamente assorbente*: pozzi e fori della zona di percolazione, che raccolgono solo qualche stillicidio (assorbimento disperso). *Cavità di fuoriuscita* delle acque: di tipo valchiusiano oppure laminatoio o galleria su fondo di roccia impermeabile, sfioratore di eccedenza, ecc.).

**Idrologia interna:** presenza di *corsi d'acqua sotterranei*, ricostruzione del loro percorso anche nelle parti non accessibili (basarsi sul rilievo), *bacini, sifoni*, cascate lungo il loro percorso, loro eventuali *affluenti*. *Laghi e bacini chiusi* e origine delle loro acque (provenienti attraverso a sifone da una zona di scorrimento sommersa, oppure acque residue delle piene, o acque di stillicidio); trattandosi di grotte « asciutte » indicare anche eventuali punti di forte stillicidio o veli d'acqua lungo pareti.

**Entità e meccanismo delle piene:** per vedere il punto esatto raggiunto nei vari ambienti dalle piene, disporre in essi a varia altezza dei galleggianti, tornando dopo le piene, si osserva fin a che altezza sono stati asportati dall'acqua. Osservare se questi ambienti temporaneamente invasi dalle acque sono provvisti di meccanismi a sifone funzionanti da scaricatori, calcolare la capacità di questi bacini-serbatoi temporanei; osservare alla risorgenza se esplicano una funzione regolarizzatrice della portata.

Cercare di stabilire in prima approssimazione qual'è il **bacino di origine delle acque sotterranee** scorrenti nella grotta (v. Cap. II e III).

Ho citato molti esempi di osservazioni possibili, non perchè esse vadano fatte tutte quante per ogni grotta che si esplora: di volta in volta *si sceglieranno quelle che, riguardo al tipo della cavità in esame, paiono più importanti e soprattutto che si presentano maggiormente chiare ed evidenti*. Per fare un buon lavoro bisogna trasferire le indicazioni delle varie osservazioni da farsi, su schede preparate appositamente, che verranno consultate e riempite durante i sopraluoghi nella grotta.

Ho già accennato a vari campioni che conviene raccogliere; ad essi si aggiungono quelle cose che paiono in qualche modo interessanti e il cui trasporto fuori può effettuarsi senza danneggiarle, sempre che poi si presentino in esame a qualcuno che se ne intende e che può dire di cosa si tratta. Servono per raccoglierle scatolette di latta o tubetti in plastica e qualche sacchetto di tela oltre a un martello e a un piccolo scalpello per il prelievo.

*Di ogni campione si annoti il luogo preciso del ritrovamento*. Talvolta invece di asportare il materiale è più comodo fotografarlo sul posto (v. in seguito).

## 3. RACCOLTA DI FLORA E FAUNA DELLE GROTTE

Qui mi devo limitare ad alcuni consigli per chi esplorando e rilevando le grotte avesse occasione di raccogliere vegetali o animali, materiali sempre preziosi per gli studi di speleologia, per i quali il contributo dato dal semplice appassionato può essere della massima importanza.

**Vegetali:** *epatiche* e *licheni,* che si trovano nella zona della grotta seguente all'ingresso e anche molto all'interno, fatte essiccare, si pongano in buste di carta; le *alghe* vanno raschiate dalla roccia e poste in tubetti di vetro. Gli altri vegetali trovati all'ingresso, se non sono riconosciuti subito, si fanno essiccare e si conservano con il metodo degli erbari. Ogni reperto sarà accompagnato dalle indicazioni che darò in seguito per la fauna. In più interessa sapere l'esposizione dell'imbocco, la distanza dall'ingresso e l'intensità luminosa nel luogo di ritrovamento (fare uno schizzo della prima parte della grotta), la superficie della parte di grotta considerata, la superficie di questa coperta dalle varie specie vegetali. La percentuale approssimativa della superficie coperta da ogni specie. L'associazione delle piante: se isolate o in gruppi più o meno numerosi di individui.

**Animali:** la fauna cavernicola comprende gran varietà di specie, dai pipistrelli ai *protei* (anfibi delle grotte del Carso), a insetti, ragni, piccoli crostacei, vermi, ecc. La maggior parte delle specie appartiene però agli invertebrati. Di questi animaletti, alcuni hanno scelto la grotta come loro ambiente (*Troglobii* si chiamano quelli che dimorano sempre ed esclusivamente sottoterra, *Troglofili* gli altri), oppure vi si trovano per caso o solo talvolta (*Troglosseni*).

Alcuni si nutrono di detriti vegetali, di guano, ecc., altri sono carnivori. Molti di essi vivono abitualmente in luoghi non accessibili, come in strette fessure, o nascosti sotto detriti, sotto pietre infossate anche molto profondamente nel terreno; si possono rinvenire nelle parti accessibili della grotta, dove vi sono attratti p.es. da esche sia naturali che poste ad arte per catturarli. Per questo il bottino di chi si limita a catturare ciò che gli capita di vedere è minimo in confronto a quello di chi si dà a una vera caccia. Questi rivolgerà la sua attenzione principalmente nei pressi dell'ingresso, in fondo ai pozzi esterni, nel guano, sulle pareti ricoperte di colate stalammitiche, e specialmente scavando nel terriccio, sotto detriti, rivoltando le pietre, ecc.

I cavernicoli abitanti, le vaschette o i laghi si distinguono difficilmente e vanno catturati con un retino a maglia finissima (retino planctonico). Se si ha occasione di tornare nella grotta dopo un giorno o più, si pongano delle esche (carne, formaggio).

Talvolta si asporta un po' di terra e detriti vari, dai quali, a casa, si possono avere animaletti piccolissimi.

Le prede più grosse di trasferiscono in tubetti con l'aiuto di pinzette, quelle più delicate con pennellini o semplicemente con il dito bagnato. Per le specie più delicate e quelle da non passare immediatamente in alcool si usa l'aspiratore (fig. 22).

Coleotteri e ortotteri si mettono in tubetti con segatura grossolana imbibita di etere acetico, tutti gli altri in alcool 80%. In ogni tubetto si mettono le indicazioni (v. oltre).

A casa si suddividono gli esemplari di ciascun gruppo in tubetti distinti: in questi si introduce un tappo di cotone e si riempie completamente di alcool a 80% evitando che restino bolle d'aria, oppure come ho detto con segatura grossolana. Prima di chiudere si infila un biglietto con le **indicazioni** a matita: *nome della grotta (n° di catasto, provincia, comune), data, nome del raccoglitore e suo indirizzo, luogo di raccolta.*



*Altre indicazioni utili riguardanti tutta la grotta sono*: temperatura, umidità, corrente d'aria, oscurità, natura del suolo (detriti, guano, ecc.), altitudine della grotta, profondità e distanza dall'ingresso del luogo di raccolta, idrologia della cavità.

