

G. Ferrari

INTRODUZIONE AL RILIEVO IPOGEO

INDICE

1.	Introduzione.....	3
2.	Principi di Rilevamento Ipogeo.....	4
3.	Strumenti.....	6
4.	Errori e Grado di Accuratezza del Rilievo.....	12
5.	Calibrazione degli Strumenti.....	15
6.	Squadra di Rilievo.....	18
7.	Rilevamento della Poligonale.....	19
8.	Rilevamento dei Dettagli degli Ambienti.....	21
9.	Registrazione dei Dati.....	23
10.	Calcolo della Posizione dei Capisaldi.....	25
11.	Errori nella Chiusura delle Poligonali.....	27
12.	Piante, Sezioni Longitudinali e Trasversali.....	28
13.	Tracciamento dei Capisaldi.....	29
14.	Aggiunta dei Particolari.....	31
15.	Preparazione della Bella Copia.....	33
16.	Pubblicazione.....	35
17.	Dizionario di Termini Legati al Rilievo Ipogeo.....	36

1. Introduzione

<<gwf: togliere tutto e rivedere. Dire che si va ad insegnare un metodo fondamentale. Che gli altri sono o troppo poco accurati o troppo specialistici, difficili o costosi. Che si richiede solo un po' di pratica e soprattutto PRECISIONE. Che il testo si basa sul rilievo ipogeo, mentre nozioni di cartografia e di catasto devono venire da altri testi. Dire che si è molto debitori dal testo di Bryan Ellis e da notevoli contributi di Roberto Bambini e Giulio Cappa.

- Perché rilevare
- Scopo della dispensa - 1 metodo fondamentale
- Non scopo della dispensa
- Come iniziare - assistenza ad esperti - per proprio conto>>

Chiunque si interessi di grotte dovrà servirsi di un rilievo per un motivo o per un altro; ad esempio per vedere la lunghezza e l'andamento di una grotta, per determinare un percorso, per servirsene come supporto sul quale annotare dei dati, o per qualche altra ragione. Lo scopo di questa pubblicazione è quello di fornire un punto di partenza per le persone che intendono fare un proprio rilievo. In essa si cercherà di rispondere alle seguenti domande:

- come fare per cominciare a rilevare?
- che equipaggiamento è necessario?
- quali tecniche dovrò impiegare?
- quali problemi dovrò superare, e in che modo?
- come potrò produrre il disegno finale?

L'obiettivo è quello di assistere uno speleologo privo di conoscenze specifiche (chiunque egli sia!) che desideri documentare gli ambienti sotterranei che il suo gruppo ha recentemente scoperto nella vicina area carsica. Oppure, lo speleo che, dopo un'esplosione iniziale di entusiasmo per l'aspetto sportivo della speleologia, adesso desidera dedicarsi ad un'attività più specifica. Non si dovrebbe (ma spesso è così) rimandare l'apprendimento delle tecniche di rilievo ai giorni immediatamente precedenti la partenza per una spedizione dall'altra parte del mondo: le condizioni sono differenti, si deve operare "sotto pressione" ed è spesso necessario scendere ad un compromesso tra accuratezza e rapidità. Sarà qui preso in considerazione il rilevamento in condizioni "normali", poiché è di gran lunga meglio imparare a raggiungere il massimo della precisione, anche se poi si dovrà in alcune circostanze adottare degli standard inferiori; ma ben di rado è possibile giustificare un compromesso di questo tipo lavorando "in casa". Questo testo non si occupa di tecniche estremamente specializzate come il rilevamento in aree di forti anomalie magnetiche, e neppure dell'uso di computer: si punta a permettere al futuro rilevatore di partire con il piede giusto.

Si vuole far sì che questo testo possa anche essere un *promemoria* per lo speleologo che ha già una qualche esperienza di rilevamento; ed infine assistere chi si serve di un rilievo. Sebbene non sia stato scritto da quest'ultimo punto di vista, questo testo è di aiuto nell'interpretare nel modo più esatto i rilievi già pubblicati, poiché prende in considerazione i problemi incontrati dal rilevatore e gli accorgimenti da adottare per superarli o minimizzarli.

La fase più difficile è quella iniziale; una volta che sia stata superata è davvero molto più facile fare progressi. Questo testo sarà focalizzato sui fondamenti di come realizzare un rilievo accurato di una grotta di media difficoltà, e farlo in un tempo ragionevole. Una volta acquisiti questi fondamenti, l'aspirante rilevatore può sviluppare le proprie conoscenze, abilità e tecniche confrontandosi con rilevatori più esperti, attraverso letture ma soprattutto sperimentando ed acquisendo esperienza.

La via migliore, ma certamente non la sola, per iniziare a rilevare è fare assistenza ad un rilevatore esperto e disponibile ad insegnare. In questo modo si acquisiscono rapidamente le nozioni di base, sulla base delle quali sviluppare poi le proprie tecniche; non pensate però che questo sia il solo modo per fare qualsiasi cosa. I metodi qui illustrati sono una via, ma ogni via è valida purché porti ai risultati desiderati; è attraverso la sperimentazione che sono state sviluppate nuove tecniche, e se si rivelano valide vengono adottate come norma. Il rilevamento ipogeo è ben lontano dall'essere una scienza esatta, e c'è ancora molto da fare per migliorarlo. Se non è possibile iniziare a rilevare come assistente, si cerchi una grotta relativamente semplice nella quale le condizioni siano ragionevoli, e se ne faccia il rilievo, anche se è già stata rilevata; non si cominci con qualcosa di troppo difficile, per non esserne scoraggiati al primo tentativo. Se è vostra intenzione fare il vostro primo rilievo durante un viaggio all'estero, non fatelo! Molti lo fanno, ma è meglio cominciare senza lo stress aggiuntivo di una spedizione. Provate a rilevare prima di partire; anche una breve uscita è meglio che non avere affatto esperienza. La cosa fondamentale è provare, non è così difficile come potreste pensare.

2. Principi di Rilevamento Ipogeo

Lo scopo del rilevamento ipogeo è produrre una rappresentazione grafica detta *rilievo* di una grotta, che è un vuoto tridimensionale. Le condizioni in cui il rilevatore si trova ad operare sono significativamente più difficili che in superficie, non solo poiché egli si trova a dover far fronte alla totale oscurità, all'acqua, al fango, a spazi angusti ecc., ma deve anche restituire un volume che si sviluppa in modo irregolare in tre dimensioni.

Un vuoto a 3D

Per rappresentare questo vuoto tridimensionale è possibile realizzare rappresentazioni grafiche (assonometrie, prospettive, ...), oppure creare veri modelli solidi tridimensionali. Questi modelli, la cui realizzazione è ora resa più facile dall'utilizzo dei computer, sono spesso difficili da interpretare e da utilizzare. Il presente manuale non si occuperà di queste tecniche.

Il metodo più diffuso, mutuato dal disegno tecnico, prevede invece di realizzare una serie di viste a due dimensioni della cavità in esame e di interpretarle opportunamente, con l'aiuto di una simbologia standard appropriata. In questo manuale verrà descritto un metodo che, per quanto sempre suscettibile di perfezionamenti, è il frutto di decenni di studio e di pratica, e consente di coniugare una precisione più che sufficiente per i nostri scopi con una velocità di esecuzione confrontabile con quella di metodi meno accurati, perfino in condizioni particolarmente disagiate.

Tecniche più raffinate trovano la loro applicazione in rari casi, mentre l'utilizzo di tecniche meno precise o dettagliate provoca spesso la necessità di rifare il rilievo di parti di una cavità o di interi sistemi. Perché sprecare il tempo a fare un rilievo di cattiva qualità quando un poco di attenzione, di esperienza e di affiatamento possono portare rapidamente ad un risultato valido e definitivo?

Poiché vogliamo rappresentare un vuoto tridimensionale, abbiamo bisogno di tre coordinate per rappresentare la posizione dei punti della grotta. Di solito ci si riferisce alle coordinate cartesiane, ovvero nel nostro caso ad un sistema che prevede:

Da 3D a 2D

- una coordinata X disposta sull'asse Est-Ovest;
- una coordinata Y disposta sull'asse Nord-Sud;
- una coordinata Z che rappresenta le quote.

In grotta non disponiamo di strumenti che ci permettono di misurare direttamente questi valori. Possiamo però ottenere tre misure di altro tipo:

- **ORIENTAZIONE:** l'angolo esistente fra la direzione del nord magnetico e la linea che congiunge i due punti (più precisamente la proiezione di questa linea su un piano orizzontale). Lo strumento che consente questa misura è la bussola;
- **PENDENZA:** l'angolo che esiste fra il piano orizzontale e la linea che congiunge i due punti; per questa misura si utilizza uno strumento detto clinometro;

- **DISTANZA:** la distanza spaziale fra due punti; a questo scopo è sufficiente uno strumento per la misura delle distanze. I più usati sono il nastro metrico, il distanziometro elettronico o il topofilo.

Si tratta perciò di un sistema di coordinate polari. Semplici formule trigonometriche (descritte al cap. 10) permettono di convertire queste misure nelle coordinate cartesiane da noi desiderate.

Il rilievo tipico è costituito dai seguenti componenti:

- **PIANTA:** proiezione della cavità su un piano orizzontale; non tiene in considerazione le diverse profondità di elementi della grotta ma si presta ad essere sovrapposta ad una cartografia di superficie in modo da ottenere indicazioni sui rapporti fra cavità e superficie esterna e/o fra cavità vicine;
- **SEZIONE LONGITUDINALE:** proiezione della cavità sul piano verticale; mette in evidenza la profondità dei diversi elementi della grotta.
- **SEZIONI TRASVERSALI:** una serie di sezioni dei passaggi della cavità su piani normali all'asse del passaggio. Sono utili per mettere in evidenza la forma del singolo passaggio che può essere molto diversa a parità di rappresentazione in pianta e in sezione.

Il primo passo per effettuare un rilevamento è realizzare una linea spezzata che rappresenti approssimativamente l'asse delle gallerie. Il dettaglio dei contorni delle gallerie viene poi aggiunto a questa spezzata, quasi a *vestire uno scheletro*.

1) La Poligonale

Per rilevare questa linea fondamentale, detta POLIGONALE, vengono fissati dei CAPISALDI in posizioni opportune lungo le gallerie, in modo che ciascun caposaldo sia visibile dal precedente e dal successivo; la linea immaginaria che unisce ciascun caposaldo a quello successivo è detta BATTUTA. Quindi, di ogni battuta vengono misurate lunghezza, orientazione e pendenza. La serie di queste tre misure per ogni battuta fornisce informazioni sufficienti per la restituzione grafica della poligonale.

Il primo caposaldo di una grotta è in corrispondenza dell'ingresso.

Il rilevamento della poligonale è descritto nel cap. 7.

Un rilievo non può essere costituito dalla sola poligonale: è necessario aggiungere i dettagli riguardanti la dimensione e la forma degli ambienti ipogei. Ciò richiede che in grotta vengano prese ulteriori misure di altezza e larghezza degli ambienti, insieme ad ogni altra informazione che può essere inclusa nel disegno finale. È infatti possibile realizzare rilievi particolari in cui sono mostrate informazioni sulle caratteristiche geologiche, morfologiche, idrologiche, archeologiche, o sull'attrezzatura richiesta. Esiste perfino una simbologia destinata a rappresentare le caratteristiche tecniche di un intervento di soccorso nella cavità.

2) Il Dettaglio Grafico

Il rilevamento dei dettagli è descritto nel cap. 8.

Dopo aver registrato in grotta tutti i dati necessari, il passo successivo è disegnare il rilievo. Per fare questo, la grotta viene rappresentata in pianta e nelle sezioni longitudinale e trasversali.

3) La Restituzione

Per prima cosa viene determinata matematicamente la posizione relativa di ogni caposaldo, quindi queste posizioni sono riportate su una serie di tavole rappresentanti la pianta e le sezioni. Si aggiungono quindi alla poligonale i dettagli relativi a forma e dimensione degli ambienti. Infine, viene aggiunta qualsiasi altra informazione registrata, insieme agli elementi che contribuiscono a migliorare la presentazione, come griglie, scale grafiche, direzione del nord, nomi e così via.

Il procedimento di restituzione è descritto nei capp. 10-14

3. Strumenti

Come si è detto nel capitolo precedente, per determinare la posizione dei capisaldi del rilievo è necessario effettuare tre serie di misure:

- ORIENTAZIONE
- PENDENZA
- DISTANZA

Questo capitolo esamina gli strumenti più diffusi per effettuare queste misure, gli errori più frequenti e i trucchi per evitarli.

Misure di Orientazione

Nella pratica corrente, l'unico strumento usato in grotta per ottenere misure di orientazione è la *bussola*. L'uso del *teodolite* è troppo specialistico per essere trattato in questa sede.

**Misure di orientazione:
la bussola**

BUSSOLA

Le bussole in commercio non sono progettate per le esigenze specifiche del rilevamento ipogeo, per cui non esiste un modello che soddisfi pienamente ai nostri requisiti. Le bussole maggiormente in uso sono quelle prodotte per escursionismo.

Per poter ottenere una precisione sufficiente, è necessaria la presenza di strumenti di mira e questo di solito limita la scelta alle bussole prismatiche (nelle quali la lettura viene effettuata attraverso un prisma contemporaneamente al traguardo) e a quelle dotate di oculare. Le bussole a specchio non permettono di ottenere letture sufficientemente accurate.

Una bussola con oculare molto diffusa, di fabbricazione finlandese, è mostrata in Figura 2; consiste di un disco graduato, solidale al magnete, racchiuso ermeticamente in un alloggiamento di plastica trasparente contenuto a sua volta in un involucro di lega d'alluminio. In una delle superfici maggiori è presente una finestra di plastica trasparente, attraverso la quale è possibile illuminare il disco graduato. Alcuni modelli dispongono di un'illuminazione interna. Ad una estremità dell'involucro metallico c'è l'oculare, attraverso il quale è visibile una seconda scala graduata che consente letture di precisione superiore a ± 0.5 gradi; l'errore di parallasse viene eliminato da una linea verticale fissata alla lente del mirino, che automaticamente allinea l'occhio all'asse ottico. Il disco graduato è immerso in un liquido smorzatore che frena le oscillazioni indesiderate permettendo di non dover attendere troppo prima di poter effettuare la lettura.

Le bussole sono disponibili con il quadrante graduato secondo scale diverse, ma la più conveniente è la divisione in gradi sessagesimali (1 angolo giro = 360 gradi).

La tecnica di impiego è la seguente:

- tenere la bussola orizzontale, con il quadrante rivolto verso l'alto e la lente vicino all'occhio;
- prendere la mira con un occhio solo, chiudendo l'altro;
- illuminare la scala graduata con la luce incorporata, se disponibile, oppure dirigendo o riflettendo una sorgente di luce sull'ampia finestra superiore;
- effettuare la lettura utilizzando la scala graduata e la linea di mira vista attraverso la lente del mirino.