Tubetti e indicazioni vengono poi spediti agli specialisti in grado di classificare esattamente le specie, assieme ad un elenco in duplice copia. Gli specialisti comunicheranno poi la determinazione ai raccoglitori, nel frattempo conviene armarsi di pazienza: non è improbabile che talvolta tra il materiale inviato si trovi una specie completamente nuova, a cui viene di solito dato il nome del ritrovatore. Un elenco degli specialisti in grado di classificare questi materiali si trova sull'opuscolo del Cotti citato in fondo e può essere richiesto alla Rassegna Speleologica Italiana. Altrimenti si invii il materiale alla Società Speleologica Italiana (v. pag. 6).

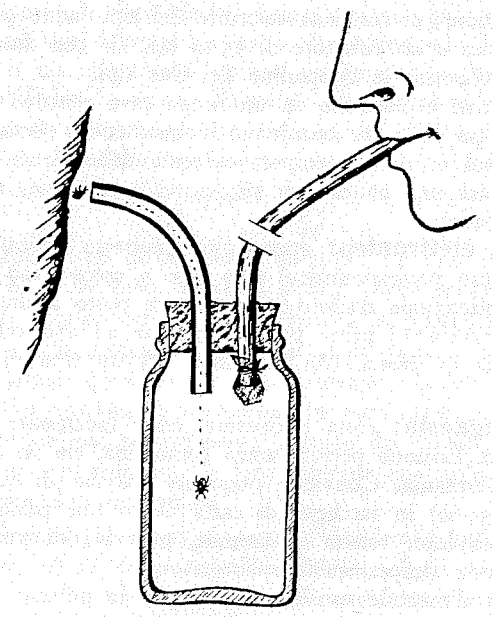


**Fig. 22 - ASPIRATORE**

## 4. FOTOGRAFIA

**Apparecchio fotografico:** non troppo delicato nè ingombrante, di semplice uso, con un facile sistema di mira (ottimo il reflex). Molti tipi in commercio vanno bene: dipende da quanto si è disposti a spendere. Si usano obiettivi normali e talvolta sono comodi i grandangolari.

**Treppiede** con testa a snodo, molto robusto. Una staffa ad esso adattabile, portante a sua volta l'attacco per due apparecchi, consente di fare contemporaneamente foto a colori e in bianco e nero o due foto con diaframmi differenti.

**Lampadine flash:** bianche per pellicola in bianco e nero e azzurrate per pellicola a colori (per luce diurna). La correzione della luce troppo gialla del magnesio si può anche ottenere con un filtro posto davanti all'obiettivo.

Bruciano con una corrente da 3 a 24 Volt, quindi anche con quella delle normali

pile a secco. L'impiego delle lampade è regolato dal *numero guida* = *diaframma* × *distanza* (v. schemi in fondo). Il numero guida varia a seconda dei tipi di lampada, della sensibilità della pellicola e della lunghezza della posa. Nel nostro caso utilizziamo tutto il flusso luminoso del lampo, quindi ci servono i numeri guida indicati dal fabbricante per il 25° di sec.

**Lampeggiatore:** i tipi in commercio sono costosi e delicati e poichè a noi non importa la sincronizzazione, ci conviene costruire dei tipi molto più semplici, con un astuccio di torcia elettrica e un riflettore di 15-20 cm, sia con attacco a baionetta che a vite (Edison) per utilizzare le lampadine dei due tipi.

Un ottimo dispositivo è costituito da un lungo cavo elettrico rivestito di gomma, da cui partono cavi in parallelo che terminano in bocchettoni portanti le lampade-flash. Esse possono essere così accese contemporaneamente dallo stesso operatore dell'apparecchio fotografico (usare una batteria di pile a secco collegate in modo da ottenere 4 Volt per ogni lampada).

**Lampeggiatore elettronico:** apparecchio piuttosto delicato. Funziona ad accumulatori (tipi per uso professionistico) o a pile a secco (200 lampi ogni carica). Per ottenere una illuminazione uniforme, va sempre posto a una certa distanza dal soggetto, perchè ne « brucia » i primi piani. Funziona ad alto voltaggio e perciò può essere pericoloso, specie in grotta, con l'umidità. Dà un tipo di luce ottimo per le foto a colori.

**Polvere di magnesio:** costa pochissimo ed è facilmente trasportabile ma ha il difetto di fare fumo. Esistono polveri senza fumo, ma, che io sappia, si trovano in commercio solo in Germania. Conviene preparare cariche di vario calibro (1 cucchiaino = n. guida 50-60) in sacchetti di carta molto fine passati in un bagno impermeabilizzante di celluloide sciolta in acetone, provvisti di una miccia di « polverino » o miccia da mina (impermeabile).

Un metodo più rudimentale consiste nel versare la polvere direttamente da una bottiglietta su un piattello *asciutto* e accenderla con miccia (operare velocemente, se no si inumidisce).

**Pellicole:** conviene che abbiano una latitudine di esposizione più grande possibile. Inoltre è meglio scegliere un tipo di una data sensibilità e usare sempre quello: consiglio i 17 Din (= 21 ASA, = 27 Sch.), perchè si trovano pellicole sia a colori che in bianco e nero di tale sensibilità.

Non insisto sull'importanza di imballare bene apparecchi e materiali con gomma piuma, ponendoli poi in cassette metalliche precauzioni che ci permettono di usare in grotta apparecchi anche costosi senza paura di romperli nel trasporto.

Sono poi utili per fare le inquadrature le **torce elettriche** e le **lampade ad acetilene** con riflettore.

Ci rechiamo ora in grotta. La prima cosa che notiamo è che là sotto è buio pesto. E' uno svantaggio? Niente affatto perchè:

1) facendo una foto alla luce del sole siamo molte volte costretti a includere nella nostra immagine particolari che non c'entrano con ciò che vogliamo rappresentare e anzi confondono e disturbano. In grotta siamo molto più liberi, perchè *illuminiamo e quindi rappresentiamo sulla pellicola solo quello che vogliamo noi.*

2) Di qui si vede quanto sbaglia il principiante preoccupato solo di rischiarare a giorno la grotta, evidentemente nel tentativo di riprodurre nell'ambiente sotterraneo le condizioni in cui è abituato a operare alla luce del sole, senza pensare che se fuori la realtà è rappresentata dalla luce, in grotta la realtà è il buio.

Scelto quindi il soggetto ci preoccuperemo di studiare l'illuminazione migliore per rendere l'immagine o l'« idea » che vogliamo rappresentare. Come prima prova



disporremmo le lampade ad acetilene nei punti dove faremo il lampo. Se l'effetto ci soddisfa sostituiamo le lampade con i lampi, togliamo ogni luce dal campo e posto l'apparecchio su un treppiede apriamo l'obiettivo. Faremo quindi i vari lampi e scatteremo poi l'otturatore. Questo sistema di operare, possibile solo se il soggetto è completamente al buio, si chiama *open-flash*.

A rigore non importa che i lampi s'accendano tutti insieme, ma se c'è nel campo una persona è necessario che essa stia ben ferma e se non può (p.es. se è su una scaletta) bisogna sincronizzare tutti i lampi tra loro o farne uno solo. E' sempre bene che compaia una persona o un riferimento umano nell'immagine, per dare l'idea delle proporzioni e per ravvivare la scena. Talvolta l'atteggiamento del personaggio serve a sottolineare ciò che si vuol mettere in evidenza. In ogni caso si curi che questo atteggiamento sia naturale. Ottimi effetti si ottengono utilizzando il personaggio per illuminare parte o anche tutto il soggetto con un lampeggiatore truccato da lampada normale.

Tutto nella nostra foto dovrà essere naturale. Le luci dovranno provenire dalla altezza degli uomini o da terra, non dall'alto. I lampi saranno disposti in modo di mettere in evidenza con opportuna ombreggiatura la plasticità e il rilievo dei singoli oggetti (v. schemi) e la profondità degli ambienti vasti e lunghi. Questa si ottiene illuminando ogni piano diversamente, con lampade disposte tutto lungo e nascoste dietro a sporgenze, a roccioni o a persone. In particolare conviene creare un primo piano scuro o in penombra, possibilmente formato dal profilo di una quinta di roccia o simile. Sono invece insignificanti le foto ottenute con un'unica fonte di luce piazzata vicino all'apparecchio fotografico.

Le foto che facciamo in grotta si possono dividere grosso modo in tre categorie: 1) *foto di ambiente;* 2) *di documentazione tecnica;* 3) *di documentazione scientifica.*

Il discorso fin qui fatto vale specialmente per le prime due categorie, dove per ottenere effetti buoni è necessario operare con la collaborazione di una squadra di aiutanti.

Nel primo caso la permanenza in grotta va dedicata esclusivamente alla fotografia e si può impiegare una giornata intera per fare appena una dozzina di immagini (conviene quindi operare con più apparecchi foto, diversamente caricati, regolati e disposti). La foto di documentazione tecnica riproduce fasi di esplorazioni, preferendo naturalmente le più spettacolari ed emozionanti. Sono le foto più difficili da riuscire perchè fatte alla svelta, in posizioni spesso precarie, nel corso delle « punte » e quindi con la necessità di non arrestare la squadra durante l'avanzata. Anche l'equipaggiamento del fotografo in questo caso va notevolmente ridotto e soprattutto bene imballato.

Nella foto scientifica gli effetti suggestivi vanno invece sacrificati all'esattezza. Le luci di effetto sono però anche qui utilissime per mettere in evidenza caratteristiche fisiche o particolarità morfologiche (levigatezza o scabrosità o stratificazione delle superfici rocciose, trasparenza, brillantezza, ecc.) e per rendere la plasticità degli oggetti. Importanti sono i termini di raffronto per ricavare le dimensioni (p.es. un metro di legno pieghevole). Interessanti sono le foto ravvicinate, fatte sul posto, ottenute a grandezza naturale o ingrandita con lenti addizionali (cristalli, insetti, vegetali, ecc.). Per l'illuminazione di queste va bene il magnesio in nastri, che brucia lentamente o la semplice lampada ad acetilene.

Queste foto vanno corredate delle solite indicazioni sul luogo esatto e sui particolari dell'oggetto presentato.

In grotta si ottengono buone foto solo dopo alcune prove, consiglio quindi di cominciare dai casi più semplici, riassunti negli schemi seguenti, dove le fonti di luce hanno tutte il numero guida 30 (PF 14 Philips, N. 5 Westinghouse, XO Osram, oppure lampeggiatori elettronici Multiblitz, Mecablitz, Braun Hobby, ecc. con pellicola 17 Din e *open flash*).

Questi schemi sono stati stabiliti appositamente per principianti dal mio collega di Gruppo Carlo Tagliafico, con cui ho avuto il piacere di lavorare più volte, apprendendo gran parte delle nozioni che ho esposto riguardo alla fotografia.

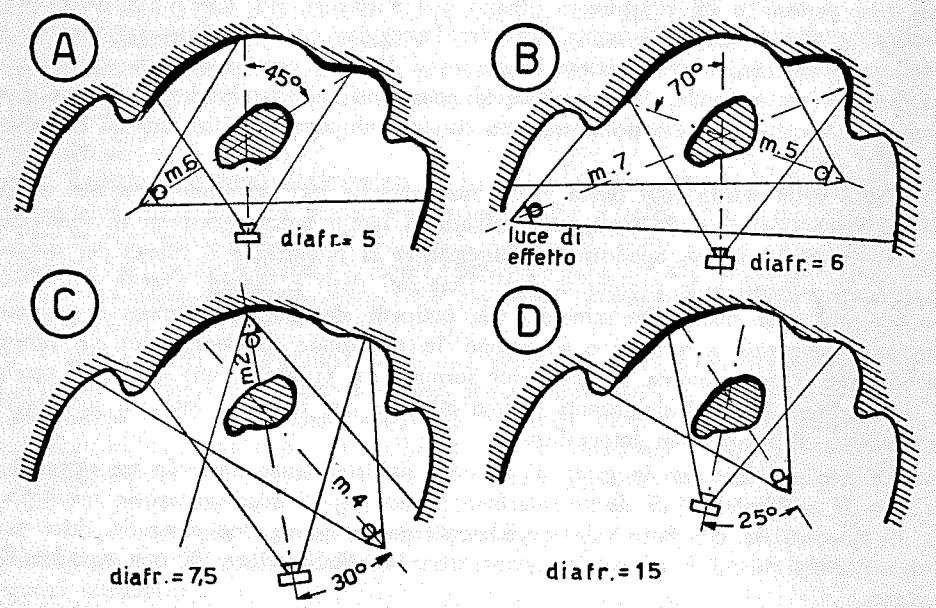



**Fig. 23 - SCHEMI-GUIDA PER FOTOGRAFIE. Risultati presunti:**
**A - primo piano ombreggiato, su sfondo luminoso;**
**B - primo piano e sfondo luminoso (la luce di effetto ha il compito di schiarire le ombre);**
**C - effetto di controluce, sfondo scuro, primo piano appena schiarito, per eliminare l'effetto di «silouette»;**
**D - primo piano perfettamente illuminato, su sfondo voluto scuro. La posizione dell'apparecchio fotografico favorisce un leggero effetto plastico.**