Figura 2 - La Bussola

<<< Attenzione! In questa figura, la parte destra si riferisce al clino. Separare le figure >>>

È importante sottolineare la necessità di usare un solo occhio per tralasciare. Si sono verificati casi (più diffusi di quanto si pensi) di anisocoria, ovvero di cattivo allineamento

fra gli assi ottici dei due bulbi oculari. La tecnica alternativa che consiste nell'osservare il traguardo con l'occhio libero e far sì che il cervello sovrapponga per illusione ottica il traguardo visto da un occhio con la linea di mira e la scala graduata viste dall'altro può perciò portare a pericolosi errori sistematici.

Problema 1: ogni bussola punta verso il Nord Magnetico e non verso il Nord Geografico. Inoltre l'angolo fra le due direzioni (detto *Declinazione Magnetica*) è variabile nel tempo. Nel cap. 5 verrà descritto come una buona calibrazione della bussola permette di evitare questo problema.

**Bussola:
problemi e
trucchi**

Problema 2: il magnete della bussola si allinea al campo magnetico terrestre. Ogni disturbo di questo campo influenza quindi la corretta lettura della bussola. Possibili fattori di disturbo sono:

- masse di metalli ferrosi e/o magnetici: orologio da polso, moschettoni, illuminazione del casco non amagnetica, trapani, batterie, tubazioni interrate, etc.;
- campi elettromagnetici: linee elettriche in superficie o interrate, cavi elettrici, piccole luci portatili, etc.;
- anomalie magnetiche di carattere geologico: presenza di metalli ferrosi o di colate laviche antiche o recenti.

È necessario prestare continua attenzione alla presenza di elementi di disturbo. In alcuni casi è sufficiente allontanare l'elemento di disturbo. In altri (ad esempio nelle grotte laviche) è effettivamente impossibile usare la bussola per cui si deve fare ricorso a metodi alternativi di rilievo (teodolite).

Un particolare poco noto è il fatto che il campo magnetico terrestre ha una componente verticale che varia con la latitudine del luogo. Per questo motivo le bussole sono costruite in modo da compensare questa componente verticale. Ciò vuol dire che una bussola costruita per le nostre latitudini non lavora in modo ottimale a latitudini molto diverse dalla nostra (ad esempio ai tropici o nell'emisfero sud).

Problema 3: l'involucro non è a tenuta stagna, perciò l'umidità può formare condensa all'interno del contenitore di alluminio rendendo difficile o impossibile effettuare letture, soprattutto in condizioni di scarsa illuminazione come in grotta. Se si è formata condensa, è possibile cercare di eliminarla tenendo la bussola in ambiente tiepido e asciutto per lungo tempo. È anche possibile utilizzare i sacchetti di sostanze igroscopiche che vengono forniti assieme agli strumenti ottici o elettronici. Per evitare la formazione di condensa si può rendere stagno l'involucro utilizzando silicone

Problema 4: la bussola deve essere tenuta ben orizzontale perché la scala graduata della bussola sia in grado di ruotare liberamente e fornire la lettura corretta. Spesso all'interno del liquido smorzatore è presente una bolla d'aria che permette di verificare l'orizzontalità della bussola.

Problema 5: è molto difficile effettuare letture accurate su battute la cui pendenza superi i 15°, sia verso l'alto che verso il basso, e per ora a questo non c'è nessuna vera soluzione. Esistono diversi trucchi per ovviare a questo inconveniente.

Il più semplice è di effettuare battute verticali, ma si tratta di un trucco molto pericoloso, poiché battute apparentemente verticali in realtà spesso non lo sono (provare per credere...). È perciò necessario verificare l'effettiva verticalità della battuta mediante un filo a piombo (di solito il nastro metrico a cui si appende un piccolo peso, ad esempio un moschettone, oppure la stessa corda di progressione).

Un altro trucco è di tralasciare in orizzontale sul nastro metrico opportunamente teso fra i due capisaldi. Anche questo trucco va usato con grande cautela, ma è piuttosto efficace, soprattutto su battute non molto inclinate.

Problema 6: è facile essere ingannati dalla direzione della scala. In bussole come la

Suunto, i valori della scala visti dall'oculare crescono da destra verso sinistra, contrariamente a ciò a cui siamo abituati. La tacca 'prima' di quella marcata 260 non corrisponde alla lettura 259 bensì a 261.

Anche in questo caso è necessario prestare continua attenzione per evitare di commettere errori grossolani.

Problema 7: in grotta è spesso difficile leggere la bussola a causa della scarsa illuminazione unita ai depositi di umidità e di fango sulla finestra trasparente. Per ovviare a questo inconveniente è opportuno mantenere il più possibile pulito lo strumento. Inoltre è spesso necessario usare una superficie bianca o riflettente (ad esempio lo stesso taccuino di rilievo) per riflettere la luce dell'acetilene all'interno della bussola. Come si è detto, l'uso di una piccola torcia elettrica è sconsigliabile perché rischia di influenzare la bussola.

Trucco: per agevolare il puntamento preciso della bussola sul punto da trapiantare, il compagno del rilevatore può tenere una matita (o altro oggetto allungato) in **verticale** sul caposaldo, curando inoltre di tenere ben illuminato il caposaldo stesso con la sua luce. Si stanno inoltre diffondendo piccoli puntatori laser, che però possono essere pericolosi se colpiscono gli occhi del compagno sul caposaldo.

Misure di Pendenza

Per misurare la pendenza dei tiri di poligonale si usano di solito strumenti detti *clinometri*, che verranno descritti in seguito. Come per la bussola, anche in questo caso non viene descritto l'uso di strumenti specialistici, per rilievi esterni di alta precisione. Si accenna però alla *livella Abney*, uno strumento alternativo ai clinometri più diffusi. Si tratta di un piccolo strumento che utilizza una livella a bolla d'aria per ottenere il riferimento all'orizzontale. La lettura avviene su una scala graduata laterale, dotata di vite micrometrica e nonio. Con questo strumento, assai compatto, è possibile effettuare misure di grande precisione (1/6 di grado). Per ottenere tale precisione è però necessario montare lo strumento su un piccolo treppiede; la lettura a mano è inevitabilmente affetta da tremori, e quindi da imprecisioni. Lo svantaggio principale sta nella delicatezza dello strumento.

CLINOMETRO

Il clinometro è costituito da un tamburo verticale con scala graduata, rotante sul suo asse orizzontale e appesantito nella parte inferiore. L'involucro porta una grande finestra circolare da cui è possibile illuminare la scala graduata e un oculare che permette di trapiantare il bersaglio.

La tecnica d'impiego è analoga a quella della bussola, con la sola eccezione del doverlo tenere verticale invece che orizzontale durante l'uso. I modelli più diffusi hanno due scale:

- una in gradi sessagesimali, con l'orizzonte che assume il valore 0, valori positivi verso l'alto fino a +90° per lo zenith e negativi verso il basso;
- una in percentuale, con l'orizzonte che assume il valore 0, valori positivi verso l'alto fino a +150% (100% corrisponde a 45°).

La gran parte dei problemi che affliggono la bussola sono comuni anche al clinometro. Fanno eccezione i problemi **1** e **2**, legati al fatto che la bussola si basa sul campo magnetico locale e il problema **5**, legato alla difficoltà di effettuare letture molto inclinate.

Anche il clinometro può presentare il **problema 3**, dovuto all'infiltrazione di umidità nell'involucro, che rende difficili le letture.

Problema 4: il clinometro deve essere tenuto ben verticale perché la scala graduata sia in grado di ruotare liberamente e fornire la lettura corretta. Fortunatamente il clinometro è

Misure di pendenza: il clinometro

Clinometro: problemi e trucchi

meno sensibile della bussola a questo tipo di problema.

Problema 6: è facile essere ingannati dalla direzione della scala e dalla presenza di due scale diverse. Nei clinometri più diffusi è necessario ignorare l'esistenza della scala percentuale, che è usualmente quella di destra. Confondere le due scale porta ad errori grossolani difficili da riconoscere a tavolino.

Inoltre, quando si fanno letture vicine all'orizzontale, cioè al valore 0, è necessario ricordarsi che i valori della scala graduata visibili nell'oculare sono negativi **sopra** lo zero e positivi **sotto**, contrariamente a quanto ci potremmo aspettare istintivamente.

Infine, mentre i valori negativi crescono dal basso della scala verso l'alto, i valori positivi crescono dall'**alto** verso il **basso**, contrariamente a quanto ci suggerisce l'istinto. Perciò la tacca 'sotto' quella marcata +30 non corrisponde alla lettura 29 bensì a 31.

Anche in questo caso è perciò necessario prestare continua attenzione per evitare di commettere errori grossolani.

Problema 7: in grotta è spesso difficile leggere il clinometro a causa della scarsa illuminazione unita ai depositi di umidità e di fango sulla finestra trasparente. Per ovviare a questo inconveniente è opportuno mantenere il più possibile pulito lo strumento. Inoltre è spesso necessario usare una superficie bianca o riflettente (ad esempio lo stesso taccuino di rilievo oppure il corpo metallico della bussola) per riflettere la luce dell'acetilene all'interno del clinometro.

Trucco: per agevolare il puntamento preciso del clinometro sul punto da traguardare, il compagno del rilevatore può tenere una matita (o altro oggetto allungato) in **orizzontale** sul caposaldo, curando inoltre di tenere ben illuminato il caposaldo stesso con la sua luce.

STRUMENTI COMBINATI

L'uso di due strumenti separati per misurare direzione e pendenza non è l'ideale, e se i due sono combinati in modo da rendere possibile effettuare le due letture con un solo traguardo, si può ottenere un sensibile miglioramento in accuratezza, velocità e semplicità d'uso.

Nonostante alcuni tentativi, lo strumento ideale per il rilevamento ipogeo non è ancora stato costruito. Il topofilo, che combina tutte le tre misure fondamentali in un unico apparecchio, verrà descritto nel seguito. Sono state anche realizzate montature artigianali che combinano bussola e clinometro

In ogni caso, quando si usano strumenti combinati è fondamentale curare l'allineamento fra gli strumenti. Ciò vale a maggior ragione quando si usano puntatori laser accoppiati agli strumenti. Se il puntamento laser, di per sé estremamente preciso, viene accoppiato allo strumento in modo imperfetto, si va ad introdurre un errore sistematico particolarmente insidioso.

Misure di Distanza

Il metodo più semplice per misurare la distanza fra un caposaldo e il successivo fa uso del *semplice nastro metrico* teso fra i due capisaldi. Un altro strumento basato su un concetto simile è il *topofilo*. Da alcuni anni sono in uso strumenti elettronici detti *distanziometri*, che eliminano la necessità di stendere un supporto materiale fra i due capisaldi.

Misure di distanza

NASTRO METRICO (Rotella metrica, Bindella, Fettuccia, Rullina)

Il nastro metrico in uso comune è costituito da una sottile striscia di PVC rinforzato con fibra di vetro e marcato a intervalli centimetrici. I nastri metrici in metallo si spezzano facilmente, si arrugginiscono per l'uso in grotta e possono alterare le misure della bussola. I nastri metrici realizzati in tessuto si estendono eccessivamente una volta umidi e difficilmente resistono a più di una uscita.

Esistono in commercio modelli da 20, da 30 e da 50 metri. La scelta sulla lunghezza si

presta ad alcune considerazioni:

- nelle nostre grotte la possibilità di effettuare battute superiori a 20 metri è piuttosto infrequente;
- battute molto lunghe si prestano a drammatiche sviste e ad amplificare gli errori di misura; il risparmio di tempo è solo apparente, dato che il tempo necessario per prendere lo schizzo degli ambienti sarà comunque proporzionale alla loro lunghezza;
- la misura dei grandi pozzi con nastri metrici corti è sempre fonte di patemi e di acrobazie aeree per i rilevatori coscienziosi; un nastro da 50 metri può semplificare notevolmente il problema;
- un nastro lungo è assai utile anche in altre situazioni: poligonale esterna, rilievo in cavità artificiali, etc.

Dato il costo irrisorio dei nastri metrici, la soluzione è ovvia: una trousse da rilievo completa sarà costituita da un nastro da 20 metri e da uno da 50. Quest'ultimo sarà portato ed utilizzato solo nelle situazioni in cui il suo uso sarà indispensabile.

I modelli più diffusi sono dotati di un contenitore chiuso in plastica. È importante che il contenitore riservi posto anche per il fango addizionale che il nastro metrico raccoglierà inevitabilmente durante l'uso. Esistono nastri da 50 metri con involucro aperto, molto comodi e compatti.

I principali vantaggi del nastro metrico sono legati alla semplicità d'uso e al basso costo. Inoltre il nastro teso fra i due capisaldi può essere usato anche come riferimento per le misure di bussola e clinometro e per la stesura dello schizzo. Per contro, il nastro teso si impiglia frequentemente fra i massi e sulle asperità, oltre a infangarsi rapidamente fino a rendere illeggibili i numeri.

TOPOFILO

Questo strumento sviluppato in Francia è compatto e di impiego veloce; esso sostituisce il nastro metrico insieme a bussola e clinometro. E' costituito da una bussola e da un rocchetto di filo da cucito assemblati in una piccola scatola, sul cui esterno sono montate una scala graduata semicircolare ed una livella a bolla d'aria. Dal rocchetto, il filo viene fatto passare intorno ad un piccolo tamburo collegato ad un contagiri tarato per restituire la distanza, quindi sopra il quadrante della bussola e quindi all'esterno attraverso una fessura presente sul fianco dell'involucro. Durante il rilevamento, il topofilo viene tenuto in corrispondenza di un caposaldo mentre il filo viene tirato sino al successivo, prestando attenzione al fatto di non svolgerne più del minimo necessario; la distanza viene determinata come differenza fra le due letture del contatore, prima e dopo la stesura. Per effettuare la lettura della bussola, il filo viene allineato attraverso il quadrante della bussola e su questo si legge la direzione corrispondente. L'angolo di pendenza viene rilevato ruotando lo strumento su un lato e tenendolo verticale con l'aiuto della livella a bolla d'aria, avvolgendo il filo intorno ad un perno sull'origine della scala semicircolare e leggendo l'angolo che il filo individua sulla scala.

I principali vantaggi di questo strumento stanno nella sua compattezza e nella protezione che offre contro il fango, soprattutto alla bussola. Per contro le modalità di rilevamento non permettono di ottenere un'accuratezza sufficiente per la tecnica di rilievo descritta in questa dispensa. In particolare, il tamburo del contagiri va accuratamente calibrato per dare letture affidabili, confrontandolo con un nastro metrico affidabile. Il filo utilizzato non è mai perfettamente inestensibile, per cui le misure possono comunque essere falsate dalla tensione a cui è sottoposto il filo.