# XI
# INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE
## a cura di Salvatore Dell'Oca

### OPERE DI SPELEOLOGIA A CARATTERE DIVULGATIVO


A. Badin - *Grottes et cavernes*. Librairie de L. Hachette et C., Paris, 1867.
L. Balsan - *Grottes et abimes des Grands Causses*. Imprimerie Moderne R. Maury, Millau, 1950.
J. Bidegain, N. Casteret, Clamagirand, J. Lévi, G. Lépineux, A. Mairey - *Marcel Loubens, ses souvenirs, nos témoignages*. Ediz. Gallimard (9ª edizione), Montrouge, 1958.
A. Bourgin - *Dauphiné souterrain*. Edit. B. Arthaud, Paris, 1942.
— *Rivières de la nuit*. Edit. B. Arthaud, Paris, 1950.
J. Cadoux, J. Lavigne, G. Mathieu, L. Potié - *Opération - 1000*. Edit. B. Arthaud, Paris, 1955.
N. Casteret - *Ce que j'ai vu sous terre*. Edit. B. Arthaud, Paris, 1949.
— *Dix ans sous terre. Campagnes d'un explorateur solitaire*. Librairie académique Perrin, Paris, 1933.
— *Mes cavernes*. Librairie académique Perrin, Paris, 1940.
— *Au fond des gouffres*. Librairie académique Perrin, Paris, 1941.
N. Casteret, G. Gattet - *Paysages souterrains*. Edit. B. Arthaud, Paris, 1943.
N. Casteret - *E. A. Martel, explorateur du monde souterrain*. Librairie Gallimard, 1943.
— *Une vie de Chauve-souris*. Ediz. Didier, Paris, 1945.
— *Histoires au dessous de tout*. Librairie Didier, Paris, 1946.
— *En rampant*. Librairie Didier, Paris, 1949.
— *Profondeurs*. Librairie Académique Perrin, Paris, 1952.
— *Ténèbres*. Librairie académique Perrin, Paris, 1952.
— *Dans les glaces souterraines les plus élevées du monde*. Librairie académique Perrin, Paris, 1953.
— *Trente ans sous terre*. Librairie académique Perrin, Paris, 1954.
— *Exploration*. Librairie académique Perrin, Paris, 1954.
— *Sondeurs d'abîmes*. Librairie académique Perrin, Paris, 1955.
— *Trent'anni sotto terra*. A. Martello editore, Milano, 1956.
— *Au pays des eaux folles*. Librairie académique Perrin, Paris, 1958.
P. Chevalier - *Escalades souterraines*. Ediz. Susse, Parigi, 1948.
G. De Lavaur - *Padirac ou l'aventure souterraine*. Edit. J. Susse, Parigi, 1950.
J. Fangeat - *Lumières dans les abîmes*. Ediz. J. Tallandier, Paris, 1953.
L. Freddi - *L'anticamera dell'inferno. Esplorazione della più profonda voragine del mondo (Spluga della Preta)*. A. Corticelli edit., Milano, 1926.
A. Gemmell, J. O. Myers - *Underground adventure*, London, 1952.
B. Gèze - *Les cristallisations excentriques de la grotte de Moulis*. Laboratoire souterrain du Centre National de la Recherche Scientifique, Parigi, 1957.
G. M. Ghidini - *Uomini, caverne e abissi*. Edizioni APE, Milano, 1954.
— *Hommes, cavernes et abimes*. Ediz. Découvertes, Tours, 1957.
A. Glory - *Au pays du grand silence noir (explorations souterraines)*. Ediz. «Alsatia», Paris, 1937.
Y. Griosel - *Pyrénées souterraines*. Ediz. Flammarion, Paris, 1959.
A. Lübke - *L'homme dans les profondeurs de la terre. Les mystères du monde souterrain* (tradotto dal tedesco). Librairie Plon, Paris, 1955.
E. A. Martel - *La France ignorée*. 2 vol. Librairie Delagrave, Paris, 1930.
— *Les Causses Majeurs. Gorges du Tarn et Cévennes, Canyons et Ruiniformes, Abîmes et Cavernes, Rivières souterraines et Résurgences*. Ediz. Artières et Maury, Millau, 1936.
P. Parenzan - *Tenebre luminose*. Soc. Editrice Internaz., Torino, 1957.
M. Pavan - *Casteret*. Edit. «La scuola», Brescia, 1947.
— *Uomini alla ricerca*. «La scuola», editrice, Brescia, 1949.
R. Pelletier, A. Rietsch - *En Franche-Comté souterraine. La haute-Saone et les plateaux du Dubs*. Ediz. F. X. Le Roux e C., Strasbourg, Paris, 1947.
B. Pierret - *Le Périgord souterrain (Gouffre, grottes et rivières souterraines de Dordogne)*. Imprimerie De la Vézère E. Leymarie, Montignac, 1953.
H. Tazieff - *Le Gouffre de la Pierre Saint Martin*. Edit. Arthaud, Paris, 1952.
F. Trombe - *Le mystère de la Henne Morte*. Edit. J. Susse, Paris, 1948.
J. P. Van Den Abeele - *Cordees de la nuit*. Ediz. Lucien de Meyer, Bruxelles, 1954.
— *A la decouverte des mondes souterrains*. Edit. du Soleil Levant, Namur, 1958.

## OPERE DI SPELEOLOGIA IN GENERALE


F. Anciaux - *Explorons nos cavernes*. Ediz. « Guide de la Nature », Dinant, 1950.
F. Anelli - *Proposte di nomenclatura italiana nei fenomeni speleocarsici. Carsismo superficiale e carsismo sotterraneo*. « Rassegna Speleologica Italiana », Como, 1956, edizione ciclostilata (esaurita).
R. Barone - *Richesses souterraines. Essai pour une spéléologie scoute*. Ediz. Eclaireurs de France. Vichy, 1944.
C. Caselli - *Speleologia (studio delle caverne)*. Hoepli, Milano, 1906.
R. De Joly - *Comment on descend sous terre. Le matériel employé et la manière de s'en servir*. Imprimerie Louis-Jean, Gap, 1937.
G. De Lavaur - *Toute la spéléologie. Initiation à l'exploration souterraine*. Edit. Amiot Dumont. Parigi, 1954.
M. Déribéré - *La photographie spéléologique*. Les édit. Prisma, Paris, 1952.
E. Fournier - *Les eaux souterraines, sources, r.surgences, exurgences et nappes aquifères*. Imprimerie de l'Est. Becançon, 1926.
— *Les grottes*. Jacque et Demontrond, Besançon, 1923.
— *Grottes et rivières souterraines*. La Solidarité, Imprimerie coopérative ouvrière, Besançon, 1923.
— A) *Phénomènes d'érosion et de corrosion spéciaux aux terrains calcaires*. B) *Applications scientifiques et pratiques de la Spéléologie et de l'hydrologie souterraine*. Imprimerie de l'Est, Besaçon, 1928.
H. P. Guérin - *Spéléologie. Le matériel et son emploi. Les explorations. Manuel technique*. Vigot Frères edit., Paris, 1951.
F. Katzer - *Karst und karsthydrographie*. Sarajevo, 1909
A. Issel - *Le caverne e la loro esplorazione scientifica*. CAI, sezione Ligure. Edit. Olivieri, Genova, 1915.
G. Laeng - *Nel mondo delle grotte*. « La Scuola », editrice, Brescia.
N. Llopis Llado - *Nociones de Espeleologia*. Editorial Alpina. Granollers, 1954.
E. A. Martel - *Les abimes, les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie*. Librairie C. Delagrave, Paris, 1894.
— *La Spéléologie au XX siècle*. Ediz. Hermann, Parigi, 1906.
— *L'évolution souterraine*. E. Flammarion édit., Paris, 1908.
W. Prinz - *Les cristallisations des grottes de Belgique*. Ediz. Hazez, Bruxelles, 1908.
F. Trombe - *Les eaux souterraines*. Presses Univer. de France, Paris, 1951.
— *Traité de spéléologie*. Edit. Payot, Parigi, 1952.
— *La Spéléologie*. Presses Univer. de France, Paris, 1956.
G. T. Warwick, N. Kirkham, J. O. Myers, J. W. Jackson, M. Hazelton, E. A. Glennie, W. M. Hooper, J. H. D. Hooper, N. J. Dunnington, C. L. Railton, F. G. Balcombe, D. A. Coase, A. L. Butcher, N. Thornber - *British caving. An introduction to speleology*. London, 1953.
P. Weité - *La Spéléologie, alpinisme a l'envers*. Ediz. Stock, Paris, 1946.


## OPERE SPELEOLOGICHE REGIONALI E GENERALI


F. Anelli - *Castellana, arcano mondo sotterraneo in terra di Bari*. Editore Comune di Castellana grotte. Putignano, 2ª ediz., 1957.
L. V. Bertarelli, E. Boegan - *Duemila grotte. Quarant'anni di esplorazioni nella Venezia Giulia*. T.C.I., Milano, 1926.
E. Boegan - *Il Timavo. Studio sull'idrografia carsica subaerea e sotterranea*. Istit. Ital. di Spel., Serie Geologica e geofisica, Memoria II. Trieste, 1938.
G. F. Browne - *Ice-caves of France and Switzerland. A narrative of subterranean esploration*. London, 1865.
G. Crestani, F. Anelli - *Ricerche di Meteorologia ipogea nelle grotte di Postumia*. Istit. Ital. di Spel., serie geologica e geofisica, Memoria III. (Estratto dalla pubbl. n. 143 del"Ufficio idrografico del Magistrato delle acque. Ist. Poligrafico dello Stato, Roma, 1939).
G. B. De Gasperi - *Grotte e voragini del Friuli*. « Memorie geografiche », n. 30, Firenze 1916.
A. Droppa - *Demänovske Jaskyne. Krasové zjavy Demänovskej doliny. Vydavatel'stvo Slovenskej Akadémie vied*. Bratislava, 1957.
M. Faura y Sans - *La espeleologia de Cataluña*. Memorias de la Real Sociedad Espoñola de historia natural. Tomo VI, Memoria 6. Madrid, 1911.
E. Feruglio - *La regione carsica di Villanova in Friuli* (estratto dalle « Pubblicazioni dell'Istituto della Università di Torino », fasc. II), Tipografia V. Bona, Torino, 1954.
G. Horn - *Karsthuler i Nordland*. Norges geologiske undersökelse nr. 165. Oslo, 1947.
G. Hubert - *Az örök ejszaka vilagaban*. Kossuth könyvkiado, Budapest, 1957.





G. Kyrle - *Le grotte dell'Isola di Capri. Studio del carsismo dell'isola con riguardo ai movimenti di spiaggia*. Istituto geografico militare, Firenze, 1947.
P. Kunaver - *Kraski svet in njegovi pojavi*, Ljubljana, 1957.
J. Kunsky - *Reise in die unterwelt. Die Karsthöhlen der Tschechoslowakei*. Edit. Artia, Praga, 1954,
Marinelli O. - *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*. Memorie Geografiche, n. 34, Firenze, 1917.
G. A. Perco - *S. Gradenico - Postumia ed il fantastico mondo sotterraneo delle sue celebri grotte*, Postumia, 1927.
Platten G. - *The British Cave*. Ediz. Roherfields, New Milton, Hants, 1949.
R. Pracchi - *Contributo alla conoscenza del fenomeno carsico in Lombardia*. Pubblicazione dell'Univ. Cattolica. Serie X, vol. III, Soc. Edit. Vita e Pensiero, Milano, 1943.
S. Ruffo - *Le attuali conoscenze sulla fauna cavernicola della regione Pugliese*. Tipografia del Seminario, Padova, 1955. (Estratto da: « Memorie di Biogeografia adriatica », Istituto di studi adriatici, Venezia, vol. III).
N. Sanfilippo - *Le grotte della provincia di Genova e la loro fauna*. CAI, Memorie del Comitato Scientifico centrale. Memoria IIª, Fratelli Pagano tipografi edit., Genova, 1950.
A. G. Segre - *I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio*. Pubblicaz. dell'Istituto di Geografia dell'Univ. di Roma, Serie A. Num. 7, Roma, 1948
A. Serko, I. Milchler - *La grotte de Postojna et les autres curiosités du karst*. Ljubljana, 1953.
E. Soler - *Campagna geo-fisica nella regione carsica di Postumia*. Memorie dell'Istit. Ital. di Speleol., Serie geologica e geofisica, Memoria I. Trieste, 1934.
P. Strinati - *Grottes et paysages de l'Atlas au Taurus*. Georg édit., Ginevra, 1956.
L. Tell - *Underjordens vackra värld*. Edit. Fritzes, Stockholm, 1955.
E. Van Den Broeck, E. A. Martel, Ed. Rahir - *Les cavernes et les rivières souterraines*. Tomo primo: *Les calcaires dévoniens du bassin de Dinant*. — Tomo secondo: *Les calcaires carbonifériens du bassin de Dinant et coup d'oeil sur le bassin de Namur*. Bruxelles, 1910.
Vojtech Benicky - *Slovenské jaskyne*. Edit. Matica slovenska, 1950.