Va sottolineato che dopo ogni misura il filo utilizzato viene strappato. Non va ovviamente abbandonato in grotta, ma recuperato e portato all'esterno.

Il topofilo mostra la sua maggiore utilità nella misura dei grandi pozzi, dove è limitato solo dalla quantità di filo presente sul rocchetto (conviene quindi fare una verifica della quantità residua prima di iniziare la misura del pozzo, per non trovarsi a secco a pochi metri dal termine...). È necessario evitare che il filo si attorcigli alla corda di progressione o ad asperità della parete. Conviene calare lentamente il filo dopo averlo appesantito all'estremità con un piccolo peso (un moschettoncino o una piastrina...).

Per *topofilo* si intende anche un semplice strumento che misura semplicemente le distanze, basandosi sullo stesso principio di utilizzo del rocchetto di filo e del contagiri. Questo strumento, che va utilizzato assieme a bussola e clinometro ordinari, presenta gli stessi difetti del topofilo propriamente detto, senza averne i vantaggi.

DISTANZIOMETRI

Dire che bisogna portarsi anche la bindella

LA CURA DEGLI STRUMENTI

Il contenitore imbottito – strumenti danneggiati

Lavaggio

**La cura degli
strumenti**

QUADERNI ED ALTRI OGGETTI

<<< Fogli syntosil. Copia su Syntosil di millimetrata. Dare indirizzo per Syntosil >>><<<
rivedere>>>

Fogli

Taccuino

Matite o pennarelli

Marcatori

Straccio

Cibo

Vestiti

Altri oggetti utili

Qualcosa su cui registrare i dati è essenziale. Ci sono rilevatori che prediligono fogli sciolti ed altri che preferiscono un quaderno ma, quanto a questo, non c'è un metodo "corretto"; è piuttosto questione di scelte individuali, e quale può andare bene dipende dalle condizioni in cui ci si trova a rilevare. Se le condizioni della grotta sono ragionevoli, l'uso di carta di buona qualità (sotto forma di quaderno o di fogli sciolti) può essere soddisfacente. Comunque, si possono reperire fogli o quaderni realizzati con "carta" in materiale plastico resistente all'acqua e che sopportano molto bene l'uso in grotta, con l'unico difetto che la scrittura tende più del solito ad essere cancellata ad opera del fango e della sabbia. E' opportuno adottare un contenitore impermeabile nel quale riporre i fogli contenenti i dati registrati, soprattutto nel caso in cui si fa uso di fogli sciolti. Sebbene si possa, in condizioni di emergenza, metter giù i dati usando lo stagno della parte inferiore del bulbo di una lampadina da torcia elettrica, le matite sono raccomandate. Molti preferiscono utilizzare matite piuttosto morbide, ad esempio di grado B, poiché lasciano una densa traccia nera e rendono meno probabile danneggiare la carta. Non dimenticate un coltellino o qualche altro aggeggio per temperarne la punta. In alternativa, usate un portamine da disegnatore o pennarelli con inchiostro resistente all'acqua.

Se si tratta di un rilievo importante, occorrerà qualcosa per marcare la posizione dei capisaldi più importanti, come del nastro o del Pongo. Un altro oggetto utile quando si rileva in acqua o in ambienti molto fangosi è un pezzo di stoffa sul quale asciugare mani e strumenti. Vale sicuramente la pena includere del cibo al resto dell'equipaggiamento se si sta per affrontare una lunga uscita poiché i rilevatori, preoccupandosi del proprio stomaco, non darebbero i migliori risultati. <<< Dire del freddo: passamontagna >>>

SACCA DA RILIEVO

Per concludere questo capitolo, viene fornito un elenco dei materiali che devono trovare posto nella *sacca del bravo rilevatore*, che appare essere una versione speciale del gonnellino di Eta Beta:

- bussola con contenitore imbottito
- clinometro con contenitore imbottito
- nastro metrico più eventuali distanziometri e/o topofilo
- schede per la registrazione dei dati (in numero più che sufficiente per il rilievo da eseguire)

- fogli di carta (preferibilmente millimetrata) per lo schizzo della cavità
- taccuino, quaderno o altro supporto per i fogli
- 2 o 3 portamine e relative mine di scorta, oppure pennarelli resistenti all'acqua
- pennarellone o tubo di vernice per marcare i capisaldi

4. Errori e Grado di Accuratezza del Rilievo

Nel momento in cui si effettuano misure, si accetta implicitamente il concetto che queste misure siano affette da errore. Lo scopo del rilievo ipogeo non è ovviamente quello di realizzare misure perfette, bensì di creare una rappresentazione grafica della cavità i cui margini di errore siano sufficientemente bassi da consentirne gli utilizzi pratici desiderati. Ciò vuol dire che un rilievo utilizzato per lavori di ingegneria civile deve necessariamente avere un margine di errore molto inferiore ad uno usato semplicemente per progettare una uscita di corso.

Un buon rilievo deve quindi fornire anche un'indicazione delle modalità con cui sono state prese le misure e della loro precisione. Per fare questo, la British Cave Research Association ha introdotto da molti anni una scala di valutazione, detta *scala BCRA*, oggi in uso in gran parte del mondo speleologico. Una scala più dettagliata è entrata in uso da qualche anno in Australia, ma non viene qui descritta.

Per comprendere il significato dei gradi della scala BCRA (e anche per realizzare rilievi migliori), è necessario dare prima alcune definizioni legate alla teoria degli errori (da A. Vanin, Speleologia n. 6, 1981, pag. 24):

Errore: un certo errore è insito in qualunque misura di una grandezza fisica. Esso si definisce come la differenza tra il risultato della misura ed il valore vero.

Errore sistematico: errore che si ripete sempre uguale per quante volte si vada a ripetere la medesima misura. Per esempio: uno strumento mal calibrato.

Errore accidentale: piccolo errore casuale, quindi imprevedibile in grandezza e segno, variabile da una misura all'altra. Esempio: bussola letta con mano tremante.

Errore grossolano (sbaglio): errore macroscopico casuale, tale che il risultato della misura non ha più nessuna relazione col valore vero. Esempio: leggere 30 al posto di 130.

Calibrazione (taratura): operazione che consente di ridurre entro valori accettabili l'errore sistematico intrinseco in uno strumento. Qualora fosse impossibile correggere la lettura dello strumento, si può almeno applicare la correzione ai risultati delle misure.

Errore sistematico residuo: l'errore sistematico (sconosciuto in grandezza e segno) che rimane dopo aver effettuato la calibrazione di uno strumento.

Accuratezza: una misura è tanto più accurata, quanto più è piccolo l'errore sistematico da cui è affetta. Pertanto tarare gli strumenti significa migliorare l'accuratezza della misura.

Precisione: una misura è tanto più precisa, quanto più piccoli sono gli errori accidentali da cui può essere affetta. Pertanto eseguire la misura con cura significa migliorare la precisione delle misure. Anche avere uno strumento con scale grandi e ben leggibili migliora la precisione possibile (ma non l'accuratezza, che è legata alla calibrazione!).

Tolleranza accidentale: è un'espressione della grandezza degli errori accidentali da cui può essere affetta una misura. Se si ripete molte volte la stessa misura, si vede che i risultati si raggruppano attorno ad un certo valore medio (che differisce dal valore vero per l'entità dell'errore sistematico). Si definisce tolleranza accidentale quello scarto dal valore medio tale che vi siano 99 probabilità su 100 di ottenere uno scarto più piccolo facendo una misura. Di converso, se si esegue una sola misura, vi sono 99 probabilità su 100 che il valore medio non disti dal valore trovato di più della tolleranza accidentale.

Tolleranza: è la tolleranza accidentale, più l'errore sistematico residuo. Si usa scrivere il risultato di una misura seguito dalla sua tolleranza; per esempio 200 ± 10 metri significa che vi sono 99 probabilità su 100 che la grandezza misurata sia compresa fra 190 e 210 metri. Pertanto non è esatto dire che l'errore su quella misura è 10 metri; è la tolleranza,

Definizioni

ossia il margine d'errore probabile, che è 10 metri. L'errore non è conosciuto; se lo fosse, sarebbe facile correggerlo. Di esso si può solo dire che, con 99 probabilità su 100, non è maggiore di ± 10 metri.

Arrotondamento: arrotondando le misure (per esempio leggendo una bussola ai 5° più vicini) si introduce un errore accidentale la cui tolleranza è pari alla metà dell'intervallo di arrotondamento e che si somma con le altre tolleranze accidentali.

Per effettuare un rilievo di precisione è perciò necessario minimizzare i tre fattori di errore:

- l'errore grossolano può essere evitato solo mediante una continua attenzione e la conoscenza degli strumenti e delle tecniche di rilievo;
- l'errore sistematico può essere mantenuto entro valori accettabili mediante un'accurata calibrazione degli strumenti; in genere i rilevatori ipogei sottovalutano questa operazione, descritta al cap. 5; in questo modo però si espongono al rischio di ottenere risultati sensibilmente diversi a distanza di tempo e al variare degli strumenti;
- l'errore accidentale può essere ridotto curando la precisione delle misure.

Agli errori grossolani sono ovviamente più esposti i rilevatori inesperti, ma ogni situazione di disattenzione (freddo, stanchezza, confusione, fretta, ...) può indurre in errore anche il rilevatore più esperto. Inutile quindi tentare di forzare una seduta di rilievo quando le condizioni non sono ottimali.

Gli errori sistematici sono i più importanti. Tipicamente sono provocati da difetti degli strumenti che vengono utilizzati, ma possono essere enormemente ridotti attraverso un'opportuna calibrazione degli strumenti. Il motivo per cui questi errori sono così importanti è il fatto che introducono ad ogni lettura un'imprecisione della stessa entità e nello stesso senso (cioè in eccesso o in difetto), che quindi si somma con le precedenti. Un esempio è l'errore che si ha utilizzando un nastro metrico che ha subito uno stiramento: *ogni singola misura* effettuata risulterà erroneamente breve. A rendere la faccenda ancora peggiore, alcuni errori sistematici - come quelli della bussola - possono variare di giorno in giorno.

Gli errori accidentali possono essere minimizzati curando con estrema attenzione i seguenti fattori:

- la precisione nella lettura degli strumenti; ciò si effettua spesso effettuando più volte la stessa misura e poi prendendone la media;
- la precisione nel posizionamento dei capisaldi; una battuta deve partire precisamente dallo stesso punto in cui ha avuto termine la battuta precedente.

Il modo per annullare virtualmente gli errori di posizione dei capisaldi è impiegare strumenti e bersaglio luminoso montati su treppiede; operare in questo modo non comporta le difficoltà e la lentezza che si potrebbe pensare.

La scala BCRA è composta da due valori:

La scala BCRA

- un numero esprime il livello di arrotondamento con cui vengono effettuate le misure e il posizionamento dei capisaldi (tabella 1); questo valore esprime perciò una valutazione della qualità della poligonale; per ottenere il livello 5 è necessario utilizzare strumenti calibrati;
- una lettera esprime l'affidabilità delle misure legate ai dettagli grafici del rilievo (tabella 2).

In termini generali, un rilievo di grado 1 può essere considerato come uno schizzo approssimato; uno di grado 3 sarà ragionevolmente accurato, il grado 5 sarà assegnato ad un rilievo realizzato con la massima accuratezza praticamente possibile; rilievi di grado X sono tali da essere realizzati solamente in rare occasioni, per usi specialistici professionali. Se ben applicata, la tecnica descritta in questo testo permette di ottenere rilievi di grado 5 in tempi ragionevoli.

È irrilevante per il grado BCRA se il rilevatore sia un principiante o uno di provata esperienza, una volta che i requisiti del grado di accuratezza dichiarato siano stati realmente conseguiti; il rilevatore esperto sarà in grado di ottenere questi requisiti con più facilità. Nel dichiarare il grado di un rilievo, è importante assegnare onestamente il grado effettivamente conseguito e non quello che ci si era inizialmente prefissati di raggiungere.

Bisogna ricordare che il grado indica solamente la qualità presunta delle operazioni di rilevamento; questa potrebbe essere stata ridotta da errori successivi come quelli introdotti durante la restituzione grafica. Si fa anche notare che parti diverse del rilievo di una stessa cavità complessa possono non avere lo stesso grado BCRA. Sarà perciò importante specificare il grado dei singoli rami.

Grado 1	Uno schizzo di bassa accuratezza, disegnato senza aver eseguito misurazioni.
(Grado 2)	Può essere usato, se necessario, per descrivere uno schizzo di accuratezza intermedia tra il grado 1 e 3.
Grado 3	Un rilievo strumentale approssimato; gli angoli verticali e/o orizzontali sono misurati con un'approssimazione di $\pm 2,5^\circ$; le distanze sono misurate con un'approssimazione di ± 50 cm; gli errori sulla posizione dei capisaldi sono inferiori a 50 cm.
(Grado 4)	Può essere impiegato, se necessario, per descrivere un rilievo che non riesce a soddisfare i requisiti del grado 5, ma è comunque più accurato di un rilievo di grado 3.
Grado 5	Un rilievo strumentale; angoli orizzontali e verticali approssimati a $\pm 1^\circ$; distanze approssimate a ± 10 cm; errori sulla posizione dei capisaldi inferiori a 10 cm
Grado 6	Un rilievo strumentale più accurato di quanto specificato dal grado 5.
Grado X	Un rilievo caratterizzato primariamente dall'impiego del teodolite in luogo della bussola.