## PUBBLICAZIONI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE. CENTRO DI STUDI PER LA GEOGRAFIA FISICA. RICERCHE SULLA MORFOLOGIA E IDROGRAFIA CARSICA.


C. Lippi Boncambi - *I Monti Sibillini*, Tipografia Mareggiani, Bologna, 1948.
M. Ortolani, A. Moretti - *Il Gran Sasso d'Italia (versante meridionale)*. Tipografia Mareggiani, Bologna, 1950.
C. F. Capello - *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le regioni marginali al rilievo alpino*. Tipografia Mareggiani, Bologna, 1950.
— *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le Alpi Liguri*. Tipografia Mareggiani, Bologna, 1952.
A. Pasa - *Carsismo e idrografia carsica nel gruppo del M. Baldo e nei Lessini Veronesi*. Tipografia Mareggiani, Bologna, 1954.
C. F. Capello - *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le zone interne del sistema alpino*. Tipografia Mareggiani, Bologna, 1955.
A. Ligasacchi, G. Rondina - *Il fenomeno carsico nel territorio Varesino (Prealpi Lombarde)*. Tipografia Mareggiani, Bologna, 1955.


## GEOLOGIA - MINERALOGIA - PEDOLOGIA - STRATIGRAFIA - GEOCHIMICA


E. Artini - *I minerali*. Hoepli, Milano, 1941 (sesta ediz,).
— *Le rocce*. Hoepli, Milano, 1941 (terza ediz.).
Behrend F., Berg G. - *Chemische Geologie*. Ediz. F. Enke, Stuttgard, 1927.
L. Bertin - *Géologie et Paléontologie*. Ediz. Larousse, Parigi, 1939.
Cayeux L. - *Roches, Carbonates, Calcaires et Dolomies*. Ediz. Masson, Parigi, 1935.
M. Canavari - *Manuale di geologia tecnica*. Ediz. Arti Grafiche Nistri, Pisa, 1928.
Comel A. - *Elementi di pedologia climatica*. Istituto Edizioni Accad., Udine, 1937.
A. Desio - *Geologia applicata all'ingegneria*. Ediz. Hoepli, Milano, 1949.
Erhart H. - *Traité de Pédologie*. Institut Pédologique. Strasbourg, 1935.
M. Gignoux - *Géologie stratigraphique*. Ediz. Masson, Parigi, 1950.
Gortani M. - *Compendio di geologia per naturalisti ed ingegneri*. Ediz. Del Bianco, Udine, 1948.
Grabau A. W. - *Principles of Stratigraphy*. Ediz. A. G. Seiler, New York, 1932.
Holmes H. - *Principles of physical Geology*. Ediz. T. Nelson & S., Londra, 1945.
M. Kalman - *Radiogeologia es radiometria*. A. Magyar Allami Földtani intézet kiadvanya, Budapest, 1957.

LONGWELL C. R., KNOPF A., FLINT F. - *Physical Geology*. Ediz. J. Wiley & S., New York, 1947.
L. MORET - *Précis de Géologie*. Ediz. Masson, Parigi, 1947.
PARONA C. F. - *Trattato di geologia con speciale riguardo alla geologia d'Italia*. Ediz. F. Vallardi, Milano, 1924.
PRINCIPI P. - *I terreni d'Italia*. Editrice «Dante Alighieri», Città di Castello, 1943.
— *Trattato di geologia applicata*. Ediz. F. Vallardi, Milano, 1946.
E. RAGUIN - *Géologie appliquée*. Ediz. Masson, Parigi, 1948.
T.C.I. - *L'Italia Fisica*. Ediz. Touring Club Italiano, Milano, 1957.
URBAIN P., - *Introduction à l'étude pétrographique et géochimique des roches argilleuses*. Ediz. Hermann e C., Parigi, 1937.
R. WILLNER *Uber die Auswertung von Karsthöhlen*. Laibach, 1917.

## IDROGEOLOGIA

DE MARCHI G. - *Idraulica. Basi scientifiche e applicazioni tecniche*. Vol. I. Ediz. U. Hoepli, Milano, 1944.
I. DE RADZITZKY D'OSTROWICK - *Notes en rapport avec l'hydrogéologie des roches calcareuses*. Ediz. Bourdeaux-Capelle, Dinant, 1953.
P. FOURMARIER - *Géohydrologie*, Liège, 1939.
— *Hydrogéologie*. Ediz. Masson e C., Paris, 1939.
R. FURON - *L'érosion du sol*. Edit. Payot, Paris, 1947
M. GORTANI - *Le acque sotterranee in Italia*. Bibliografia generale. Istit. Poligrafico dello Stato, Roma, 1938.
GRUND - *Die Karst Hydrographie*. Leipzig, 1905.
HOFER HEIMHALT H. - *Grundwasser und Quellen*. Ediz. F. Vieweg e S., Braunschweig, 1920.
KEILHACK K. - *Lehrbuch der Grundwasser und Kellenkunde*. Ediz. Borntraeger, Berlino, 1935.
E. IMBEAUX - *Essai d'hydrogéologie*. Ediz. Dunod, Parigi, 1930.
LEHMANN O. - *Die Hydrographie der Karstes. Enzyclopädie der Erdkunde*. Lipsia e Vienna, 1932.
A. MAYER - *Les terrains perméables*. Ediz. Dunod, Parigi, 1947.
E. A. MARTEL - *Nouveau traité des eaux souterraines*. G. Doin édit., Paris, 1921.
PRINZ E., KAMPE R. - *Handbuch der Hydrologie*. Ediz. J. Springer, Wien, 1923, 1934.

## GEOMORFOLOGIA

DE MARTONNE E. - *Traité de Géographie Physique*. Ediz. A. Colin., Parigi, 1940 (6ª ediz.).
DEMOLON A. - *Dynamique du sol*. Ediz. Dunod, Parigi, 1948.
J. KUNSKY - *Zemepisny nakres blokdiagram. Ceskoslovenska spolecnost zemepisna*. Praga, 1949.
J. KUNSKY - *Kras a Ieskyne*, Praga, 1950.
LOBECK A. K. - *Geomorphology*. Ediz. Mc. Graw-Hill Book Co., New York, 1939.
MACAR P. - *Principes de Géomorphologie normale*. Ediz. H. Vaillant Carmanne, Liegi, 1946.
MARINELLI O. *Atlante dei tipi geografici*. Istituto Geografico Militare, Firenze, 1922.
ROVERETO G. - *Trattato di geologia morfologica*. Ediz. U. Hoepli, Milano, 1923.
TONIOLO A. R. - *Compendio di geografia generale*. Ediz. G. Principato, Milano, 1943.
WORCESTER P. G. - *A Textbook of Geomorphology*. Ediz. D. van Nostrand Co., New York, 1939.

## BIOSPELEOLOGIA

*Biospeleologica - Archives de zoologie expérimentale*. Dal 1872 ad oggi. Ediz. Librairie H. Le Soudier, Parigi.
COTTI G. - *Guida alla ricerca della flora e fauna delle caverne*. « Rassegna Spel. Ital.», Guida Iª, Como 1957.
G. M. GHIDINI - *Gli animali delle caverne*. La Scuola, editrice, Brescia, 1957.
R. JEANNEL - *Faune cavernicole de la France, avec une étude des conditions d'existence dans le domaine souterrain*. Ediz. Paul Lechevalier, Paris, 1926.
— *Le genèse des faunes terrestres*. Ediz. Presses Universitaires de France. Parigi, 1942.
— *Les fossiles vivants des cavernes*. Librairie Gallimard, 1949 (6ª ediz.).
*Notes biospéologiques*. Organo del « Laboratoire souterrain de Moulis ». Centre Nationale de la Recherche scientifique. Dal 1947 a oggi. Parigi.
M. PAVAN - *Relazione sulla classificazione biologica degli animali cavernicoli*. Rass. Spel. Ital. e Soc. Spel. Ital., Memoria IV, Tomo II, Como, 1958, pp. 217-224.



## BOTANICA

LERUTH R. - *La biologie du domain souterrain et la faune cavernicole de Belgique*. Mémoires Museum Royal Hist. Nat. de Belgique, 1939.
J. MAHEU - *Contribution à l'étude de la flore souterraine de France*. (Tesi alla Facoltà di Scienze). Annales Sc. Nat. Botanique. Tomo 3. Parigi, 1906.
R. TOMASELLI - *Relazione sulla nomenclatura botanica speleologica*. In Atti del VII Congresso nazionale di speleologia. Ediz. «Rassegna Spel. Italiana». Memoria III, Como, 1956.

## PALEONTOLOGIA E PREISTORIA

ALIMEN H. - *Atlas de Préhistoire*. 2 volumi. Ediz. N. Boubée e C., Parigi, 1950.
BOULE M., PIVETEAU j. *Les fossiles*. Eléments de Paléontologie. Ediz. Masson, Parigi, 1935.
BOULE M. - *Les hommes fossiles*. Ediz. Masson, Parigi, 1946 (2ª ediz.).
H. BREUIL - *Quatre cents siècles d'art pariétal*. (*Les cavernes ornées de l'age du renne*). Centre d'études et de documentation préhistoriques. Montignac, 1952.
P. GRAZIOSI - *L'arte della antica età della Pietra*. Sansoni, Firenze, 1956.
R. FURON - *La Paléontologie*. Ediz. Payot, Parigi, 1943.
— *Manuel de préhistoire générale* - édit. Payot, Paris, 1951.
A. GLORY *A la découverte des hommes préhistoriques* - ediz. « Alsatia », Paris, 1949.
H. KÜHN - *L'uomo nell'età glaciale* - edit. A. Martello, Milano, 1954.
A. LEROI GOURHAN - *Les fouilles préhistoriques, tecniques et méthodes*. Ediz. Picard, Parigi, 1950.
MAVIGLIA C. - *Elementi di preistoria*. Parte prima: *Le civiltà paleolitiche*. Edizioni tecniche I. Borghi, Milano, 1955.
L. MORET - *Manuel de Paléontologie animale*. Ediz. Masson, Parigi, 1948.
— *Manuel de Paléontologie vegétale*. Ediz. Masson, Parigi, 1949.
VINASSA DE REGNY P. - *Paleontologia*. Ediz. U. Hoepli, Milano, 1924.
F. WINDELS - *Lascaux* (*Chapelle sixtine de la préhistoire*). Centre d'études et de documentation préhistoriques. Montignac, 1948.

## RIVISTE ITALIANE DI SPELEOLOGIA A STAMPA

### ORGANIZZAZIONE DELLA « RASSEGNA SPELEOLOGICA ITALIANA »:

*Rassegna Speleologica Italiana*, rivista trimestrale, edita dal 1949 ad oggi.

*Guide didattiche*: (pubblicate compiutamente alla SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA):
Guida 1ª - G. COTTI: *Guida alla ricerca della Flora e Fauna delle Caverne*, Como, 1957.
Guida 2ª - G. RONDINA: *Iconografia speleologica. Segni convenzionali speleologici*, Como, 1958.
Guida 3ª - G. DEMATTEIS: *Speleologia esplorativa e tecnica*, Como, 1959.

*Memorie*: (pubblicate compiutamente alla SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA):
Memoria 1ª - M. PAVAN, M. PAVAN: *Speleologia Lombarda*. Parte I; *Bibliografia ragionata*, Como 1955.
Memoria 2ª - J. BALAZUC: *Spéléologie du département de l'Ardèche*, Como, 1956.
Memoria 3ª - *Atti del VII Congresso Nazionale di Speleologia*, Como, 1956.
Memoria 4ª - Tomo 1°: *Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Speleologia*, Como, 1958.
Tomo 2°: *Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Speleologia*, Como, 1958.

*Studia spelaeologica* (organo ufficiale del Centro speleologico Meridionale e della stazione biologica sperimentale sotterranea di Napoli). Dal 1956 ad oggi sono stati editi tre fascicoli.

*Mondo Sotterraneo*. Rivista edita ad Udine, dal 1904 al 1922, a cura del Circolo speleologico ed idrologico friulano.

*Le grotte d'Italia*. Dal 1927 alla fine dell'anno 1928, quale organo ufficiale dell'Azienda autonoma di Stato delle R.R. Grotte demaniali di Postumia; poi, sino al 1944, anche dell'Istituto Italiano di Speleologia di Postumia.

*Le grotte d'Italia*. Rivista dell'Istituto Italiano di Speleologia, sezione dell'Istituto di Geologia dell'Università di Bologna. E' stato pubblicato un unico fascicolo che riproduce integralmente gli Atti già pubblicati del VI Congresso Nazionale di Speleologia in Trieste.