Tabella 2 - Gradi BCRA per le poligonali

note:

1. la tabella qui sopra viene data a titolo riassuntivo: le definizioni dei gradi del rilievo vanno lette in associazione ai commenti seguenti;
2. In ogni caso, è necessario seguire lo spirito delle definizioni e non solo la lettera;
3. l'errore sulla posizione di un dato caposaldo è la distanza massima tra il punto verso il quale viene eseguita la serie di misure relative ad una battuta e quello dal quale si esegue la serie di misure relative alla battuta successiva;
4. l'accuratezza misura la vicinanza del risultato al vero valore; non va confusa con la precisione, che misura la vicinanza tra i risultati di una stessa misura ripetuta più volte, indipendentemente dalla loro accuratezza;
5. per raggiungere il grado 3 è necessario l'uso del clinometro negli ambienti che hanno una pendenza apprezzabile;
6. per raggiungere il grado 5 è essenziale che gli strumenti siano correttamente calibrati;
7. un rilievo di grado 6 richiede che la bussola sia usata al limite della possibile accuratezza, cioè accurata a $\pm 0,5^\circ$; le letture del clinometro devono avere la stessa accuratezza. Distanze ed errori sulla posizione dei capisaldi devono essere accurati entro il limite di $\pm 2,5$ cm, per questo è richiesto l'uso di treppiedi o accorgimenti simili;
8. un rilievo di grado X deve includere nel disegno delle note che descrivano gli strumenti e le tecniche impiegate, oltre ad una stima della probabile accuratezza del rilievo riferita a rilievi di grado 3, 5 o 6;
9. i gradi 2 e 4 si impiegheranno solamente nei casi in cui, in qualche sessione del

rilievo, le condizioni fisiche hanno impedito al rilevatore di attenersi a tutte le specifiche relative al grado immediatamente superiore, e non si sia ritenuto opportuno ripetere il rilevamento;

10. gruppi speleologici e organizzazioni simili sono invitate a riprodurre le figure 1 e 2 nelle proprie pubblicazioni; esse possono essere pubblicate solo assieme a queste note.

classe A	Tutti i contorni degli ambienti ipogei sono riportati a memoria in fase di restituzione.
classe B	I contorni degli ambienti si basano su stime e registrazioni eseguite in grotta.
classe C	Misure dei contorni eseguite solamente in corrispondenza dei capisaldi.
classe D	Misure dei contorni eseguite in corrispondenza dei capisaldi e in punti intermedi tra capisaldi dovunque necessario per illustrare cambiamenti significativi nella morfologia, dimensioni e direzioni degli ambienti.

Tabella 2 - Gradi BCRA per i dettagli del rilievo

nota:

l'accuratezza del dettaglio deve essere appropriata all'accuratezza della poligonale; solitamente dovrebbe essere utilizzata solamente una tra le combinazioni seguenti:

grado 1A - grado 3B - grado 3C - grado 5C - grado 5D - grado 6D;

grado XA - grado XB - grado XC - grado XD.

5. Calibrazione degli Strumenti

Nel capitolo precedente si è accennato al fatto che gli errori più significativi, dopo le sviste grossolane, sono quelli dovuti alle piccole imperfezioni degli stessi strumenti. La calibrazione degli strumenti può ridurre enormemente l'influenza di queste imperfezioni, ed è per questo che è così importante. E' forse opportuno ripetere che i requisiti di un rilievo di grado 5 non possono essere soddisfatti senza che *gli strumenti siano calibrati in modo appropriato*.

BUSSOLA

Quella della bussola è di gran lunga la più importante delle calibrazioni. Lo scopo è determinare l'effetto totale degli errori dovuti allo strumento ed alle anomalie locali; non è sufficiente ricavare la declinazione magnetica media (cioè la differenza tra nord geografico e nord magnetico) dalla locale carta topografica ufficiale ed impiegare questa, poiché non tiene conto né degli errori dello strumento né di anomalie locali.

Calibrazione della bussola

1. Scegliere due punti in superficie che siano ben visibili l'uno dall'altro e che possano essere posizionati con precisione su una mappa a grande scala, uno vicino alla grotta e l'altro ad una certa distanza.
2. Verificare che non ci siano anomalie magnetiche locali nell'area intorno al punto preso in prossimità della grotta (la tecnica per fare questo sarà descritta in seguito).
3. Con la bussola, misurare la direzione dal punto più vicino alla grotta a quello più lontano; ripetere la misura diverse volte per verificare la precisione della lettura.
4. Determinare la direzione tra i due punti come risulta dalla carta topografica. Questo si fa tracciando sulla carta una linea dall'uno all'altro, misurando quindi l'angolo formato da questa linea con la linea nord-sud del reticolato topografico. Si ricordi che il reticolato della carta non corrisponde esattamente al nord geografico.
5. La calibrazione per *questa bussola, questa località e questo momento* (che deve essere sottratta da ogni lettura fatta con la bussola) è data dalla differenza tra i valori ottenuti ai punti 3 e 4.

Si può verificare che non ci siano anomalie significative strettamente locali (come potrebbero essere condutture sepolte) nei punti di controllo utilizzando il metodo seguente. Dopo aver preso la direzione descritta al punto 3, spostarsi dalla posizione di partenza di circa 20 metri, ma in direzione del secondo punto scelto. Prendere un'altra serie di misure della direzione che unisce i due punti, ma da questa nuova posizione; se questi valori coincidono con quelli ottenuti all'inizio, si può assumere l'assenza di anomalie locali attorno al punto iniziale. Se c'è una differenza tra i due gruppi di misure, proseguire di altri 20 metri lungo la stessa direzione e prenderne una terza serie. Se la prima e la terza coincidono, si può di nuovo concludere che il primo punto è soddisfacente, altrimenti sarà necessario scegliere un diverso riferimento da cui ricominciare il procedimento di calibrazione.

Usando una carta topografica si ottiene la calibrazione riferita al nord del reticolato topografico, ed è questa quella generalmente più utile. Se si richiede la calibrazione rispetto al nord geografico, bisogna cercare sul margine della carta la differenza tra i due; questa differenza varia tra 0 e pochi gradi a seconda della regione, e si dovrà aggiungere o sottrarre a seconda dei casi.

Dopo la calibrazione iniziale per il rilevamento di una data grotta, è necessario solamente eseguire i passi 3 e 5 provvedendo di utilizzare sempre gli stessi due riferimenti, ma questo va fatto con ogni bussola e ad ogni uscita di rilevamento.

CLINOMETRO

Calibrazione del clinometro

In questo caso va determinato solamente l'errore di posizione zero. La procedura è la seguente:

- 1) Scegliete a piacere due punti di riferimento, preferibilmente uno a quota maggiore dell'altro.
- 2) Eseguite la misura dal primo punto al secondo, e ripetete la lettura più volte per verificare la precisione della misura.
- 3) Ripetere il passo 2 ma dal secondo punto verso il primo.

I valori medi delle due misure effettuate ai passi 2 e 3 devono essere uguali ma di segno opposto, cioè se uno è $+03^\circ$ l'altro dovrà essere -03° . Se la seconda misura ha per risultato, ad esempio, -05° , allora il risultato sarà la media aritmetica (fatta cioè ignorando i segni + e -); in questo caso $(03^\circ + 05^\circ) \div 2 = 04^\circ$; si dovrà quindi aggiungere una correzione di $+01^\circ$ ad ogni lettura.

TOPOFILO

Calibrazione del topofilo

Per un rilievo di qualsiasi grado, deve essere calibrato il contatore collegato al piccolo cilindro intorno al quale viene fatto passare il filo. Tirate il filo per una serie di lunghezze note, prendete nota della differenza fra ciascuna misura e fra queste calcolate la distanza rappresentata da ogni cifra del contatore. Può essere sufficiente fare questo una sola volta, nel momento in cui si è entrati in possesso dello strumento, ma ci possono essere delle differenze dipendenti dal fatto che il rocchetto del filo sia quasi pieno o quasi vuoto. Se si ha intenzione di utilizzare il topofilo per cercare di fare un rilievo di grado 5, allora *la bussola ed il clinometro devono essere calibrati*. Questo comporta delle difficoltà, poiché la bussola non viene puntata direttamente sul caposaldo remoto, ma si fa riferimento ad esso utilizzando la tratta di filo tirata da un caposaldo al successivo, e questo è impossibile se i capisaldi utilizzati per la calibrazione sono – come devono essere! - ad una certa distanza fra loro. Il clinometro deve essere calibrato usando la tecnica già descritta.

NASTRO METRICO

Calibrazione del nastro metrico

La calibrazione non sarà necessaria se si è certi che i nastri metrici dal momento dell'acquisto sono sempre stati utilizzati correttamente. Comunque, i nastri metrici possono essere verificati di tanto in tanto, confrontandoli a nastri di buona qualità che

sappiamo per certo essere in buone condizioni; se risulta che il nastro metrico comincia ad essere impreciso, la cosa migliore da fare è buttarlo. Ugualmente, se la fine del nastro si è spezzata, gettate via il nastro metrico e compratene un altro.

DISTANZIOMETRI

È sufficiente effettuare alcune misure a distanze diverse, avendo come riferimento un nastro metrico di cui si sia verificata l'affidabilità. Di solito la verifica dei distanziometri viene svolta all'aperto e con una piacevole temperatura dell'aria. È invece necessario effettuarla in condizioni operative, cioè alla temperatura e umidità della grotta, poiché questi fattori influenzano la velocità di trasmissione del suono nell'aria.

Se la misura fornita dai distanziometri non è precisa, è necessario farli revisionare dalla casa costruttrice.

Calibrazione dei distanziometri

6. Squadra di Rilievo

<<< dire dell'affiatamento necessario >>>

<<< Rivedere: parlare dei ruoli del rilievo:

1-_{ra} poligonale - lettura strumenti

2-_{ra} disegno – che e' quello che impiega piu' tempo, ed e' giusto cosi'

3-_{ra} posizionamento capisaldi

4-_{ra} *fick-nose*

e del modo di dividerseli se:

1-_{ra} si è in 2

2-_{ra} si è in 3

3-_{ra} si usa il metodo diretto

4-_{ra} si usa il metodo a battute alterne>>>

Alcuni rilievi sono stati realizzati da una sola persona, ma è più pratico ricorrere a una squadra di due o tre persone, specialmente per un rilievo che vuole essere di grado 5 o superiore.

In che modo distribuire le mansioni è compito della squadra stessa, ma come punto di partenza si suggerisce la situazione seguente.

1° persona – Esegue le letture degli strumenti. A parità di altre condizioni, egli sarà il rilevatore più esperto della squadra.

2° persona – Trascrive tutte le misure e traccia schizzi degli ambienti rilevati; è consigliabile che questo membro sia il più ordinato nello scrivere e possibilmente con buone doti artistiche, visto che tutto il lavoro che verrà eseguito una volta lasciata la grotta sarà basato sulle sue registrazioni.

3° persona – Tiene il capo del nastro metrico, determina la posizione di ogni caposaldo, e svolge altri compiti occasionali, come ficcarsi in tutti i passaggi stretti e scomodi.

Se la squadra è composta da due sole persone, la prima può eseguire le letture e andare a dare un'occhiata intorno, mentre la seconda può tenere il capo del nastro metrico e trascrivere i dati.

E' bene che i membri della squadra di rilevamento mantengano il proprio ruolo durante tutta l'uscita, poiché ognuno ha un suo modo di fare le cose. Sostituire la persona che si occupa della trascrizione può causare un aumento della confusione e dell'incertezza sui dati registrati, mentre cambiare la persona che esegue le letture può introdurre ulteriori errori.

Se il caposquadra (il "rilevatore") esegue le letture o trascrive i dati, lo farà sulla base delle sue particolari tecniche e preferenze, ma sarà sempre chi trascrive a determinare la velocità con cui la squadra di rilevamento avanza nella grotta. Egli è l'unico a sapere quando tutte le informazioni necessarie in ciascun punto sono state registrate, e che quindi la squadra può proseguire. Prima che la squadra – e deve essere una squadra – cominci il rilevamento, è assolutamente necessario che chiarisca alcuni punti fondamentali, assicurandosi che:

- ogni membro conosca quale sia il suo ruolo, ed esattamente cosa ci si aspetti che faccia, e quando;
- il lettore degli strumenti abbia familiarità con gli stessi. Se così non è, faccia prima esperienza esercitandosi in superficie al loro utilizzo;
- il lettore degli strumenti sappia a quale approssimazione (ad esempio, se al grado intero o al mezzo grado) dovrà prendere ogni misura;
- chi procede con il capo del nastro metrico sappia di cosa tenere conto nello scegliere il successivo caposaldo (di questo si discuterà nel prossimo capitolo). Diventerebbe veramente impopolare se provocasse ritardi eseguendo male questo compito!
- Tutta la squadra conosca le convenzioni da utilizzare utilizzando termini come

7. Rilevamento della Poligonale

Ci sono essenzialmente due modi di eseguire le letture per la poligonale:

TECNICA DIRETTA

Si procede piazzando gli strumenti al primo caposaldo e puntandoli verso un bersaglio posto sul secondo. Dopo aver completato queste letture, sia gli strumenti che il bersaglio si spostano avanti di un caposaldo. Si eseguono quindi le letture dal secondo caposaldo verso il terzo, e così via.

TECNICA A BATTUTE ALTERNE

In questo caso si piazzano gli strumenti sul secondo caposaldo e le letture vengono prese tralasciando il primo. Quindi, si pone come obiettivo il terzo caposaldo e eseguono le misure verso questo tenendo gli strumenti in corrispondenza del secondo caposaldo. Dopo aver preso le letture, si spostano gli strumenti al quarto caposaldo e si eseguono le letture tralasciando prima il terzo, quindi il quinto, e così via. I due metodi sono schematizzati nella fig. 4.

<<< dire della tecnica a battute doppie >>>

Figura 2 - Le tecniche di rilievo diretta e a battute alterne

Si può migliorare l'accuratezza se invece di eseguire le letture a battute alterne ad ogni caposaldo si riguarda sia il precedente che il successivo. E' un esercizio che allunga i tempi di rilevamento, ma mette in evidenza immediatamente eventuali errori di lettura degli strumenti. Comunque, il metodo a battute alterne è raccomandato, poiché è più veloce e potenzialmente più accurato in quanto fa sì che alcuni errori sistematici si annullino fra loro. Il miglior vantaggio di questo metodo consiste nel fatto che metà dei capisaldi (quelli utilizzati solamente come "bersagli") possono anche non essere accessibili: questo può veramente fare la differenza nel caso in cui si stia rilevando in ambienti stretti. Tuttavia, il fatto che alcune letture di bussola e clinometro vengono eseguite in direzione inversa può portare ad un aumento delle sviste durante la fase di elaborazione dei dati rilevati, specialmente con rilevatori inesperti. E' importantissimo indicare chiaramente, in un modo o nell'altro, quali misure sono state prese eseguendo letture "all'indietro". Qualunque sia il metodo di rilevamento scelto, è comunque un accorgimento assai opportuno ripetere ogni misura in modo da evitare errori grossolani.

Sebbene siano stati descritti due diversi metodi, in pratica potrebbe rivelarsi preferibile in molte occasioni usare una combinazione dei due. Ad esempio, se si sta rilevando utilizzando fondamentalmente il metodo a battute alterne, ci si potrebbe tuttavia trovare nelle condizioni di preferire l'esecuzione di un certo numero di letture consecutive nella stessa direzione. Non ci sono ragioni per non fare questo: l'obiettivo è quello di usare il metodo più conveniente in ogni specifica situazione. Il rilevamento della poligonale è la fase più importante del rilevamento di una grotta e tutte le misure devono essere eseguite nel modo più accurato permesso dalle condizioni operative.

Rilevando utilizzando il metodo a battute alterne con una squadra di tre persone si può seguire la procedura descritta nel seguito; se c'è un solo assistente, i principi di lavoro saranno ancora gli stessi ma la divisione dei compiti sarà leggermente diversa. Chi si occupa del nastro metrico si ferma sul primo caposaldo con un capo del nastro, mentre gli altri rilevatori procedono lungo la grotta per scegliere il punto in cui collocare il secondo caposaldo, svolgendo il nastro man mano che avanzano.