## RIVISTE DI SPELEOLOGIA NEL MONDO

*Spelunca* (Francia):
*Bulletin de la Soc. Spéléol. de France* (24 fascicoli) (dal 1895 al 1900).
*Mémoires de la Soc. Spéléol. de France* (74 fascicoli) (dal 1896 al 1913) (Spelunca, 1ª serie).
*Bulletin de la Soc. Spéléol. de France* (10 fascicoli) (dal 1930 al 1943) (Spelunca, 2ª serie).
*Annales de Spéléologie*, pubblicati dalla Société Spéléologique de France e dal Comitato Scientifico del Club Alpin Français (Spelunca 3ª serie) (dal 1946 -).
*Ceskoslovensky kras* (Cecoslovacchia, Brno, dal 1948 -).
*Proceedings of the Speleological Society* (Inghilterra, Bristol, dal 1921 -).
*Caves and Caving* (Inghilterra, Settle, dal 1937 al 1947).
*Cave Science* (Inghilterra, Settle, dal 1947 -).
*Newsletter of the Cave Research Group* (Inghilterra, Berkhamsted, dal 1947 -).
*Bulletin of the National Speleological Society* (U.S.A., Washington, dal 1940 -).
*The News of the National Speleological Society* (U.S.A., Philadelphia, dal 1943 -).
*Speleon* (Spagna, Oviedo, dal 1950 -).
*Speläologisches Jahrbuch* (Austria, Wien, dal 1920 al 1936).
*Stalactite* (Svizzera, Sion, dal 1951 -).
*Porocila. Acta Carsologica* (Jugoslavia, Ljubljana, dal 1955 -).
*Die Höhle* (Austria, Vienna, dal 1950 -).
*Mitteilungen über Höhlen und Karstforschung* (Germania, Berlin, dal 1932 al 1939).
*Mitteilungen der Höhlenkommission beim Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft* (Austria, Vienna, dal 1946).

## ATTI DEI CONGRESSI NAZIONALI DI SPELEOLOGIA

*Atti del primo congresso speleologico nazionale* (Trieste, 1933). Soc. Grafica Modiano, Milano.
*Relazione sul* (2°) *congresso speleologico nazionale* (Asiago, 1948). Centro Speleologico Italiano, Milano, 1948.
*Atti del V Congresso Nazionale di Speleologia* (Salerno, 1951). Ente Provinciale per il Turismo, Salerno, 1955.
*Atti del VI Congresso Nazionale di Speleologia* (Trieste, 1954). Stabilimento Tipografico nazionale, Trieste, 1956.
*Atti del VII Congresso Nazionale di Speleologia* (Sardegna, 1955). Rassegna Spel. Ital. e Soc. Spel Ital. Memoria III, Como, 1956.
*Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Speleologia* (Como, 1956). Rassegna Spel. Ital. e Soc. Spel. Ital. Memoria IV, Tomo I. Como, 1958.
*Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Speleologia* (Como, 1956). Rassegna Spel. Ital. e Soc. Spel. Ital. Memoria IV, Tomo II. Como, 1958.

## ATTI DEI CONGRESSI SPELEOLOGICI LOMBARDI

*Atti del I Congresso Speleologico Lombardo* (Iseo, 1928). Gruppo Grotte Cremona. Cremona, 1928.
*Atti del II Congresso Speleologico Lombardo* (Brescia, 1955). Rassegna Speleologica Italiana. VIII, 2, Como, 1956.
*Atti del III Congresso Speleologico Lombardo* (Valmadrera - Como, 1956) - Parte prima. Rassegna Speleologica Italiana. IX, 4, Como, 1957.
*Atti del III Congresso Speleologico Lombardo* (Valmadrera - Como, 1956) - Parte seconda. Rassegna Speleologica Italiana. X, 1-2, Como, 1958.

## ATTI DEI CONGRESSI INTERNAZIONALI DI SPELEOLOGIA

*Actes du Premier Congrès International de Spéléologie*, Paris, 1953, Tomo I, Imprimerie Artières, Millau, 1955.
*Actes du Premier Congrès International de Spéléologie*, Paris, 1953, Tomo II. Communications. Section I: *Hydrogéologie et morphologie karstique*. Section II: *Physico-chimie, météorologie et cristallographie*. Imprimerie Artières, Millau, 1955.
*Actes du Premier Congrès International de Spéléologie*, Paris, 1953, Tomo III, Communications. Section III: *Biologie*. Imprimerie Artières, Millau, 1956.



*Actes du Premier Congrès International de Spéléologie*, Paris, 1953, Tomo IV. Communications. Section IV: *Habitat humain*. Section V: *Documentation*. Section VI; *Photographie et cinématographie*. Section VII: *Matériel et techniques*.

## BIBLIOGRAFIA INTERNAZIONALE SPELEOLOGICA

H. Trimmel - *Internationale bibliographie für speläologie Jahr* 1950. *Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich*. Wien, 1954.
— *Internationale bibliographie für speläologie (Karst und Höhlenkunde) Jahr* 1951. *Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich*. Wien, 1956.
— *Internationale bibliographie für speläologie (Karst und Höhlenkunde) Jahr* 1952. *Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich. Wien*, 1958.
— *Internationale bibliographie für speläologie (Karst und Höhlenkunde) Jahr* 1953. *Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich. Wien*, 1958.

## CARTOGRAFIA

A. Bonte - *Introduction a la lecture des cartes géologiques*. Edit. Masson e C., Parigi, 1945.
T.C.I. - Carta della distribuzione delle grotte nella Venezia Giulia (annessa al volume « Duemila grotte » di L. V. Bertarelli e E. Boegan). Milano, 1926.

Pubblicazioni dell'Istituto Geografico Militare, Firenze:
*Elementi di cartografia.*
*Segni convenzionali e norme sul loro uso*. Vol. I. Cartografia alla scala 1:25.000.
*Segni convenzionali e norme sul loro uso*. Vol. II. Carte derivate.
*Tavola comparativa dei segni convenzionali in uso ai vari Stati.*
*Istruzione elementare sull'uso della quadrettatura U.T.M.*

Cartografia dell'Istituto Geografico Militare, Firenze:
Carta d'Italia 1:25.000, in nero - a colori.
Carta d'Italia 1:50.000, in nero.
Carta d'Italia 1:100.000, policroma senza sfumo - policroma a sfumo - in bistro con limiti amministrativi.
Carta d'Italia: 1:200.000 a colori con orografia a curve e sfumo - a colori con orografia a sole curve.
Carta d'Italia 1:250.000 regionale (in 14 fogli).

Edizione archeologica della carta d'Italia 1:100.000.
Foglio 31 (Varese). A cura delle Soprintendenze alle antichità della Lombardia e del Piemonte. Firenze, 1950.
Foglio 32 (Como). A cura della Soprintendenza alle antichità della Lombardia. Firenze, 1954.

Cartografia dell'Ufficio Geologico, Roma:
Carta geologica d'Italia nella scala 1:100.000 (per molti fogli esistono note illustrative. Per le regioni delle Tre Venezie i fogli sono pubblicati dal R. Magistero alle Acque).
Carta geologica d'Italia 1:1.000.000, Roma, 1931.
Carta geologica delle Alpi occidentali 1:400.000, Roma, 1908.

# INDICE

Tip. MERONI & C. - Albese