È necessario scegliere con attenzione la posizione dei capisaldi. Si porrà un caposaldo in corrispondenza del termine del nastro metrico, oppure – più probabilmente – dove la

La scelta del caposaldo

galleria cambia direzione, dove interseca altri condotti o in altri luoghi particolarmente significativi. Il punto esatto che viene scelto dev'essere in vista del primo caposaldo, e da esso si deve vedere un tratto quanto più lungo possibile della galleria che prosegue (o delle gallerie, se il punto viene scelto in corrispondenza di un incrocio). Si deve anche poter eseguire letture in ogni direzione a partire dal punto scelto. E' a dir poco frustrante scegliere un caposaldo, prendere la prima serie di misure e quindi accorgersi che è fisicamente impossibile eseguire le letture nell'altra direzione. Questo tipo di situazioni non contribuisce a rendervi popolari al resto della squadra!

Un caposaldo non deve necessariamente essere posto sulla parete della galleria o su un masso o chissà dove. La posizione più conveniente può essere la luce sul casco di uno speleologo, o l'occhio del rilevatore che legge gli strumenti, e questo è del tutto accettabile.<<<ma dire dei problemi di aggancio>>>

Una volta scelta la posizione del secondo caposaldo, il rilevatore mette in tensione il nastro metrico, si assicura che non sia impigliato in nessun punto, e legge la distanza reale fra i due capisaldi. Questa distanza viene comunicata al membro della squadra che si occupa di trascrivere i dati sul quaderno di campagna. L'addetto al nastro metrico pone la sua luce in corrispondenza della posizione del caposaldo attuale, così che il rilevatore può eseguire le letture della bussola e del clinometro dal secondo caposaldo verso il primo, ed entrambe queste misure vengono registrate. Nel frattempo chi si occupa della trascrizione dei dati esegue uno schizzo dei contorni degli ambienti e prende nota di ogni altro dato significativo addizionale – di questo si discuterà nel prossimo capitolo.

Non appena l'addetto alla trascrizione dei dati è certo di aver annotato tutti i dati richiesti relativi a questa battuta, l'addetto al nastro metrico si può muovere dal primo caposaldo, portando con sé il capo del nastro mentre il rilevatore lo riavvolge, raggiunge ed oltrepassa il secondo caposaldo, procede per scegliere una buona posizione per il terzo caposaldo. Nella scelta del terzo caposaldo si seguiranno gli stessi criteri adottati per la scelta del secondo, eccetto per il fatto che, non dovendo essere eseguite letture a partire da questo caposaldo, non è necessario che sia accessibile. Vengono quindi prese le misure fra questi due capisaldi, con il rilevatore ancora sul secondo caposaldo ma che stavolta punta gli strumenti nella direzione opposta. Dopo aver completato le letture e tutto il resto al secondo caposaldo, è il turno del rilevatore e dell'addetto alla trascrizione dei dati proseguire a battute alterne oltre il terzo caposaldo e arrivare al quarto. Da qui vengono eseguite le letture all'indietro verso il terzo caposaldo, e così via lungo tutto il percorso sotterraneo.

A volte si potrebbe voler marcare, in modo temporaneo o permanente, la posizione di un caposaldo. Questi punti saranno probabilmente in corrispondenza delle biforcazioni e sul "fondo" delle grotte, e lo scopo di evidenziarli è quello di rendere possibile un'accurata sovrapposizione di rilievi successivi al vostro, originale. Il rilievo non è una scusa per nessun tipo di vandalismo, così il rilevatore non deve deturpare la grotta, ad esempio tracciando bolli neri con la fiamma dell'acetilene. Le marcature permanenti possono essere del tutto irrilevanti, avendo cura di descriverne accuratamente la posizione – uno dei modi per realizzarle è fare con il trapano un foro poco profondo, con una punta di piccolo diametro, su un masso scelto opportunamente. Le marcature temporanee possono essere più evidenti; del nastro adesivo bianco o riflettente può essere individuato facilmente, e su di esso si può scrivere il numero del caposaldo. A proposito del tenere pulite le grotte, assicuratevi di riportare in superficie tutta la vostra spazzatura, incluso il filo utilizzato per il topofilo.

Marcare il caposaldo

<<<mettere dritte per le misure dei pozzi>>>

La misura dei grandi pozzi

8. Rilevamento dei Dettagli degli Ambienti

Il rilievo di una grotta deve sempre consistere in qualcosa di più della sola poligonale; è necessario rappresentare anche il contorno degli ambienti, come la carne intorno allo scheletro. Mentre il rilevamento della poligonale è una scienza, gran parte delle operazioni di resa dei dettagli è più simile ad un'arte disciplinata, assistita da misurazioni. La quantità di informazioni necessaria dipenderà dalla classe voluta per il rilievo (vedi fig. 2 per i dettagli) e la classe scelta deve essere appropriata al grado di accuratezza. La quantità dei dettagli richiesti dipenderà anche dalla scala finale del disegno, poiché se questa è piccola, non c'è motivo di impiegare del tempo per documentare ed annotare particolari che poi non sarà possibile mostrare. Questo è un buon motivo per decidere la scala finale prima di iniziare il rilevamento, se possibile.

Mentre le misure eseguite per il rilevamento della poligonale devono essere quanto più accurate possibile, questo non è necessario per il dettaglio. Non è questo infatti un punto in cui investire tempo prendendo misure inutilmente precise. La larghezza degli ambienti varierà probabilmente ad altezze differenti, così piccoli errori nelle misure non saranno significativi ed in ogni caso riguarderanno quella singola misura e non si ripercuoteranno su tutto il rilievo. Saranno in genere sufficienti misure approssimate ai 25 o ai 50 cm. Può essere utile portare con sé un'ulteriore corto nastro metrico o un metro pieghevole con cui prendere alcune di queste misure.

Le informazioni necessarie alla descrizione dei dettagli saranno raccolte dall'addetto alla registrazione dei dati, assistito dagli altri membri della squadra. Per un rilievo di classe B è necessario solamente stimare ed annotare altezza e larghezza degli ambienti in corrispondenza dei capisaldi. Al procedere del rilevamento, l'addetto alla registrazione dei dati deve annotare l'altezza dal suolo di ogni caposaldo, <<< Mica vero !>> ad eccezione di quelli in ambienti tali da permettere al rilevatore di effettuare le letture stando in piedi: in questi casi si considera l'altezza del caposaldo costante, e pari all'altezza dell'occhio del rilevatore. Egli deve anche trascrivere l'altezza della volta rispetto al caposaldo e la distanza di ciascuna parete, almeno in corrispondenza a ciascun caposaldo (classe C) e occasionalmente in altri punti se gli ambienti cambiano forma o dimensioni (classe D).

Contemporaneamente alla registrazione di tutte queste cifre, egli dovrà disegnare schizzi della grotta, sia in pianta che in sezione longitudinale. Questi schizzi sono importantissimi poiché non è possibile restituire con buona somiglianza la forma degli ambienti servendosi solamente dei risultati delle misure; essi inoltre permettono di verificare le letture degli strumenti così come sono state trascritte. Il metodo scelto per rappresentare la forma degli ambienti può essere diverso da rilevatore a rilevatore, così come i dettagli che vi si includono; è preferibile comunque che siano nella stessa forma del disegno definitivo. Si ricordi pure che è meglio essere nelle condizioni di ignorare alcune delle informazioni registrate piuttosto che lamentarsi dell'assenza di un qualche dettaglio nei vostri dati: non è sempre facile tornare a prenderlo! L'esperienza mostrerà di cosa c'è bisogno e di cosa no.

E' conveniente disegnare gli schizzi mentre il nastro metrico è ancora steso tra i due capisaldi, in modo che possa fornire un riferimento metrico al tracciamento dei contorni. Non è essenziale invece farsi troppi problemi sulla scala e sulla direzione degli ambienti, pensando che quanto più essi saranno vicini all'essere corretti tanto maggiore sarà il loro valore. Tutto ciò sarà reso più semplice dall'uso di pagine o fogli millimetrati per il disegno degli schizzi. E' consigliabile che ogni schizzo comprenda un certo numero di battute consecutive, piuttosto che una sola, poiché in questo modo risulterà più chiara la relazione spaziale tra una battuta e la successiva.

Già dalla vostra prima uscita in grotta dovrete aver imparato che gli ambienti di una grotta sono ben lontani dall'aver una forma regolare, cosicché decidere di quale larghezza tenere conto può diventare un problema. Per uniformità si suggerisce di misurare come distanze tipiche dalle pareti quelle misurate approssimativamente all'altezza degli occhi dello speleologo che attraversa gli ambienti, sia che questo venga abitualmente fatto camminando, strisciando o anche nuotando. Ogni variazione della larghezza in corrispondenza a diverse altezze verrà descritto dalle sezioni trasversali descritte più avanti. <<<Rendere più chiare queste frasi>>> I capisaldi a volte si trovano in corrispondenza di curve, e ci può essere confusione, durante la successiva fase di restituzione grafica del rilievo, su quello che effettivamente significano le larghezze delle gallerie che si sono trascritte; pertanto è consigliabile eseguire queste misure sempre ad angolo retto rispetto alla direzione della battuta che *termina* nel caposaldo (Va bene anche riferirsi ad angoli retti rispetto alla direzione della battuta che parte dal caposaldo considerato, l'importante è rispettare sempre la convenzione adottata).

In gallerie molto larghe o nelle sale potrebbe non essere ancora pratico misurare semplicemente la distanza delle pareti ad angolo retto rispetto alla poligonale. Un'alternativa è quella di fissare dei capisaldi ausiliari in posizioni strategiche sulle pareti e prendere direzioni e distanze di questi dal caposaldo o dai capisaldi principali. Se la pendenza è apprezzabile (maggiore di 10°) e le distanze sono grandi, sarà necessario eseguire anche le letture del clinometro. In sale particolarmente grandi sarà probabilmente necessario condurre la poligonale principale lungo una delle pareti ed una poligonale sussidiaria indietro lungo le altre, sino a realizzare un anello chiuso. Queste tecniche sono illustrate in figura 6.

Altre serie di schizzi che l'addetto al disegno dovrà realizzare sono le sezioni trasversali, date dai contorni degli ambienti come individuati da un piano perpendicolare alla poligonale. Queste sezioni vanno fatte ad intervalli piuttosto frequenti (non tutte andranno incluse nel rilievo definitivo), in funzione della variazione della forma, e non della dimensione, degli ambienti. Ogni sezione deve identificare l'aspetto tipico di un tratto degli ambienti e, poiché in corrispondenza dei capisaldi non è detto che sia sempre così (ad esempio in una curva), è meglio scegliere punti intermedi tra capisaldi. E non ci si dimentichi di segnalare la posizione delle sezioni trasversali sullo schizzo della pianta e della sezione longitudinale!

Se come scala per il rilievo definitivo si è scelto un valore sufficientemente grande, diciamo 1:500 o maggiore, sarà necessario prendere nota di alcuni dettagli del suolo e di altre caratteristiche. Come minimo, si riportino i corsi d'acqua attivi e gli specchi d'acqua insieme all'indicazione dei depositi di sedimenti in generale, come fango, sabbia, ghiaia e stalagmiti. Quindi, se il rilevatore ha conoscenze adeguate, si possono aggiungere semplici caratteristiche geologiche, come ad esempio le faglie.

9. Registrazione dei Dati

<<<Elencare i contenuti fondamentali della scheda >>>

Non esiste un modulo standard per la trascrizione dei dati, ma nella fig. 7 sono mostrati due possibili schemi; entrambi sono di facile interpretazione e si possono adottare per tutti i tipi di rilievo discussi in questo testo, cioè fino al grado 5 incluso. Un importante criterio per una buona scheda è che ci sia uno spazio o casella per ogni possibile lettura degli strumenti, in modo che l'eventuale dimenticanza di una misura sia messa bene in evidenza: è veramente spiacevole accorgersi in un secondo momento di aver omesso qualche lettura. Un altro accorgimento è quello di non trascrivere troppe letture in un singolo foglio, altrimenti è probabile che si bagnino troppo o che il fango le renda difficili da leggere; di solito è conveniente prevederne da sei ad otto. Se si lascia parecchio spazio per schizzi e note, probabilmente sarà l'esaurimento della superficie a disposizione per il disegno a determinare il momento di cambiare pagina. Se si impiega un supporto impermeabile, si potrà scrivere su entrambe le superfici del foglio, cosa che non è invece consigliabile fare su fogli di carta.

fig. 7

<<<riordinare i punti >>>

Seguire le indicazioni seguenti porta a ridurre il numero di errori commessi durante la trascrizione dei dati e la loro successiva interpretazione.

- Scrivere ogni cosa in modo chiaro e più in grande possibile; mettere un'attenzione particolare alla scrittura dei numeri.
- Non correggere le cifre; se una cifra è sbagliata, tracciarci su una croce e riscrivere a fianco la cifra corretta.
- La virgola dei decimali può facilmente scomparire in una pagina infangata piena di cifre; usare invece una barra trasversale, ad esempio 23/8 invece di 23,8.
- Impiegare sempre tre cifre per i dati della bussola, e due cifre per le letture del clinometro, aggiungendo zeri se necessario, ad esempio 014 per un dato della bussola e 14 per una lettura di clinometro.
- Assicurarsi di associare il segno (+ o -) ad ogni lettura di clinometro.
- Non utilizzare abbreviazioni o simboli come ° o ' per le unità di misura: sono superflui se si impiegano sempre le stesse unità (ad esempio metri) e potrebbero essere confusi con le cifre 0 e 1.<<<Usare metri, gradi, gradi>>>
- Non risparmiare sulla carta. Cominciare una nuova pagina non appena quella in uso comincia ad essere bagnata, sporca o ragionevolmente piena.
- Assicurarsi che nelle note sia chiaramente indicata la direzione secondo la quale vengono prese le letture, o scrivendo A (avanti, per letture dirette) o D (indietro, per letture inverse) o utilizzando una convenzione circa l'ordine secondo il quale vengono riportati i numeri dei capisaldi. <<<usare una freccia>>>
- Assumere come regola il fatto che tutti i termini come "sinistra", "alto", "dietro" e così via, sia parlando che scrivendo, si riferiscano sempre alla direzione generale del rilievo (cioè non necessariamente alla direzione di puntamento). <<< si veda il cap. 7 per il rilievo a battute alterne>>>
- Il rilevatore deve comunicare con chiarezza le letture a chi le trascrive, dando la direzione (vedi il punto precedente) in cui sta puntando gli strumenti, precisando se la lettura del clinometro è positiva o negativa, e pronunciando i dati cifra per cifra. Si dovrebbe dire così: "distanza avanti, sette punto tre nove" e "pendenza indietro, meno zero cinque".
- Al termine della trascrizione del dato, il registratore deve rileggere al rilevatore quello che ha scritto, non ciò che ricorda di aver sentito dire da questo. Questo è un controllo fondamentale.
- Non lasciare in giro i propri appunti del rilievo ma, nel caso in cui le bevute di circostanza diventino due o quattro e capiti di lasciarlo da qualche parte, scriverci su il proprio nome (e del gruppo?) - questo può fare la differenza tra ritrovarlo ... o no!

Le astuzie

Non appena ritornate dall'uscita di rilevamento, tirate fuori i fogli dei dati. Se sono bagnati trattateli con estrema cautela, separandoli e lasciandoli asciugare prima di fare qualsiasi altra operazione. Se sono infangati, ricordatevi che, una volta seccato, il fango non porta via le vostre scritte. Quindi, se potete accedere facilmente ad una fotocopiatrice, fate copie di tutti i fogli, mettete al sicuro gli originali e lavorate con le copie. Finché il gruppo di lavoro ha ancora viva in memoria l'uscita, controllate subito se nei dati ci sono valori dubbi o informazioni che sono state omesse: l'unica possibilità di poter recuperare i dati persi è quella di tentare di farlo immediatamente dopo l'uscita.

<<< Lo strumentista copia in bella le misure e le passa al disegnatore. Costui calcola la poligonale (cap. 10), traccia la poligonale (cap. 13) e traccia il disegno (cap. 14)>>>

<<<Non buttare mai via gli originali, ne' consegnarli ad altri. Se si smette di fare speleo o si deve fare pulizia, consegnare gli originali al catasto. Dare solo fotocopie>>>

10. Calcolo della Posizione dei Capisaldi

I principi matematici richiamati in questi calcoli sono veramente semplici, ed inoltre non c'è la necessità di comprenderli. Personal computer, ed anche calcolatrici tascabili con elementari possibilità di programmazione, sono relativamente economiche e renderanno quest'obiettivo alla portata di tutti; numerosi programmi per computer sono già stati pubblicati <<<mettere riferimenti...>>>

<<<Rivedere>>> Se il rilevatore intende utilizzare uno di questi strumenti, probabilmente egli dovrà ancora scriversi, o perlomeno adattare, un proprio programma, a causa del gran numero di differenti apparecchi che sono disponibili. Ci sono calcolatrici tascabili che incorporano funzioni trigonometriche piuttosto economiche ed in grado, sebbene non proprio comodamente, di raggiungere l'obiettivo in modo relativamente semplice. Non è opportuno considerare altri metodi. Nel seguito, verrà descritta la procedura che fa uso di una calcolatrice. Si può facilmente comprendere che utilizzando un computer tutto questo può essere fatto assai più velocemente, poiché le varie fasi possono essere svolte di seguito dal computer e, in pratica contemporaneamente al calcolo dei dati fondamentali, c'è anche la possibilità di ottenere una stampa della poligonale.

E' già stato suggerito come primo passo di riportare in "bella copia" i fogli contenenti i dati rilevati, e quindi di lavorare su questa. Mentre procedete, è consigliabile riportare i risultati dei vari calcoli e correzioni su di una tabella, in modo da ridurre la probabilità di commettere errori; un modulo su cui tutto questo può essere fatto è mostrato in fig. 8.

Il primo passo è convertire le letture della bussola ottenute in grotta in misure conformi sia al reticolato che al nord reale, sottraendo la calibrazione della bussola ottenuta all'inizio del rilevamento del giorno. Analogamente, le letture del clinometro devono essere corrette tenendo conto dell'errore di zero, se presente in qualche misura durante la calibrazione dello strumento. Non ci dovrebbe essere bisogno di applicare correzioni alle misure di lunghezza, ma una verifica ogni tanto non fa mai male.

Dopo aver effettuato tutte le correzioni, le misure (se ci sono) che siano state prese attraverso letture inverse dovranno essere convertite nelle equivalenti misure relative a letture dirette. Per le letture della bussola, questo viene fatto aggiungendo o sottraendo 180° alla misura relativa alla lettura inversa; matematicamente le due operazioni sono equivalenti, ma per convenzione si applica quella che permette di ottenere un valore compreso tra 0° e 360° . Per le misure ottenute con il clinometro, è sufficiente cambiare il segno algebrico da positivo a negativo, o viceversa, ma è tassativo ricordare che LE MISURE DEL CLINOMETRO DEVONO ESSERE STATE CORRETTE per gli errori dello strumento PRIMA DI VENIR CONVERTITE per la lettura inversa. Se queste due operazioni vengono effettuate nell'ordine opposto, si otterranno risultati errati. <<<mettere esempio numerico>>>

Sarà necessario ricavare la **distanza in pianta** tra capisaldi (invece della distanza reale misurata in grotta) e la **differenza di quota** tra un caposaldo e l'altro. Questi valori si ricavano attraverso semplici formule trigonometriche:

$$\begin{array}{ll} \text{distanza in pianta} & p = d \cdot \cos a \\ \text{differenza di quota} & z = d \cdot \sin a \end{array}$$

**Passo 1:
il calcolo di p e z**

dove d è la distanza reale misurata, ed a è la lettura del clinometro dopo la correzione (vedi figura 9).

figura 9: calcolo della distanza in pianta, nelle due componenti dello spostamento verso Nord (y) e dello spostamento verso Est (x)

Primo, calcolare lo spostamento verso Est da ogni caposaldo al seguente, quindi calcolarne lo spostamento verso Nord (si otterranno valori negativi se gli spostamenti sono verso Ovest o verso Sud). Questi spostamenti vengono ricavati dalle seguenti formule:

$$\begin{array}{ll} \text{spostamento verso Est} & x = p \cdot \sin b \\ \text{spostamento verso Nord} & y = p \cdot \cos b \end{array}$$

Passo 2:
il calcolo di y e z

dove p è la distanza in pianta già calcolata, e b è la lettura della bussola dopo la correzione. Il segno algebrico + o -, delle funzioni trigonometriche sin (seno) e cos (coseno) è di estrema importanza e deve essere utilizzato. Se viene impiegata una calcolatrice per ricavare i valori delle funzioni, si avrà automaticamente il risultato con il segno corretto.

Sommando gli spostamenti in ciascuna direzione, con la dovuta attenzione ai segni algebrici, il rilevatore ottiene la posizione di ciascun caposaldo, espressa da tre distanze dal punto di partenza: differenza di quota, spostamento in pianta verso Nord (ordinata), spostamento in pianta verso Est (ascissa): queste sono dette COORDINATE del caposaldo (un esempio pratico è presentato in figura 8). <<< NO! dire che si tengono i valori assoluti di x, y, z e le differenze di p>>> Una coordinata negativa significa uno spostamento in senso opposto, cioè uno spostamento in pianta verso Est negativo significa uno spostamento ad Ovest del punto di partenza. Le coordinate del punto di partenza non devono necessariamente essere uguali a zero: poiché è molto facile commettere errori avendo a che fare con coordinate negative, è conveniente, se è necessario, assumere per il punto di partenza valori grandi quanto basta per evitare che ciò accada.<<<Mettere come trucco>>>

La precisione con la quale si devono svolgere i calcoli dovrà essere scelta in base alle seguenti considerazioni:

- con quale precisione e accuratezza sono state fatte in grotta le letture degli strumenti;
- a quale scala il rilievo verrà infine disegnato;<<<Calcolare i valori metrici delle coord. E non subito i valori in scala>>>
- approssimazioni successive possono probabilmente sommarsi fino a diventare errori;
- non è né più facile né più veloce lavorare con due sole cifre decimali piuttosto che con tre, o anche quattro (tranne che nel trascrivere la soluzione dei calcoli);
- se si cerca di posizionare i capisaldi basandosi su una lista di coordinate che contengono cifre superflue, la probabilità di commettere errori aumenta.

<<< ??? >>> Si raccomanda di eseguire tutti i calcoli approssimando i risultati a non meno di 1 centimetro (0,01 m), o anche ad 1 mm (0,001 m) se il rilievo dovrà essere disegnato ad una scala di 1/250 o maggiore. Comunque, nel preparare la lista di coordinate dei capisaldi sulla base della quale disegnare il rilievo, rimuovete tutte le cifre superflue - se non potete disegnare con approssimazione migliore di 10 metri, allora date una stima delle posizioni approssimandone i valori ai 10 metri.

11. Errori nella Chiusura delle Poligonali

<<<Rivedere>>>Se un rilevamento viene effettuato da un caposaldo all'altro e infine di nuovo al primo lungo un percorso ad anello, si ha una POLIGONALE CHIUSA. Errori commessi in questo tipo di rilevamento avranno come conseguenza che le coordinate dell'ultimo caposaldo differiranno da quelle del primo, sebbene siano in realtà relative ad uno stesso punto; questa differenza è detta ERRORE DI CHIUSURA della poligonale. L'errore di chiusura ha tre componenti: le differenze di quota, di spostamento verso nord e di spostamento verso est. Questo errore viene solitamente espresso come percentuale rispetto alla lunghezza della poligonale, e per un rilievo di grado 5 deve essere compreso tra 0.5 e 1%, appena più grande per poligonali estremamente brevi. Se supera questi valori, sarà necessario eseguire un nuovo rilevamento della poligonale, poiché ciò significa o che lo standard di rilevamento è stato inferiore ai requisiti del grado, o che si è commesso un errore grossolano. L'imprecisione nella chiusura di poligonali è sempre dovuta ad errori (e qualche volta a fraintendimenti) e poiché non è nota la loro posizione qualsiasi "correzione" può essere solamente un'approssimazione.

Dal punto di vista della restituzione grafica del rilievo di un anello in quanto tale, l'errore di chiusura è spesso irrilevante, poiché sarà o troppo piccolo per essere visibile graficamente alla scala che si intende utilizzare, o sufficientemente modesto da far sì che una correzione "a occhio" sia comunque accurata quanto quella ottenibile con qualsiasi altra tecnica di compensazione, e ciò a maggior ragione nel caso di poligonali relativamente brevi, indicativamente non superiori a 100 metri.

Il problema si pone per poligonali più lunghe, per poligonali con errori più grandi di quanto accettabile (ma che per qualche ragione non possono essere rilevate di nuovo), e per poligonali che presentano ulteriori diramazioni significative. In questi casi è necessario distribuire l'errore lungo la poligonale in modo tale da ottenere ragionevoli approssimazioni dei valori reali. Questo si può fare seguendo svariati criteri, matematici ed anche soggettivi, ma questi ultimi in particolare devono essere impiegati con estrema cautela. Parecchi rilevatori si sono resi conto che non è necessariamente nelle zone di più difficile praticabilità della grotta che vengono commessi errori.

figura 10: gli elementi dell'errore di chiusura

Si raccomanda di distribuire l'errore di chiusura attraverso il metodo più semplice, cioè

Un uguale aggiustamento (non si può dire "correzione") per ogni battuta non verticale

(La ragione per non apportare alcuna variazione alle battute verticali, è che su queste gli errori sono verosimilmente inferiori, per il fatto di non richiedere letture degli strumenti).

figura 11: distribuzione degli errori di chiusura di una poligonale (i dati sono presi dalla fig. 8)

Questo viene fatto dividendo ogni componente dell'errore di chiusura per il numero delle battute non verticali, ed aggiungendo i valori ottenuti alle rispettive coordinate del primo caposaldo. Alle coordinate del secondo caposaldo si aggiunge il doppio di questi valori, e così via per ogni caposaldo della poligonale.

In figura 10 sono mostrati i diversi componenti dell'errore di chiusura della poligonale; se si ha qualche dubbio circa i calcoli associati alle poligonali, si studino i valori dati nelle figure 8 e 11 e si lavori seguendo l'esempio proposto.

Se si ha a che fare con un reticolo di gallerie (più poligonali chiuse interconnesse), la distribuzione dell'errore di chiusura diviene molto più complicata e sarà necessario fare

12. Piante, Sezioni Longitudinali e Trasversali

Il rilievo di una grotta è un disegno che cerca di rappresentare nel modo più semplice e chiaro possibile una struttura tridimensionale complessa. La tecnica descritta nel seguito per rappresentare questa informazione è quella convenzionale in cui si usano viste simili a quelle usate dai disegnatori tecnici. Nel seguito si illustrano le diverse viste, dette pianta, sezioni longitudinali e sezioni trasversali.

PIANTA

La più semplice da interpretare è la pianta, il prospetto della grotta come vista da sopra verticalmente. È molto simile ad una comune mappa, tranne che è tipicamente in una scala più grande. Poiché è una vista proiettata su di un piano orizzontale, essa non rappresenta la reale lunghezza delle gallerie, ma la stessa accorciata dalla proiezione su un piano (maggiore la pendenza, maggiore l'accorciamento, vedi la fig. 9), ed inoltre la pianta non fornirà direttamente alcuna indicazione circa la pendenza o la profondità degli ambienti. Essa è comunque utile per dare un'idea di massima delle dimensioni e delle direzioni degli ambienti ipogei, soprattutto per le grotte essenzialmente ad andamento orizzontale.

SEZIONE LONGITUDINALE

Le sezioni longitudinali sono anch'esse viste laterali, ma in questo caso è come se le gallerie fossero "raddrizzate" prima di venire proiettate. Ciascun tratto di galleria viene proiettato perpendicolarmente alla propria direzione; il punto di vista cambia quindi ogni volta che la galleria cambia direzione. L'utilità di questa rappresentazione è data dal fatto che è la sola in cui le gallerie vengono disegnate mantenendo le lunghezze e le pendenze reali, e questo si rivela particolarmente utile quando si intende associare il disegno ad una descrizione della cavità. Poiché mostra le gallerie come se fossero state "raddrizzate" lungo una stessa direzione, la posizione relativa degli ambienti non viene rappresentata correttamente; ma questa può essere desunta dalla pianta. Più la grotta si sviluppa in modo labirintico, maggiore è la difficoltà di disegnare sezioni longitudinali comprensibili.

SEZIONI TRASVERSALI

Le sezioni trasversali mostrano la forma dell'ambiente perpendicolarmente alla direzione in cui si sviluppa; questa informazione non è ricavabile dalla pianta, in cui viene mostrata solamente la larghezza della galleria ad una data altezza dal suolo, e quindi è un'importante componente del rilievo. Inoltre esse sono utili per sviluppare parecchie considerazioni scientifiche, ed anche per illustrare la descrizione della progressione nella cavità.

Uno speciale tipo di sezioni trasversali è quello che si estende a tutto il sistema ipogeo, sviluppato attraverso un unico opportuno piano di sezione. Esso può essere utile nel rilievo di un sistema complesso per mostrare le relazioni di posizione tra diverse parti.

In figura 12 vengono mostrate le differenti viste dell'ipotetico rilievo cui i calcoli e le altre illustrazioni di questo testo fanno riferimento. La figura non va intesa come la restituzione raccomandata per un rilievo reale; per esempio, non vi sono inclusi la scala, la direzione del Nord, ecc..., inoltre la posizione dei capisaldi è stata evidenziata per facilitare la correlazione tra le differenti viste.

figura 12: pianta, sezioni, ... (basate sui dati di fig. 7, 8 e 11)

13. Tracciamento dei Capisaldi

<<<Scale standard: 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000>>>

<<<Rivedere, sottolineare che comunque un rilievo di dettaglio va fatto, anche se ciò obbliga ad usare diversi fogli A0. Sarà comunque opportuno fare uno schema a scala maggiore, su un solo foglio. Si veda poi il cap. 16 per le esigenze della pubblicazione>>>

Se la scala del rilievo non è stata ancora definita, questo è il momento di farlo. La scala per un rilievo destinato ad impieghi generici di una cavità di dimensioni ragionevoli deve essere almeno 1:500, preferibilmente 1:200 per essere grande abbastanza da mostrare ogni dettaglio; ma per sistemi più estesi anche una scala piccola come 1:500, può non essere pratica, e si deve raggiungere un compromesso. La scelta va fatta tra ridurre la scala o disegnare il rilievo riportandolo in più di un foglio; la decisione dipenderà dalle circostanze, ma si ricordi che lo scopo è sempre quello di produrre un rilievo che sia facilmente comprensibile dall'utente (di fatto questo obiettivo deve essere sempre tenuto a mente dal rilevatore, ma spesso non è così). L'altro vincolo è che la stampa (o le stampe) finale del rilievo non deve essere su fogli più grandi del formato A0 (1,189 m x 0,841 m) per far sì che l'utilizzatore la possa maneggiare con facilità. <<<Non proprio...>>>

<<<No !! usare millimetre>>>

Indipendentemente dal metodo usato (vedi oltre), sul foglio in cui verrà riportato il rilievo deve essere tracciata un reticolato, che deve essere estremamente preciso, poiché da esso dipende la precisione finale del rilievo. La soluzione più pratica è utilizzare carta millimetrata, specialmente quando si restituisce un rilievo "sul campo". L'alternativa è disegnare da soli il reticolato, usando un tecnigrafo o un ampio tavolo da disegno ed un supporto quadrato; questo deve essere fatto con molta cautela, e dopo aver disegnato tale reticolato, se ne deve verificare la precisione misurandone le diagonali, che devono essere di ugual lunghezza. E' anche opportuno controllare la precisione della carta millimetrata commerciale prima di usarla, poiché anch'essa può presentare errori apprezzabili, soprattutto nel caso dei fogli arrotolati; la carta venduta in album o in fogli piani è meno soggetta a distorsioni.

Adesso possiamo cominciare a riportare i dati.

Il metodo per calcolare le coordinate di ogni caposaldo è stato descritto nel capitolo 10, e sono proprio questi i valori che vengono utilizzati per determinare la posizione di tutti i capisaldi su un reticolato adeguato già predisposto.

Bisogna prendere in esame i valori delle coordinate, ed annotarne gli estremi rispetto alle 4 direzioni principali: Nord, Sud, Est ed Ovest; questi saranno i valori massimi e minimi rispettivamente per lo spostamento in pianta verso nord e per lo spostamento in pianta verso est. Ora si conosce l'estensione orizzontale della grotta e si può decidere come meglio adattarla nello spazio messo a disposizione dal foglio o dai fogli da disegno. La scala di rappresentazione viene determinata in base a questa decisione. La scala scelta per il disegno può essere qualsiasi e può differire da quella della versione finale pubblicata, ma è comunque buona abitudine utilizzare valori regolari come 1:500, 1:1000 ecc. <<< NO !!>>>

<<<Specificare meglio, riscrivere>>>

Ora contrassegniamo il reticolato con i valori in metri nelle direzioni nord ed est, rappresentandole come distanza dall'origine, anche se questa potrebbe non ricadere all'interno del foglio, come spiegato nel capitolo 12. I valori ottenuti per l'angolo in basso a sinistra del foglio devono essere di poco inferiori ai valori minimi degli spostamenti verso Nord e verso Est. Quindi, applicando le coordinate calcolate e, se applicabili, le coordinate compensate già determinate di ogni caposaldo, la posizione di ciascuna viene tracciata nell'esatta posizione corrispondente sul reticolato utilizzando una matita dura, ad esempio 2H. Si traccia quindi una linea che va da ciascun caposaldo al

1) La Pianta

successivo, tracciando così la poligonale.<<<Facoltativo>>>

<<<Aggiungere regola del Nord-Sud>>>

Questo è il tipo di sezione più semplice da disegnare poiché i dati richiesti sono già disponibili. La sezione longitudinale viene disegnata a partire dai punti individuati associando la distanza in pianta tra i capisaldi alla loro quota. Poiché viene riprodotta la reale lunghezza delle gallerie, potrà occupare una parte del foglio molto più larga di quella richiesta dalla pianta, e per poterla contenere nello spazio disponibile potrebbe essere necessario "piegare" la galleria in corrispondenza di un punto opportuno, scelto in modo tale da minimizzare la confusione visiva. Poiché la sezione longitudinale non mostra le corrette relazioni spaziali orizzontali fra le gallerie, non ha importanza se viene disegnata sul foglio da sinistra a destra o viceversa. Comunque, sarà più semplice da interpretare se segue la direzione mostrata nella pianta. Nel caso in cui una galleria forma un anello con un'altra, è molto improbabile che la lunghezza dei due percorsi sia la stessa, e questo aumenta i problemi di disegno della sezione longitudinale. A volte, si può risolvere il problema della differenza delle due lunghezze piegando la galleria più lunga in corrispondenza di un punto opportuno, altrimenti sarà necessario porre un'interruzione nella sezione della galleria più corta. All'aumentare del numero delle interconnessioni fra gli ambienti della grotta, cresce la difficoltà di rappresentarla e questa proiezione diventa eccessivamente complicata. Paradossalmente, un possibile modo di rendere la sezione longitudinale leggibile può essere quella di mostrare un collegamento in più di una posizione. <<< ??? >>>

2) La Sezione Longitudinale

Dopo aver tracciato i capisaldi e la poligonale, vanno presi in esame gli schizzi che sono stati eseguiti in grotta. Se i dati numerici indicano che la galleria gira verso sinistra mentre dagli schizzi risulta girare a destra, c'è sicuramente un errore da controllare. E' molto più probabile che l'errore sia da qualche parte nei calcoli: è difficile immaginare che qualcuno tracci la galleria in direzione opposta facendone lo schizzo (ma può comunque succedere). La prima cosa da fare è controllare completamente i calcoli per verificare che tutte le cifre ed i segni algebrici associati siano corretti, e che tutte le letture inverse siano state correttamente convertite nel loro equivalente diretto, infatti sono questi i passaggi in cui è più probabile che vengano commessi errori.

14. Aggiunta dei Particolari

<<<Fare ordine assieme al cap. precedente:

cap 13: tracciamento

- Generalità - fare prova di pianta
- Pianta – poligonale, disegno
- Sezione longitudinale – pianta, disegno
- Sezioni trasversali

>>>

PIANTA

Una volta tracciata la poligonale, è necessario aggiungere i contorni servendosi delle informazioni prese in grotta sotto forma di misure, schizzi e note. La distanza di ogni parete della grotta dalla poligonale in corrispondenza di ciascun caposaldo, e - meglio - anche di altri punti, è stata registrata in grotta, e questa informazione viene riportata sul disegno sotto forma di una serie di punti dall'una e dall'altra parte della poligonale. Si procede quindi congiungendo questi punti tracciando linee a mano libera che raffigurano le pareti della grotta. In questa fase è richiesta una certa misura di abilità artistica (e di arbitrio) per poter ottenere una pianta ben disegnata. Le forme degli ambienti ipogei sono ben lontane dall'essere regolari, ed al rilevatore occorrerà un po' di abilità per rappresentare in forma semplice e di chiara interpretazione ciò che si trova nelle aree più complesse; una cosa che il rilevatore può sempre fare è quella di provare diversi modi di restituire graficamente l'informazione e quindi vedere quanto agevolmente altri speleologi la interpretano; quindi adottare quella risultata preferita.

Alcune caratteristiche della grotta diventeranno ovvie osservando le sezioni e quindi non c'è bisogno che gli stessi dettagli siano mostrati con altrettanta efficacia nella pianta. Non si cerchi di mettere troppi dettagli nella pianta: l'informazione va distribuita tra le varie viste a disposizione, disegnandole in modo da avere nelle viste informazioni comuni sufficienti a correlarle facilmente. Di norma, la sola informazione che deve essere data dalla pianta è la larghezza degli ambienti all'altezza degli occhi, gli ostacoli più evidenti come ad esempio bruschi dislivelli, i corsi d'acqua e le pozze; altri particolari dettagli del suolo possono essere inclusi se la scala è sufficientemente grande. <<<Discutibile>>>

La figura 13 mostra la simbologia raccomandata per rappresentare le situazioni più tipiche; altre caratteristiche possono essere messe in evidenza con una descrizione a parole oppure, se si tratta di situazioni che ricorrono frequentemente, con simboli definiti dal rilevatore. Se vengono utilizzati simboli non-standard, dovranno essere spiegati nel disegno dalle relative didascalie. <<<Inserire tabella di simboli standard e riferimenti>>>

SEZIONE LONGITUDINALE

Una volta disegnate le posizioni dei capisaldi, i contorni degli ambienti vengono aggiunti così come fatto per la pianta. In questo caso, sopra ciascun caposaldo viene mostrata l'altezza della volta, mentre sottraendo alla quota del caposaldo la sua altezza rispetto al pavimento della galleria, si determina la posizione di quest'ultimo; connettendo questi punti vengono tracciate le linee che danno un'idea dell'andamento del suolo e della volta nelle gallerie. Infine, si aggiunge ogni particolare rilevato che, come le caratteristiche dei dislivelli, è opportuno aggiungere alla sezione longitudinale.

SEZIONI TRASVERSALI

Queste possono essere incluse nel disegno finale nei punti in cui cambiano le caratteristiche morfologiche delle gallerie, ma non se variano solamente le dimensioni. Questo è un esempio di situazione nella quale l'illustrazione di un dettaglio (in questo caso la variazione della larghezza della galleria a differenti altezze) nella pianta o nella sezione longitudinale potrebbe rendere disordinato e confuso il disegno, mentre lo stesso

dettaglio può essere reso in modo semplice ed efficace impiegando una sezione trasversale. L'informazione richiesta per il disegno di queste sezioni è stata registrata in grotta attraverso schizzi e misure, e c'è solo il problema di riprodurla in scala. E' spesso conveniente utilizzare una scala maggiore di quella adottata per le altre viste del rilievo. La posizione della grotta cui va riferita ciascuna sezione trasversale deve essere evidenziata sulla pianta; inoltre, tutte le sezioni trasversali devono essere disegnate come se viste da una stessa direzione, cioè come si mostrano a chi procede o verso l'ingresso o verso il fondo. <<<Consigliabile ma non fondamentale – importante il segno della direzione di vista >>>

COMMENTI GENERALI

Una bozza del rilievo può essere ricontrollata direttamente in grotta. Si può così verificare la presenza di errori grossolani, come aver disegnato una galleria svoltare verso sinistra mentre in realtà curva verso destra, e controllare alcuni dettagli quali la sagoma delle gallerie. Alcuni rilevatori fanno uso di questa tecnica per l'aggiunta dei contorni, ma per poter fare questo con accuratezza è necessario che nel rilievo preso in esame siano riportati i capisaldi. <<<Rivedere>>>

Un rilevatore ha parecchio da imparare, sia di buono che di cattivo, studiando i rilievi già pubblicati. Non siate troppo fieri per imparare dagli errori altrui!

15. Preparazione della Bella Copia

L'ultimo passo è quello di ripassare in bella il rilievo originale; questa sarà la bella copia da cui ricavare tutte le altre. Il miglior supporto è la pellicola di poliestere detta "indeformabile" poiché mantiene nel tempo le sue dimensioni ed è molto resistente agli strappi. La carta da lucido è più economica, ma è difficile scriverci con inchiostro, poiché è soggetta a deformazioni se bagnata; per questo è sconsigliata. Il solo tipo di penna da prendere in considerazione è la penna a china. Con essa va usato lo speciale inchiostro; è importante mantenere puliti i pennini.

Prima di iniziare il ricalco, alcune considerazioni sull'aspetto del foglio. Si provino differenti modi di assemblare le varie viste, ritagliando una copia di lavoro del rilievo <<<ora ci sono le stampe a computer che aiutano>>> e ricomponendo le varie parti in posizioni diverse per vedere quale presenta il miglior impatto visivo. Se possibile, si faccia in modo di includere tutte le viste in un solo foglio ma, se si deve suddividere la pianta o la sezione longitudinale in più di un foglio, va incluso un quadro d'insieme che mostri le diverse parti nelle loro posizioni relative. Di solito si traccia la pianta al centro del foglio con la sezione/i longitudinale/i sotto di essa; quindi si aggiungono le sezioni trasversali ed il testo del titolo negli spazi rimanenti, ma si può anche fare altrimenti. Si cerchi di ottenere una presentazione bilanciata, senza eccessivi spazi vuoti ma allo stesso tempo neanche troppo affollata.

<<<Curare gli allineamenti: Nord-Sud, Orizzontale>>>

Una volta definito l'aspetto, i disegni originali, non le copie ritagliate per determinare la disposizione, devono essere ripassate a china accuratamente. Dovranno essere impiegati come minimo due diversi spessori per le linee: una linea spessa per il contorno degli ambienti ed altre più sottili per i dettagli. Lo spessore della linea dipenderà dalla scala e dal formato del foglio, comunque linee da 0.8 e 0.3 mm saranno adatte a grandi scale, mentre un po' più sottili (ad esempio 0.5 e 0.2 mm) per scale di 1:1000 o inferiori <<<Non proprio>>>. Se si ha intenzione di ridurre in scala il rilievo tra il tracciamento e la pubblicazione, questo va tenuto presente durante la fase di tracciamento; se si vuole ottenere una riduzione della metà della superficie originale (cioè una riduzione lineare del 70%) questo condizionerà l'aspetto del rilievo definitivo.

<<<Riscrivere>>>

Nelle piante delle grotte maggiori si può includere un reticolato. Questo deve essere allineato al Nord geografico e, per ottenere il migliore impatto visivo, dovrebbe essere interrotto nei punti in cui intercetta il contorno della grotta; il lato della griglia dovrebbe essere compreso tra i 5 ed i 10 centimetri. <<<dire che il suo lato dovrebbe essere un valore sensato, cioè 10, 20, 50 o 100 m, e scrivercelo>>>

Alle sezioni longitudinali possono essere sovrapposte solamente linee orizzontali, che vanno quotate o rispetto all'ingresso o al livello del mare.

<<<Rivedere – accennare solo ai trasferibili – ora computer + laser>>>

Infine, si aggiungono le scritte. L'ordine delle scritte non influenza l'accuratezza del rilievo, ma ha un effetto enorme sull'impatto visivo; l'inesperto è portato a pensare che un rilievo corredato da scritte precise ed ordinate sia più preciso di uno poco ordinato. Non ci sono scuse per svalutare l'aspetto di un rilievo aggiungendo il testo a mano libera, dal momento che sono facilmente reperibili i caratteri trasferibili a secco, come i "Letraset", disponibili in numerosi stili e facili da usare dopo aver fatto un po' di pratica. Si scelga sempre uno stile semplice che abbia uno spessore uniforme in ogni parte dei caratteri, come ad esempio Folio, Futura o Helvetica, e non usare più di uno stile su ciascun rilievo (eccezionalmente, un carattere più ornato che vi piaccia particolarmente può essere

usato per il titolo, ma anche in questo caso non esagerate: assicuratevi che sia ancora uno stile leggibile). Si impieghino differenti formati dello stesso stile per evidenziare l'importanza relativa, e magari anche varianti dello stile di base come corsivo, condensato, grassetto e così via. Ci vuol esperienza per ottenere risultati ordinati utilizzando i fogli di trasferibili in caratteri singoli come quelli che si trovano dal cartolaio; se si riesce a rimediare una etichettatrice per la composizione di scritte trasferibili come quelle commercializzate da 3M o Kroy, si evita il problema dell'esatto allineamento e della uniforme spaziatura dei caratteri ed il risultato sarà ovviamente migliore. Un'alternativa è quella di ottenere le scritte già composte e stampate da un tipografo cordiale, ma questo servizio potrebbe essere costoso. In entrambi i casi, sarà necessario ritagliare le scritte ed incollarle sul rilievo: questo sarà più facile utilizzando le etichettatrici poiché producono la scritta su un supporto adesivo. In qualsiasi modo si siano prodotte le scritte, vanno tenute parallele ai bordi del foglio (mettere un foglio di carta millimetrata sotto il rilievo per facilitare l'operazione); si devono evitare sovrapposizioni tra i contorni degli ambienti ipogei e le scritte. Nonostante quanto detto a proposito del non dover aggiungere dettagli a più di una vista, è importante che sia riportata la denominazione di un numero di ambienti sufficiente a far sì che le viste possano essere messe in relazione. Infine, ripassare bene le scritte per assicurarsi che non si stacchino; per la stessa ragione, non fare uso di fogli di lettere trasferibili vecchi di qualche anno: tendono a perdere il loro potere adesivo.

Per completare il disegno è necessario aggiungere alcune ulteriori informazioni, possibilmente alcune di esse andrebbero poste in forma di tabella posizionata nel foglio in un conveniente spazio vuoto. Le informazioni da includere sono:

- il nome della grotta e la sua posizione, includendovi le coordinate e la quota dell'ingresso;
- il grado BCRA di precisione della poligonale e la classificazione del dettaglio;
- i nomi dei rilevatori e del disegnatore; e i gruppi <<<mettere meglio la frase>>>
- la data del rilievo;
- la direzione del Nord geografico, e possibilmente anche il relativo reticolo ed il Nord magnetico (se viene dato il Nord magnetico deve essere anche indicata la data);
- una legenda di tutti i simboli non standard;
- la/e scala/e della pianta e delle sezioni attraverso una scala grafica; e una nota che indichi la scala alla quale il rilievo è stato disegnato in originale;

La direzione del Nord (geografico e magnetico se opportuno) può essere inclusa nella griglia della pianta in una posizione conveniente. Non riportare mai il solo Nord magnetico, poiché cambia anno per anno ed anche la rapidità della variazione non è costante: in futuro sarebbe possibile calcolare solamente in modo approssimato la direzione del Nord geografico. Nel costruire la scala grafica, <<<rifrasare>>> servirsi del modello proposto dall'Ordnance Survey e non esprimere la scala in forma di frazione (ad esempio, 1:500) poiché la scala effettiva, e quindi il valore espresso dalla frazione, può cambiare durante la produzione di copie. Infine, contrassegnare opportunamente le varie parti del rilievo "pianta", "sezione longitudinale" ecc. Troppo spesso si incontrano difficoltà nel riconoscere se un dato disegno è una pianta o qualcos'altro.

16. Pubblicazione

Un rilievo, così come ogni altro prodotto, non serve ad altro che a soddisfare il rilevatore se non viene reso disponibile a chiunque ne sia interessato, dunque, non appena avete terminato la bella copia, pubblicatelo. Si può pubblicarlo all'interno di una rivista e/o si può rendere disponibile in fogli separati.

Ci sono tre modi fondamentali di riprodurre copie; ognuno ha i suoi vantaggi.

- 1-_λ Si possono usare le fotocopiatrici, ma limitatamente a formati non superiori all'A3; la riproduzione dei dettagli è al pari dell'originale. Per impieghi importanti controllare che la fotocopiatrice che si intende impiegare produca copie esattamente alla stessa scala in tutta la pagina, poiché non sempre è così, e che la scala sia quella stabilita. Le macchine moderne sono capaci di aumentare o ridurre la scala delle copie in pressoché illimitati livelli, e questo può essere un modo utile di cambiare il formato per adeguarsi a determinate situazioni, come riempire uno spazio a disposizione, magari prima di tracciare la bella copia. I vantaggi maggiori sono la facilità di ottenere le copie ed il fatto che queste macchine sono ormai diffusissime. <<<rivedere>>>
- 2-_λ Se è disponibile un originale traslucido, è possibile farne copie eliostatiche; questo è il processo di copia utilizzato dai disegnatori tecnici. Da qualsiasi ditta di forniture per disegnatori possono essere ottenute copie sino al formato A0 ed il costo per copia è indipendente dal numero delle riproduzioni, cosa utile quando siano richieste poche copie. Gli inconvenienti sono che le copie sbiadiscono se esposte a luce diretta per lunghi periodi di tempo, e che l'originale deve essere traslucido: non è possibile includere parti opache - come ad esempio le scritte incollate - nella superficie dell'originale.
- 3-_λ Non c'è dubbio che, continuando a valere quanto detto, la stampa litografica produce le copie dall'aspetto migliore. Poiché il processo comporta una fase intermedia di riproduzione fotografica, la scala può essere cambiata per adattarla al formato di pagina desiderato. E' possibile ottenere copie di dimensione sino all'A0, sebbene potrebbe essere ancora difficile trovare una stampante capace di produrre i formati più ampi. Il costo per copia cala all'aumentare del numero di copie prodotte, così da rendere conveniente la stampa di un grande numero di copie per volta.

E' utile agli altri speleologi, e particolarmente agli altri rilevatori, la pubblicazione in una rivista adeguata di un articolo - o almeno di qualche nota - che illustri i dettagli del rilevamento. Gli argomenti da trattare in questo articolo sono tutti quelli che possono risultare utili ad altri rilevatori motivati a espandere il rilievo considerato, o qualsiasi cosa che possa essere stata appresa dalla sua esecuzione, come:

- metodi e strumenti impiegati per l'esecuzione del rilevamento;
- ogni problema incontrato nell'esecuzione del rilevamento ed il modo in cui è stato superato; gli errori di chiusura e come sono stati distribuiti; altri possibili errori ...
- dettagli sulla calibrazione degli strumenti;
- metodi di calcolo e dove sono custodite le tabelle dei dati ed il rilievo originale;
- riferimenti a rilievi precedenti (se ci sono) e le differenze fra quelli fatti in date diverse, comprendendo l'attuale;
- riscontri per tutti i lavori precedenti che sono stati consultati;
- coordinate precise e descrizione di tutti i capisaldi contrassegnati in modo permanente;
- la disponibilità di copie del rilievo (a meno che questo non sia pubblicato nella stessa rivista).

Quando ogni cosa è stata portata a termine, si valuti la possibilità di spedire copia del rilievo alle organizzazioni interessate: biblioteche, ... Questo renderà il rilievo più facilmente disponibile, specialmente negli anni a venire.

17. Dizionario di Termini Legati al Rilievo Ipogeo

<<<Per agevolare la diffusione delle esplorazioni italiane all'estero e la pubblicazione dei risultati delle spedizioni italiane all'estero, è utile fornire un piccolo vocabolario di termini legati al rilievo speleologico in italiano ed in inglese. Tale vocabolario deriva da un vocabolario multi-lingue realizzato dalla Unione Internationale de Speleologie. I termini meno ovvi sono seguiti da una spiegazione bilingue.

Inglese: Dean Osgood - dosgood@proxima.gsfc.nasa.gov

Peter Matthews - matthews@melbpc.org.au

Nota: <http://werple.net.au/~gah/speleology/glossary.htm> contiene glossario per molti termini, fra cui Azimuth e Bearing (true, magnetic e grid).

Idem: <http://rubens.its.unimelb.edu.au/~pgm/asf/stdsurv.html>

>>>

eng: altimeter - ita: altimetro

eng bearing - ita: azimuth

eng: The angle measured clockwise that a line makes with the north line. True, magnetic and grid bearings are measured respectively from true, magnetic and grid north.

ita: L'angolo misurato in senso orario fra una direzione ed il Nord. L'Azimuth vero, magnetico e reticolato sono misurati rispetto al Nord vero, magnetico o reticolato.

eng: cave register - ita: catasto delle grotte

eng: centre line - see *traverse*

eng: clinometer - ita: clinometro

eng: An instrument for measuring vertical angles or angles of dip.

ita: Uno strumento per misurare angoli verticali o angoli di immersione.

eng: closed traverse - ita: poligonale chiusa, anello

eng: A traverse which begins and ends at the same point or at survey points with known coordinates.

ita: Una poligonale che inizia e finisce nello stesso caposaldo oppure in capisaldi diversi ma con coordinate note.

eng: closure error, (traverse) misclosure - I: errore di chiusura (della poligonale)

eng: compass - ita: bussola

eng: coordinates - ita: coordinate

eng: (cross) section - ita: sezione trasversale

eng: A section of a cave passage or a chamber across its width. A vertical section which is substantially perpendicular to the general direction of the greatest dimension of that part of the cave in the near vicinity of the section plane.

ita: Una sezione di un tratto di grotta lungo la sua larghezza. Più precisamente, una sezione posta perpendicolarmente alla direzione generale della dimensione maggiore del tratto di grotta posto in prossimità della sezione.

eng: declination - ita: declinazione (magnetica)

eng: The angle from true (or grid) north to magnetic north for a given time and place.

ita: L'angolo fra il Nord vero (o reticolato) ed il Nord magnetico. Varia nel tempo e nello spazio.

eng: degree - ita: grado (sessagesimale)

eng: depth - ita: profondità

eng: development, traverse length - ita: sviluppo

eng: dripline - ita: linea dell'ingresso

eng: A line on the ground at a cave entrance formed by drips from the rock above. Useful in cave survey to define the beginning of the cave.

UK: easting - ita: spostamento (in pianta) verso Est

1 → The distance of a point east of the point of origin of the grid of a map or some abbreviation of it.

2 → The west-east component of a survey leg, or of a series of legs or of a complete traverse; east is positive and west is negative.

eng: (extended) elevation, developed section - ita: sezione longitudinale

eng: The result of straightening out a section composed of several parts with differing directions into one common plane. Usually the plane is vertical and the length of the section equals the plan lengths of the passages and chambers comprising it.

A vertical section which substantially coincides with the general direction of the greatest dimension of that part of the cave in the near vicinity of the section plane.

eng: (projected) elevation - ita: sezione prospettica (o proiettata)

eng: A representation of the details to be mapped resulting from parallel projection on to a vertical plane.

eng: entrance - ita: ingresso

eng: exit - ita: uscita

eng: grad - ita: grado (centesimale)

eng: grade - ita: grado (di accuratezza del rilievo)

eng: The class of a cave survey on the basis of the precision of the instruments and the accuracy of the methods.

eng: gradient - ita: inclinazione, pendenza

eng: height difference - ita: dislivello

eng: horizontal angle - ita: angolo orizzontale

eng: The difference in direction of two survey lines measured clockwise in a horizontal plane.

eng: instrument - ita: strumento (di misura)

eng: (traverse) leg - see *shot*

eng: (traverse) misclosure - see *closure error*

eng: northing - ita: spostamento (in pianta) verso Nord

1. The distance of a point north of the point of origin of the grid of a map, or some abbreviation of it.

2. The south-north component of a survey leg, or of a series of legs, or of a complete traverse; north is positive and south is negative.

eng: map, survey - ita: rilievo

eng: The result of the *mapping* action. Usually composed by a *plan*, an *elevation (developed or projected)* and several *cross sections*.

eng: mapping, survey - ita: rilevamento

eng: The measurement of directions and distances between survey points (*stations*) and of cave details from them and the plotting of cave *plans* and *sections* from these measurements either graphically or after computation of *coordinates*.

The action to produce a cave *map*.

eng: notebook - ita: quaderno (di campagna)

eng: plan - ita: pianta

eng: A plot of the shape and details of a cave projected vertically onto a horizontal plane at a reduced scale. A representation of the details to be mapped resulting from parallel projection on to a horizontal plane.

eng: range - ita: estensione

eng: The longest distance between two points in a cave.

eng: ruler, tape - ita: nastro metrico, rotella metrica, bindella, fettuccia, rullina

eng: A graduated tape of steel, plastic, or fiberglass, used for measuring distance.

eng: scale - ita: scala

eng: The ratio of the length between any two points on a *map*, *plan* or *section* to the actual distance between the same points in a cave.

eng: section - ita: sezione

eng: A plot of the shape and details of a cave in an intersecting plane, called the section plane which is usually vertical. See *cross section*, (*extended*) *elevation*, (*projected*) *elevation*.

The trace or outline of the details to be mapped representing their intersection with a chosen section plane.

eng: shot, leg - ita: battuta, tiro (di poligonale)

eng: A part of a survey traverse between two successive stations.

eng: station - ita: caposaldo, punto di stazione

eng: A survey point in a chain of such points in a survey.

eng: survey (see *map* and *mapping*)

eng: tape (see *ruler*)

eng: topofil - ita: topofilo

eng: traverse, centre line - ita: poligonale

eng: The commonest form of cave *survey* in which direction, distance and vertical angle between successive points are measured.

eng: vertical angle - ita: angolo verticale

eng: The angle in a vertical plane between a line of sight and the horizontal; positive above the horizontal and negative below.